

ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITA' DI BOLOGNA

scuola di SCIENZE

Corso di laurea magistrale in
ANALISI E GESTIONE DELL' AMBIENTE

Titolo della tesi

**L'APPROCCIO DEL CICLO DI VITA APPLICATO A SISTEMI DI GESTIONE
AMBIENTALE: IL CASO DELL'AEROPORTO
FALCONE – BORSELLINO DI PALERMO.**

Tesi di laurea in
SISTEMI DI GESTIONE AMBIENTALE, DI POLITICA ED ECONOMIA
AMBIENTALE

Relatore
Prof.ssa Serena Righi

Presentata da
Alessandro Intile

Correlatore
Dott. Bruno Tomasello
Dott. Pier Luigi Porta

III sessione
Anno Accademico 2014\2015

Indice

1	INTRODUZIONE	6
1.1	Premessa	6
1.2	Obiettivi	11
1.3	<i>Life Cycle Assessment</i>	12
1.3.1	<i>Fasi di uno studio LCA</i>	13
1.3.1.1	Definizione dell'ambito e del campo di applicazione	14
1.3.1.2	Analisi dell'inventario	14
1.3.1.3	Valutazione di impatto	14
1.3.1.4	Interpretazione dei risultati	15
1.4	Standard ISO 14001	15
1.4.1	<i>Norme ISO</i>	15
1.4.2	<i>Certificazione</i>	16
1.4.3	<i>Sistemi di gestione ambientale</i>	17
1.4.4	<i>ISO 14001</i>	18
1.4.5	<i>Diffusione della norma</i>	23
1.4.6	<i>ISO14001:2015</i>	24
1.5	<i>Organization Environmental Footprint</i>	26
1.5.1	<i>Obiettivi, destinatari e possibili utilizzi</i>	27
1.5.2	<i>Iter metodologico</i>	28
1.5.3	<i>Organisation Environmental Footprint Sector Roules (OEFSR)</i>	29
1.5.4	<i>Fasi di uno studio OEF</i>	30
1.5.4.1	FASE 1: Definizione degli obiettivi dello studio sull'impronta ambientale dell'organizzazione	31
1.5.4.2	FASE 2: Definizione dell'ambito degli studi sull'impronta ambientale delle organizzazioni	31
1.5.4.3	FASE 3: Profilo di utilizzo delle risorse e di emissioni	35
1.5.4.4	FASE 4: Valutazione di impatto dell'impronta ambientale delle organizzazioni	43
1.5.4.5	FASE 5: Interpretazione dell'impronta ambientale delle organizzazioni	45
1.6	Metodologia EMRG	47
1.6.1	<i>Identificazione degli aspetti ambientali</i>	48
1.6.2	<i>Classificazione, sulla base della significatività, degli aspetti ambientali</i>	49
1.6.2.1	"G" Governance	49
1.6.2.2	"I" Impatto	53
1.7	Caso di studio	61
2	MATERIALE E METODI	66

2.1	Applicazione della metodologia OEF al caso studio	66
2.1.1	<i>Definizione degli obiettivi degli studi sull'impronta ambientale dell'organizzazione</i>	66
2.1.2	<i>Definizione dell'ambito degli studi sull'impronta ambientale delle organizzazioni</i>	67
2.1.3	<i>Portafoglio prodotti/servizi</i>	68
2.1.4	<i>Confini del sistema</i>	69
2.1.5	<i>Compilazione del profilo di utilizzo delle risorse e di emissioni</i>	69
2.1.6	<i>Modellazione tramite Gabi7</i>	71
2.1.7	<i>Qualità dei dati</i>	83
2.1.8	<i>Valutazione di impatto dell'impronta ambientale dell'organizzazione</i>	84
2.2	Calcolo del livello di significatività dei processi	86
2.2.1	<i>I_{EUc}: Impatto-pro capite (EU citizen)</i>	87
2.2.2	<i>G_w: Governance weight</i>	88
2.2.3	<i>S_p: Significatività del processo</i>	89
3	RISULTATI	90
3.1	Applicazione della metodologia OEF	90
3.1.1	<i>Impatti sulle categorie</i>	94
3.1.1.1	<i>Acidificazione</i>	95
3.1.1.2	<i>Cambiamento climatico</i>	96
3.1.1.3	<i>Eutrofizzazione delle acque dolci</i>	97
3.1.1.4	<i>Eutrofizzazione terrestre</i>	98
3.1.1.5	<i>Radiazioni ionizzanti</i>	99
3.1.1.6	<i>Riduzione dello strato di ozono</i>	100
3.1.1.7	<i>Particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche</i>	101
3.1.1.8	<i>formazione di ozono fotochimico, effetto sulla salute umana</i>	102
3.1.1.9	<i>Impoverimento delle risorse – minerali, fossili e rinnovabili</i>	103
3.2	Risultati confronto tra significatività	104
4	DISCUSSIONI	107
4.1	Calcolo della OEF di GESAP.....	107
4.1.1	<i>Impatti dei processi sulle categorie</i>	110
4.2	Significatività dei processi.....	117
4.2.1	<i>Calcolo della significatività dei processi di GESAP</i>	117
4.2.2	<i>Rapporto con la norma ISO 14001:2015</i>	119
5	CONCLUSIONI	121
6	BIBLIOGRAFIA	124
	RINGRAZIAMENTI	134

1 INTRODUZIONE

1.1 Premessa

Il sistema terra, così come viene descritto da Rockstrom, non è un sistema infinito e non è in grado di sopportare le pressioni alle quali è sottoposto dalle attività umane oltre certi confini (*planetary boundaries*); superati questi, viene meno la capacità del sistema di ripristinare le condizioni iniziali. (Rockstrom, 2009)

Grazie a questo e ad altri studi (Arrow, 1996; Cruz, 2007; Foley, 2005), è cresciuto a livello globale l'interesse verso il tema della salvaguardia dell'ambiente e si sono susseguite una serie di conferenze internazionali, tra cui Stoccolma 1972, Rio de Janeiro 1992, Johannesburg 2002 e la più recente COP-21, tenutasi a Parigi nel 2015, per la creazione di strategie di cooperazione che mirano alla protezione dell'ambiente.

Da queste conferenze è nato e si è evoluto il concetto di sviluppo sostenibile; in particolare, durante la Conferenza di Stoccolma sull'Ambiente Umano del 1972, (United Nations Conference on the Human Environment) vennero espressi numerosi principi; tra cui i principali sono¹:

- l'uomo ha un diritto fondamentale alla libertà, all'uguaglianza e a condizioni di vita soddisfacenti [...] Egli ha il dovere solenne di proteggere e migliorare l'ambiente a favore delle generazioni presenti e future;
- le risorse naturali devono essere preservate attraverso un'adeguata pianificazione e gestione;
- bisogna mantenere la capacità della Terra di produrre risorse rinnovabili essenziali;
- la conservazione della natura deve avere un ruolo importante all'interno dei processi legislativi ed economici degli Stati;
- lo sviluppo economico e sociale è indispensabile;
- bisogna arrestare le forme di inquinamento che possono danneggiare gli ecosistemi in modo grave o irreversibile;
- nelle politiche e nelle azioni per preservare e migliorare l'ambiente, è necessario tenere presente le situazioni ed i bisogni particolari dei paesi in via di sviluppo;

¹ http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/LaREA/approfondimenti/Sviluppo-Sostenibile_Storia.html#ancora0

- i problemi ambientali internazionali dovrebbero essere affrontati in uno spirito di cooperazione da parte di tutti gli Stati, grandi o piccoli, su un piano d'uguaglianza.

Il risultato di queste riflessioni si palesa nel 1987 con la pubblicazione di “Our Common Future” (il cosiddetto Rapporto Bruntland), elaborato dalla Commissione Mondiale per l’Ambiente e lo Sviluppo (WCED, *World Commission on Environment and Development*) contenente la prima definizione globalmente condivisa di sviluppo sostenibile²:

« lo sviluppo sostenibile è uno sviluppo che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri » (WCED, 1987).

per comprendere il concetto di “sviluppo sostenibile” è necessario esplicitare il cosa si intende con il termine “sostenibilità”, proveniente dalla letteratura scientifica e naturalistica:

«[...]considerata la capacità di riproduzione di una risorsa, si definisce “sostenibile” lo sfruttamento di quest’ultima purché avvenga senza eccedere determinati limiti detti “capitale naturale critico”.» (Lanza, 2006).

Il concetto presentato, una volta applicato oltre che a quella naturale, anche alla sfera sociale ed economica, definisce i tre pilastri fondamentali della sostenibilità (Emilia-Romagna R. , 2000):

- sostenibilità economica (capacità di generare reddito);
- sostenibilità sociale (capacità di generare benessere umano);
- sostenibilità ambientale (la capacità di mantenere lo stesso livello di qualità e riproducibilità delle risorse naturali).

Uno sviluppo che tiene conto di tutte le componenti della sostenibilità, può essere quindi definito sostenibile (Figura 1).

² http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/LaREA/approfondimenti/Sviluppo-Sostenibile_Storia.html#ancora0

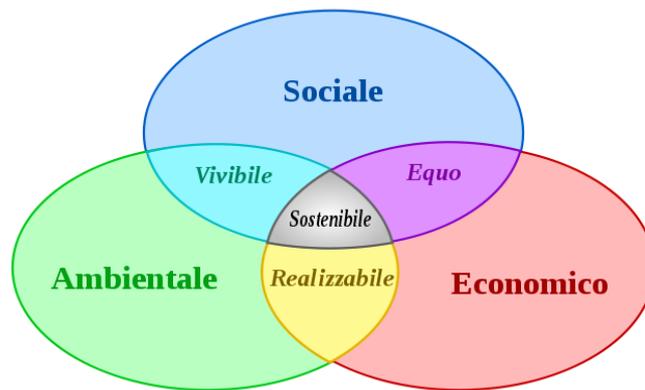


Figura 1. Diagramma delle sostenibilità (wikipedia, 2007)

Con la più recente conferenza di Rio+20 “*United Nations Conference on Sustainable development*” (2012) è stato rinnovato l’impegno degli stati partecipanti per raggiungere gli obiettivi fissati due decenni prima nello stesso luogo.

Nello specifico “Rio+20” si è concentrata su due temi fondamentali³:

- **la *Green Economy* nel contesto dello sviluppo sostenibile e della lotta alla povertà:**

creazione di un modello economico “verde” basato sul concetto di sviluppo sostenibile che, tramite misure economiche, legislative, tecnologiche e di educazione, aspira a ridurre gli impatti dell’attuale sistema senza produrre conseguenze sul benessere economico e sociale delle generazioni presenti e future.

- **Il quadro istituzionale per lo sviluppo sostenibile:**

rivedere e rafforzare le strutture istituzionali esistenti che si occupano dei tre pilastri dello sviluppo sostenibile con la possibilità di riformare l’attuale architettura istituzionale della comunità europea per renderla adeguata alla sfida.

³ <http://www.minambiente.it/pagina/conferenza-rio20-una-sfida-importante#rio>

Il successo del modello di “*Green Economy*” dipende dai soggetti che possono, con formule diverse, influenzare l’andamento del mercato e quindi lo sviluppo della futura economia:

- I **consumatori**, con le loro scelte;
- I **produttori**, con lo sviluppo di metodologie di produzione a minor impatto e con l’adesione a sistemi di certificazione ambientale volontari;
- le **istituzioni pubbliche**, con politiche di sviluppo territoriale ed economico volte alla salvaguardia dell’ambiente.

Per contribuire alla nascita di una economia verde e raggiungere la sostenibilità, questi soggetti hanno a disposizione una serie di strumenti:

- strumenti di comando e controllo;
- strumenti di mercato (incentivi, multe);
- strumenti volontari;
- informazione, formazione ed educazione.

In particolare, a partire dagli anni ’90, sono stati concepiti una serie di strumenti, di tipo volontario, con l’intento di svolgere funzioni analitiche, valutative e comunicazionali sulle prestazioni ambientali dei prodotti e delle organizzazioni; fornendo supporto ai soggetti economici indicati, in modo da indirizzare le loro scelte verso la sostenibilità.

Questi, chiamati certificazioni ambientali, possono riassumersi nelle seguenti categorie⁴:

- Sistemi di gestione ambientale (es. EMAS);
- etichette ambientali (TIPO I – disciplinate dalla norma ISO 14024);
- autodichiarazioni ambientali (TIPO II – disciplinate dalla norma ISO 14021);
- dichiarazioni ambientali di prodotto (TIPO III – disciplinate dalla norma ISO 14025).

Questi strumenti di certificazione, adottati in maniera volontaria, sono disciplinati a livello internazionale dalle norme create dalla *International Organization for Standardization* (ISO), un’organizzazione che si occupa di sviluppare e pubblicare standard

⁴ <http://www.minambiente.it/pagina/certificazione-ambientale>

di certificazione per aziende, società e governi. In particolare, le norme ISO della serie 14000 si occupano di fornire gli strumenti pratici a imprese e organizzazioni che desiderano gestire le proprie responsabilità ambientali⁵ (nel cap. 1.4 tale argomento verrà trattato in maniera più approfondita).

Le etichette del tipo I e II si basano sul metodo della valutazione del ciclo di vita (*Life Cycle Assessment* - LCA): un'analisi del soggetto di studio (prodotto/servizio o organizzazione) ottenuta tramite lo studio dell'intero ciclo di vita di quest'ultimo (dall'estrazione delle materie prime, necessarie alla produzione del bene servizio, allo smaltimento dello stesso).

Una definizione di LCA viene fornita dalle norme ISO 14040 che regolamentano la metodologia:

"[...]compilazione e valutazione attraverso tutto il ciclo di vita dei flussi in entrata e in uscita, nonché i potenziali impatti ambientali, di un sistema di prodotto." (ISO 14040, 2006).

Negli ultimi anni si è assistito ad una rapida diffusione di studi basati sulla valutazione del ciclo di vita e sono stati messi a punto una serie di strumenti di valutazione ambientale (ILCD (2010), ISO 14064 *Greenhouse gases protocol* (2006), *Environmental Footprint* (2009), ecc.), basati sull'approccio LCA, che differiscono tra di loro per scopi, requisiti e consistenza dei risultati (Pelletier, 2014) (nel cap. 1.3 verrà trattato in maniera più approfondita la metodologia LCA).

Questo fenomeno ha reso necessario uno sforzo da parte della Commissione Europea al fine di giungere ad una "standardizzazione" della metodologia di valutazione del LCA, per rendere il più possibile comparabili i risultati delle analisi ed i contenuti delle comunicazioni delle prestazione ambientale dei prodotti e delle organizzazioni⁶.

Il risultato di questa standardizzazione della metodologia ha portato alla creazione di due strumenti di calcolo dell'impronta ambientale, la *Product Environmental Footprint* (PEF) e l'*Organization Environmental Footprint* (OEF) (2013) (trattati in maniera approfondita nel cap. 1.5).

⁵ <http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso14000.htm>

⁶ <http://www.minambiente.it/pagina/certificazione-ambientale>

1.2 Obiettivi

In un panorama dove si registra un crescente interesse verso il tema della salvaguardia dell'ambiente, gli strumenti utilizzati per conseguire questo ambizioso ed essenziale obiettivo sono in costante evoluzione; è quindi necessario cercare di individuare limiti e punti di forza per apportare le opportune modifiche, al fine di ottenere una ottimizzazione dei risultati,.

In questo studio è stata svolta una analisi approfondita dei seguenti strumenti:

LCA: metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei carichi energetici ed ambientali e degli impatti potenziali associati ad un prodotto/processo/attività lungo l'intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie prime al fine vita (ISPRA);

ISO 14001:2015: ultima versione dello standard di certificazione internazionale che fornisce i requisiti per la certificazione di un sistema di gestione ambientale presentando una serie di implementazioni rispetto alla precedente versione della norma;

OEF: metodologia per il calcolo della impronta ambientale delle organizzazioni, basata sul concetto del ciclo di vita;

Metodo *Environmental Management Research Group* (EMRG): metodologia ideata dal gruppo di ricerca EMRG del Centro Interdisciplinare per la Ricerca nelle Scienze Ambientali (CIRSA) per l'implementazione di un Sistema di Gestione Ambientale (SGA) che, consentendo l'identificazione e la valutazione degli aspetti ambientali, permette di ottenerne un elenco ordinato sulla base del loro valore di significatività e dunque una gerarchia di interventi.

Il soggetto delle analisi effettuate è la Società di Gestione dell'Aeroporto Internazionale di Palermo "Falcone Borsellino" (GES.A.P. S.p.A.), la quale ha ottenuto nel Dicembre 2008 la Certificazione Ambientale di Qualità ai sensi della norma UNI EN ISO 14001: 2004, applicando la metodologia EMRG per l'implementazione del proprio SGA.

Questo lavoro ha come primo obiettivo quello di indagare la possibile applicazione della metodologia OEF, tuttora in fase sperimentale, ad un ente di gestione aeroportuale; si cercherà quindi, svolgendo le procedure per una analisi di screening sull'OEF di GESAP, di ottenere i alcuni risultati preliminari sull'impronta ambientale dell'organizzazione. Il secondo obiettivo di questa tesi è quello di individuare, a seguito delle novità introdotte con la recente versione della norma ISO 14001:2015, un metodo

alternativo per la classificazione degli aspetti ambientali che soddisfi le nuove direttive dei SGA.

Prima di introdurre e descrivere il soggetto del caso studio, nei paragrafi che seguiranno verranno esposti gli strumenti per il calcolo dell'impatto ambientale dei prodotti/servizi (LCA), per il calcolo dell'impronta ambientale delle organizzazioni (OEF), per la standardizzazione dei SGA (ISO 14001) e per la classificazione degli aspetti ambientali (metodo EMRG).

1.3 Life Cycle Assessment

Dal concetto di sviluppo sostenibile, è nato un nuovo approccio denominato “*Life Cycle Thinking*” (LCT), che cerca di analizzare gli impatti ambientali dei sistemi andando oltre i tradizionali processi di valutazione; infatti, oltre a quelli ambientali, cerca di considerare anche gli impatti sociali ed economici lungo l'intero ciclo di vita del prodotto o servizio analizzato (Figura 2).



Figura 2- Schema del ciclo di vita di un prodotto (ARPA ER, 2016)

L'approccio LCT ha generato tre strumenti di analisi: *Life Cycle Costing* (LCC), *Social Life Cycle Assessment* (S-LCA) e *Life Cycle Assessment* (LCA); le metodologie hanno un diverso grado di evoluzione e ognuno di esse valuta differenti aspetti dell'impatto.

Il metodo LCA è una procedura standardizzata che calcola l'impatto ambientale di un prodotto, processo o attività considerando tutte le diverse fasi del suo ciclo di vita.

Le origini del LCA risalgono agli inizi degli anni '60 quando, per l'esauribilità delle risorse fossili, ha visto la sua applicazione nei primi bilanci energetici e di massa,

tanto che , negli anni '90 si è avviato un processo di standardizzazione che ha portato alla pubblicazione nel 1997 delle ISO 14040.

Con lo scopo di individuare, le soluzioni più opportune per limitare i carichi ambientali, Il LCA stima gli effetti sull'ambiente dei consumi di risorse e delle emissioni nei differenti comparti ambientali, valutandone l'importanza.

Uno studio di LCA dovrebbe comprendere tutte le fasi del ciclo di vita, "dalla culla alla tomba" (*from cradle to grave*), di un prodotto; ma molto spesso a causa della mancanza di risorse viene deciso di limitare lo studio ad alcune fasi.

Questo tipo di analisi rappresenta la miglior base per sviluppare etichette ecologiche e conseguire il miglioramenti di propri prodotti, tuttavia richiede tempi e costi significativi: più di un anno e costo variabile tra i 200 milioni fino ad alcuni miliardi (Chiarini & Associati srl).

1.3.1 Fasi di uno studio LCA

Uno studio sul LCA di un prodotto consta di quattro fasi (Figura 3):

- Definizione dell'ambito e del campo di applicazione;
- Analisi dell'inventario;
- Valutazione di impatto;
- Interpretazione dei risultati.

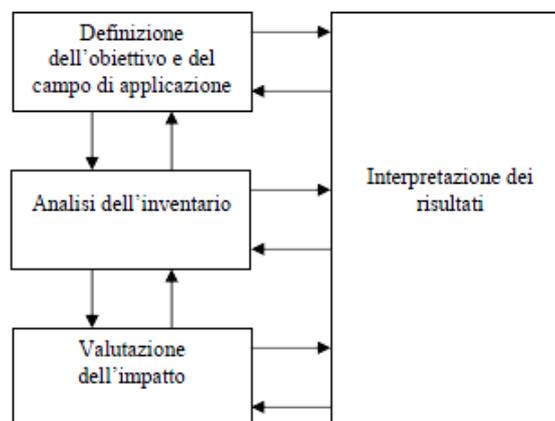


Figura 3 – Fasi di uno studio LCA

1.3.1.1 Definizione dell'ambito e del campo di applicazione

Questa fase è il punto centrale della metodologia in quanto non si definiscono esclusivamente le ragioni dello studio, i suoi scopi, la profondità, ed il sistema da analizzare ma anche due elementi essenziali in uno studio LCA:

- I confini del sistema: confini fisici e temporali che delimitano i processi da valutare nello studio LCA;
- L'unità funzionale: oggetto riferimento dello studio a cui tutti i dati in ingresso ed in uscita si riferiscono.

1.3.1.2 Analisi dell'inventario

In questa fase si raccolgono i dati quantitativi di tutti i flussi di materia e di energia entranti e uscenti dai confini del sistema.

All'interno dei confini del sistema può essere creato un diagramma di flusso che rappresenti schematicamente i processi esaminati.

I dati possono derivare da tre fonti, con diverse affidabilità:

- dati primari, raccolti direttamente dal produttore o dal gestore del servizio;
- dati secondari, reperiti da banche dati disponibili all'interno dei software LCA;
- dati terziari, reperiti dalla letteratura scientifica.

1.3.1.3 Valutazione di impatto

Questa fase consente di valutare gli impatti del sistema tramite un processo quantitativo, guardando agli effetti ambientali delle sostanze inventariate.

La fase si compone di quattro ulteriori passaggi:

- Classificazione: scelta delle categorie ambientali (*impact categories*) in cui classificare i potenziali impatti;
- Caratterizzazione: quantificazione degli impatti sulle categorie tramite formule standardizzate internazionali con ottenimento di un valore di *impact score*;
- Normalizzazione: traduzione dei valori degli impatti su ogni categoria in contributi relativi del prodotto ad una situazione di riferimento;

- **Pesatura:** assegnazione di valori di importanza relativa ad ogni categoria.

Secondo la norma ISO 14040, solamente le fasi di classificazione e caratterizzazione sono obbligatorie.

1.3.1.4 Interpretazione dei risultati

L'interpretazione dei risultati delle fasi di inventario e di valutazione degli impatti consiste nella redazione di conclusioni e di raccomandazioni per il miglioramento della prestazioni ambientale del sistema, effettuando confronti tra i risultati di scelte differenti.

1.4 Standard ISO 14001

In questo paragrafo verranno introdotte le norme ISO ed i benefici che esse possono portare a diversi livelli del sistema socio-economico. Successivamente, l'attenzione verrà focalizzata sulla norma ISO 14001, sulla sua diffusione a livello globale ed infine sui Sistemi di Gestione Ambientale, per i quali la norma è guida al loro sviluppo.

In conclusione, una panoramica delle principali novità introdotte con l'ultima revisione della norma la ISO 14001:2015 sarà approfonditamente analizzata.

1.4.1 Norme ISO

L'organizzazione internazionale non governativa ISO, dal greco ἴσος "uguale", è la più importante a livello globale per la definizione di norme tecniche⁷.

Essa si occupa dello sviluppo e della pubblicazione di standard internazionali.

Uno standard ISO è un documento che fornisce requisiti e specifiche linee guida usate per garantire che materiali, prodotti, processi e servizi siano idonei a svolgere la loro funzione⁸.

⁷ https://it.wikipedia.org/wiki/Organizzazione_internazionale_per_la_normazione

⁸ <http://www.iso.org/iso/home/standards.htm>

Gli standard internazionali, come documentato da una vasta bibliografia (Pereira-Moliner, 2012; Daddi, 2015; Fura, 2013), portano benefici a diversi livelli del sistema perché producono vantaggi tecnologici, economici e sociali, contribuendo ad armonizzare le specifiche tecniche di prodotti e servizi, rendendo l'industria più efficiente e abbattendo le barriere del commercio internazionale.

I benefici dell'applicazione di questi standard si possono riassumere in⁹:

- **Benefici per le aziende:**
 - Diminuzione delle spese;
 - Facilitazione all'accesso a nuovi mercati;
 - Aumento della competitività;
 - Benefici ambientali.

- **Benefici per la società:** Le norme ISO garantiscono che i prodotti e i servizi sono sicuri, affidabili e di buona qualità, fornendo informazioni fruibili dai consumatori (e non solo) che devono operare delle scelte.

- **Benefici per i governi:** I governi possono utilizzare gli standard ISO in diversi modi: per esempio, per sostenere politiche pubbliche, questi possono fare riferimento a norme ISO nei regolamenti; beneficiando indirettamente del parere di esperti (sviluppatori delle norme stesse); integrando le norme ISO nelle normative nazionali, garantendo la conformità dei prodotti e facilitando quindi la circolazione delle merci.

1.4.2 Certificazione

La certificazione è una procedura con cui una terza parte indipendente dà assicurazione scritta che un prodotto, un servizio, un processo o una persona è conforme ai requisiti specificati.

ISO sancisce norme internazionali ma non si occupa della loro certificazione; tuttavia ha sviluppato, tramite la Commissione sulla Valutazione di Conformità (*Committee on Conformity Assessment*) (CASCO), una serie di norme le UNI EN ISO

⁹ <http://www.iso.org/iso/home/standards/benefitsofstandards.htm>

17000 che rappresentano il quadro di riferimento normativo per gli enti di accreditamento¹⁰ (ACCREDIA in Italia) e per gli organismi di certificazione.

1.4.3 Sistemi di gestione ambientale

Prima di analizzare la norma UNI EN ISO:14001 di interesse per il presente studio, è importante introdurre uno dei più diffusi strumenti volontari: il Sistema di Gestione Ambientale (SGA) (*Environmental Management System - EMS*).

Un SGA è un insieme di procedure atte al miglioramento continuo delle prestazioni ambientali di una organizzazione, misurate attraverso appositi indicatori. Si tratta di un approccio strutturato che può essere intrapreso da qualsiasi tipo di organizzazione (sia pubblica che privata), la quale può dimostrare di aver raggiunto obiettivi e strategie, precedentemente definiti;

Nella norma ISO:14001 è contenuta una definizione di SGA:

“la parte del sistema di gestione generale che comprende la struttura organizzativa, le attività di pianificazione, le responsabilità, le prassi, le procedure, i processi, le risorse per elaborare, mettere in atto, conseguire, riesaminare e mantenere attiva la politica ambientale” (ISO, 2004).

I sistemi di Gestione Ambientale sono basati sulla logica di sistema del “ciclo di Deming” (1986) meglio noto come *Plan* (pianificare), *Do* (fare), *Check* (controllare) e *Act* (agire) (PCDA) (Johnson, 2002); si tratta di un approccio iterativo che consente di ottenere un miglioramento continuo del sistema al quale è applicato (Figura 4):

- **Plan:** “pianificare”, decidere cosa fare, come farlo e in che tempi. Stabilire obiettivi ed processi necessari per fornire risultati in linea con le necessità del cliente, dell'ambiente e delle politiche dell'organizzazione
- **Do:** “fare”, mettere in pratica quanto pianificato. Dare attuazione ai processi;
- **Check:** “controllare” verificare se si è fatto quanto pianificato attraverso dati oggettivi. Monitorare e misurare processi e prodotti a fronte delle politiche, degli obiettivi e dei requisiti relativi ai prodotti e riportarne i risultati;

¹⁰ Accredito - il riconoscimento formale dell'utilizzo di determinati standard internazionali da parte di un organismo indipendente sull'operato di un ente di certificazione.

- **Act:** “agire”, adottare azioni per migliorare in modo continuativo le prestazioni dei processi.



Figura 4- Ciclo PDCA per il miglioramento continuo, fonte <http://www.liceomajorana.gov.it/organigramma/2-uncategorised/140-autovalutazione-d-istituto.html>

Questo sistema si traduce in una serie di fasi che l'organizzazione, che vuole munirsi di un SGA, dovrà svolgere:

- **effettuare l'analisi ambientale iniziale**, che stabilisce la posizione iniziale dell'organizzazione rispetto alle condizioni ambientali;
- **stabilire una propria politica ambientale**, costituita da obiettivi ed impegni essenziali per fissare target specifici;
- **elaborare il programma ambientale** che consiste nella descrizione delle misure da adottare per raggiungere gli obiettivi definiti nella politica ambientale;
- **attuare il sistema di gestione ambientale**, per sviluppare, mettere in atto, realizzare e mantenere la politica ambientale;
- **auditing**, ossia una valutazione sistematica, periodica, documentata e obiettiva delle prestazioni dell'organizzazione, del sistema di gestione ambientale e dei processi destinati a proteggere l'ambiente.

1.4.4 ISO 14001

La serie delle norme ISO 14000 fornisce strumenti pratici per aziende e organizzazioni di ogni tipo che cercano di gestire le proprie responsabilità ambientali¹¹.

¹¹ <http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso14000.htm>

In particolare, lo standard ISO 14001 è, insieme al *European Management and Audit Scheme* (EMAS), il più comune standard per l'implementazione di un SGA.

La ISO 14001, strumento utilizzato per integrare le problematiche ambientali nelle strategie aziendali, specifica i requisiti di un SGA che la compagnia o l'organizzazione può volontariamente adottare al fine di migliorare le proprie prestazioni, raggiungendo così gli obiettivi fissati nella sua politica ambientale.

La norma non prescrive obiettivi di prestazione ambientale specifici, ma fornisce gli strumenti per valutare l'impatto delle attività connesse alla creazione di prodotti/servizi (Glavič, 2007).

Questo strumento è applicabile a qualsiasi organizzazione che intende stabilire, attuare, mantenere e migliorare un sistema di gestione ambientale, indipendentemente dalla dimensione o dal settore in cui opera. Ciò può essere possibile grazie alla strutturazione della norma che fornisce i requisiti di un SGA (Figura 5).

0. Introduzione
1. Scopo
2. Referenze normative
3. Termini e definizioni
4. sistema di gestione ambientale
4.1 Requisiti generali
4.2 Politica ambientale
4.3 Pianificazione
4.3.1 Aspetti ambientali
4.3.2 Prescrizioni legali e altre
4.3.3 Obiettivi e traguardi ambientali
4.3.4 Programmi ambientali
4.4 Attuazione e funzionamento
4.4.1 Risorse, ruoli, responsabilità e autorità
4.4.2 Competenza, formazione e consapevolezza
4.4.3 Comunicazione interna ed esterna
4.4.4 Documentazione del sistema di gestione ambientale
4.4.5 Controllo della documentazione
4.4.6 Controllo operativo
4.4.7 Preparazione alle emergenze e risposta
4.5. Controlli ed azioni correttive
4.5.1 Sorveglianza e misurazione
4.5.2 Non conformità, azioni correttive e preventive
4.5.3 RegISTRAZIONI
4.5.4 Audit del sistema di gestione ambientale
4.6 Riesame da parte della direzione

Figura 5 –Schema della norma ISO 14001:2004 suddivisa in capitoli.

L'applicazione di un SGA, in linea con la norma ISO 14001, e la sua certificazione tramite un ente di certificazione accreditato, dovrebbe portare alla:

- gestione delle proprie attività nel rispetto dell'ambiente tramite la:
 - riduzione dell'inquinamento (emissioni nonché sprechi e consumo di energia);
 - implementazione in modo continuativo del SGA per migliorare la propria prestazione ambientale.
- Ad accrescere la fiducia da parte degli *stakeholders*.

L'implementazione di un sistema di gestione ambientale, secondo la norma ISO 14001, prevede una serie di attività coordinate alla metodologia PDCA (Figura 6):

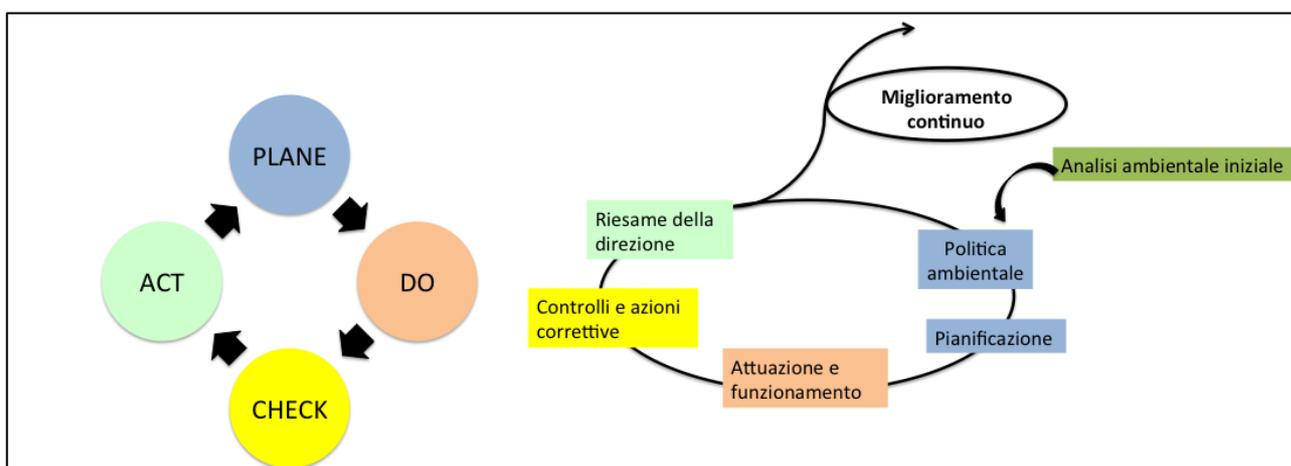


Figura 6 - Ciclo PDCA in relazione alle attività previste dalla norma ISO 14001.

- **analisi ambientale iniziale:** fortemente consigliata ma non obbligatoria, è il punto di partenza per l'implementazione di un SGA. Consente di fare luce sulle effettive prestazioni ambientali dell'organizzazione e di acquisire una conoscenza approfondita della stessa e dei suoi aspetti ambientali significativi;
- **creazione di una politica ambientale:** contiene gli obiettivi generali ed i principi d'azione relativi alla salvaguardia dell'ambiente;

- **pianificazione:** progettazione e stesura di un sistema di procedure da attivare all'interno dell'organizzazione che consentono di identificare:
 - gli aspetti ambientali dell'attività;
 - la normativa nazionale vigente per tutti gli aspetti ambientali generati;
 - gli obiettivi inerenti gli aspetti ambientali significativi;
 - programma di gestione ambientale atto a garantire il raggiungimento degli obiettivi prefissati.
- **Attuazione e funzionamento:** le fasi di politica e pianificazione sono rese effettive dalla attuazione del primo ciclo del SGA. Occorre, inoltre, definire la struttura organizzativa a cui verranno assegnati responsabilità e potere per l'attuazione delle procedure. La norma richiede anche la stesura di un manuale del SGA per agevolarne la comprensione;
- **Controlli e azioni correttive:** la norma non impone una frequenza degli audit, tuttavia questi devono essere svolti per verificare la conformità del SGA realizzato con la Norma ISO:14001, con gli obiettivi della politica ambientale e con la reale operatività aziendale, per trarne eventuali spunti di miglioramento.
- **Riesame della direzione:** in conclusione di un ciclo di applicazione del SGA, i risultati dei controlli e delle azioni correttive vengono utilizzati per la rivalutazione degli obiettivi della politica ambientale, iniziando così un nuovo ciclo di applicazione e garantendo un miglioramento continuo delle prestazioni ambientali.

Una organizzazione può richiedere una analisi da parte di un certificatore accreditato della conformità del proprio SGA alla norma. Quest'ultimo, accertata la conformità, rilascia la certificazione con valenza internazionale.

In particolare una certificazione ISO 14001 attesta che l'organizzazione (ACCREDIA):

- ha definito una politica ambientale idonea alla natura, alle dimensioni e agli impatti ambientali delle sue attività e dei suoi prodotti e servizi;
- ha definito gli aspetti ambientali delle sue attività, dei suoi prodotti e servizi che è in grado di controllare e/o influenzare, e ha identificato quelli che potrebbero avere un impatto ambientale importante (aspetti ambientali significativi, inclusi quelli che riguardano fornitori e contraenti);

- ha predisposto procedure per individuare leggi ambientali e altri requisiti applicabili per definire come questi vengono applicati ai propri aspetti ambientali e per mantenere aggiornate le relative informazioni;
- ha attivato controlli efficaci per soddisfare i requisiti legali e altri applicabili;
- ha definito obiettivi ambientali misurabili, prendendo in considerazione requisiti di legge e fattori ambientali significativi, e ha predisposto programmi per raggiungere questi obiettivi;
- ha garantito che il personale che opera per l'organizzazione è consapevole dei requisiti del sistema di gestione ambientale e che ha la competenza per effettuare attività che possono avere importanti impatti ambientali;
- ha attuato procedure per la comunicazione interna;
- ha garantito che le operazioni associate a impatti ambientali significativi siano effettuate con controlli e monitoraggi specifici, e controlla le caratteristiche chiave delle proprie operazioni che potrebbero avere un importante impatto ambientale;
- ha stabilito e (ove possibile) testato procedure per affrontare emergenze che potrebbero avere impatto sull'ambiente;
- valuta periodicamente la conformità con i requisiti legali ed altri;
- provvede per evitare le non conformità e prevede procedure per:
 - trattare eventuali non conformità;
 - analizzare le cause di tale non conformità ed effettuare azioni correttive per evitare eventuali ripetizioni delle stesse;
- ha attuato procedure efficaci per il riesame da parte della direzione e verifiche ispettive interne.

Per garantire l'omogeneità di comportamento e per la credibilità della certificazione, gli organismi di certificazione devono operare secondo le indicazioni di specifiche norme, in particolare UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2011 per la certificazione dei sistemi di gestione.

1.4.5 Diffusione della norma

Sono più di 300.000 le certificazioni ISO 14001 rilasciate in 171 paesi in tutto il mondo.

Ogni anno ISO effettua in ogni paese un sondaggio sul numero di certificazioni valide, degli standard (come ISO 14001 e ISO9001). Viene riportato in (Figura 7) il sondaggio sul numero delle certificazioni ISO:14001 valide all'anno 2014.

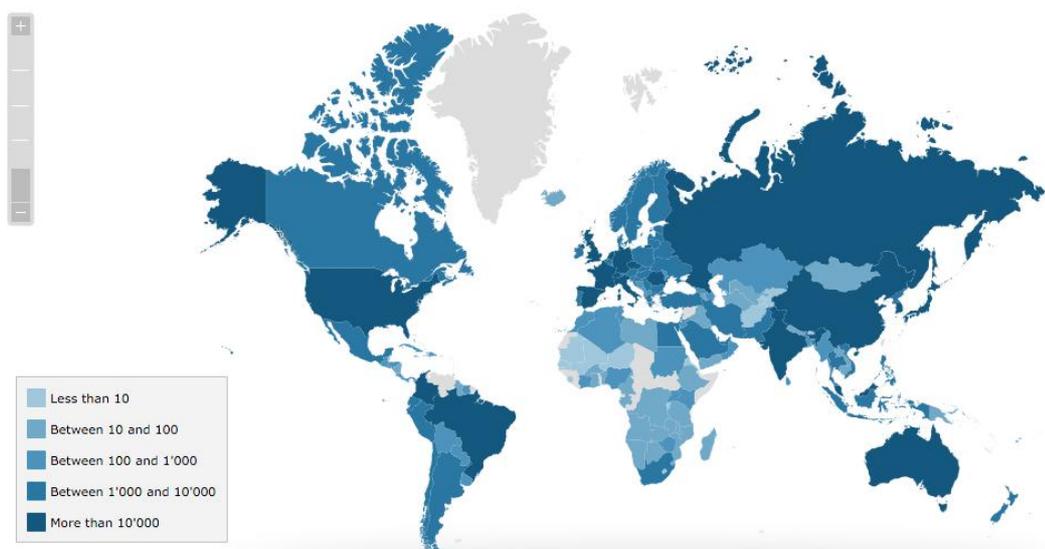


Figura 7 - Numero di certificazioni ISO 14001 valide nel 2014, fonte ISO survey.

Di seguito viene invece riportata la variazione dal 1999 al 2014 delle certificazioni ISO:14001 in Italia (Figura 8), in cui si può notare una loro costante crescita .

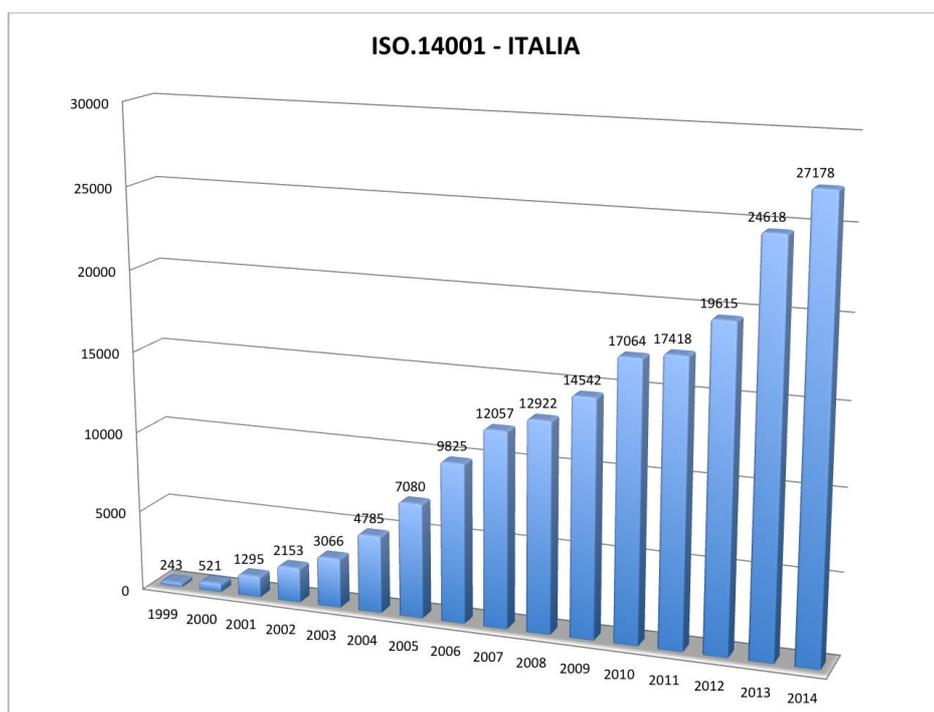


Figura 8 – Variazione delle certificazioni ISO 14001 in Italia dal 1999 al 2014, fonte ISO survey.

1.4.6 ISO14001:2015

Tutti gli standard ISO devono essere sottoposti ad un processo di revisione ogni cinque anni, per valutare la conformità degli standard con i cambiamenti del contesto (ISO Directive Part 1, Cl. 2.9.1).

La norma ISO 14001 è stata oggetto di diverse revisioni: la prima pubblicazione risale infatti al 1996 (ISO14001:1996), successivamente revisionata nel 2004 (ISO14001:2004) e infine implementata nel 2015 con la pubblicazione il 15 settembre 2015 della norma ISO 14001:2015.

In questo capitolo, grazie alle informazioni raccolte (da Fonseca, 2015; ISO/TC 207/TC 1, 2014; Fagateanu, 2015; ISO/TC 207/TC 1, 2014) vengono riportate le principali novità introdotte nella norma ISO 14001:2015 rispetto all'edizione precedente:

- **Annex SL:** lo standard ISO 14014:2015 ha una struttura diversa, segue infatti le indicazioni riportate nel *Annex SL* (ISO/IEC, 2015), il quale stabilisce la nuova struttura di livello superiore (*high level structure - HLS*) applicabile a tutti gli standard dei sistemi di gestione ISO. L'elenco numerato presente nella (Tabella 1) è la riproduzione delle sezioni della HLS che rimodula la struttura degli standard;

Tabella 1 – Sezioni della norma ISO 14001:2004 e sezioni della norma ISO 14001:2015 secondo la HLS.

ISO 14001:2004	ISO 14001:2015
0. introduzione	0. introduzione (<i>introduction</i>)
1. scopo	1. scopo (<i>scope</i>)
2. referenze normative	2. referenze normative (<i>normative references</i>)
3. termini e definizioni	3. termini e definizioni (<i>terms and definitions</i>)
4. sistema di gestione ambientale	4. contesto dell'organizzazione (<i>context of the organization</i>)
4.2 politica ambientale	5. <i>leadership</i>
4.3 pianificazione	6. pianificazione (<i>planning</i>)
4.4 attuazione e funzionamento	7. mantenimento (<i>support</i>)
4.5 verifica	8. funzionamento (<i>operation</i>)
4.6 riesame della direzione	9. verifica (<i>performance evaluation</i>)
	10. miglioramento (<i>improvement</i>)

- **Strategic Environmental Management:** il “contesto dell'organizzazione”, quale nuovo requisito, consente di identificare e sfruttare le opportunità a beneficio sia della organizzazione che dell'ambiente. Viene posta particolare attenzione alle aspettative e ai bisogni degli *stakeholders*, alle condizioni ambientali locali, regionali o globali che possono influenzare, o essere influenzati, dall'organizzazione. Una volta identificate le opportunità e i rischi, le azioni di

mitigazione e di sfruttamento sono integrate nella pianificazione operativa del sistema di gestione ambientale.

- **Leadership:** È stata aggiunta una nuova clausola che impone l'assegnazione di responsabilità specifiche per i ruoli di leadership, allo scopo di implementare le possibilità di successo del sistema.
- **Protecting the environment:** L'obiettivo della protezione dell'ambiente è stato ampliato in modo tale da garantire l'impegno in azioni proattive¹² per proteggere l'ambiente dai danni coerenti al contesto dell'organizzazione.
- **Environmental performance:** è stato apportato uno spostamento di enfasi per quanto riguarda l'obiettivo del miglioramento continuo, dal miglioramento del SGA al miglioramento delle prestazioni ambientali. Coerentemente con gli impegni politici dell'organizzazione, questa dovrebbe ridurre emissioni, scarichi e rifiuti ai livelli stabiliti da sé stessa prefissati.
- **Life cycle perspective (LCP):** In aggiunta al requisito, presente nella vecchia norma, di gestire gli aspetti ambientali connessi con beni e servizi non direttamente forniti dall'organizzazione, le aziende dovranno estendere il loro controllo e la loro influenza agli impatti ambientali connessi con la fase di uso del prodotto e quella di fine vita. Ciò non implica l'obbligo di effettuare una valutazione del ciclo di vita.
- **Communication:** è stato aggiunto l'obbligo di sviluppare una strategia concentrata sulle comunicazioni sia interne che esterne. Questa aggiunta include requisiti di comunicazione delle informazioni coerenti ed affidabili e la creazione di un organo, sotto il controllo dell'organizzazione che si occupi di dare consigli sul miglioramento del SGA. Effettuare una comunicazione esterna delle prestazioni rimane una libera scelta dell'organizzazione, che, in caso decida di intraprendere tale scelta, dovrà tener conto sia dei requisiti imposti dalle agenzie di regolamentazione sia delle aspettative delle parti interessate.
- **Documentation:** seguendo l'evoluzione dei sistemi informatici basati su *cloud*, per l'esecuzione dei SGA la revisione incorpora il termine “*documented information*”, invece di «documenti» e «registri».

¹² Nel linguaggio aziendale, di chi opera con il supporto di metodologie e strumenti utili a percepire anticipatamente i problemi, le tendenze o i cambiamenti futuri, al fine di pianificare le azioni opportune in tempo. (<http://www.treccani.it/vocabolario/proattivo/>)

Dopo luglio 2015, le società che sono certificate ISO 14001: 2004 avranno 3 anni (fino a luglio 2018) per la transizione alla nuova norma ISO 14001: 2015, alla scadenza di questo termine le vecchie certificazioni non saranno più valide.

1.5 Organization Environmental Footprint

L'impronta ambientale delle organizzazioni (*Organisation Environmental Footprint*, OEF) è una misura multifattoriale delle prestazioni ambientali di organizzazioni che forniscono beni e servizi, basata sul concetto LCA.

La realizzazione di questo strumento valutativo, attualmente in fase di *testing*, risponde ad uno dei "punti da sviluppare" inseriti nella "tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse" (COM(2011) 571), quale iniziativa pilota concepita nel quadro della strategia di crescita dell'Unione Europea per il prossimo decennio (Europa 2020). Il suo sviluppo mira alla creazione di un'economia sostenibile, con alti livelli di occupazione, produttività e coesione sociale. La tabella di marcia definisce e indica tappe ed elementi necessari per progredire verso una crescita sostenibile ed efficiente sotto il profilo delle risorse.

Di particolare interesse per il presente studio è la creazione di una metodologia comune per il calcolo delle prestazioni ambientali di prodotti e organizzazioni; uno strumento che operi un'analisi multifattoriale, tenendo conto delle pressioni causate da tutti i flussi di materia ed energia generati nelle fasi del ciclo di vita.

"Istituire un approccio metodologico comune per consentire agli stati membri e al settore privato di valutare, rendere note e confrontare le prestazioni ambientali dei prodotti, dei servizi e delle aziende sulla base di una valutazione globale del loro impatto ambientale nel corso del loro ciclo di vita." (COM(2011) 571).

Il *Directorate-General for the Environment (DG Environment)* insieme al *European Commission's Joint Research Centre (JRC IES)*, basandosi sul concetto del LCA e sul *Life Cycle Data System Handbook (ILCD Handbook)*, hanno portato a compimento la stesura di un documento contenente le metodologie, da utilizzare a livello comunitario, per

misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni (2013/179/UE).

Gli strumenti di calcolo generati parallelamente da questo processo di standardizzazione della metodologia sono la *Product Environmental Footprint* (PEF) e l'OEF.

I due strumenti presentano molti elementi condivisi ed il comune obiettivo di ottenere studi coerenti, esaurienti e riproducibili; la differenza principale sta nell'obiettivo della analisi, in particolare la PEF ha la funzione di calcolare gli impatti di un singolo prodotto mentre l'OEF prende in esame l'intera organizzazione responsabile dell'erogazione di una serie di prodotti e servizi facenti parte del suo *portfolio* prodotti.

Il presente studio si focalizza sulla metodologia OEF, di seguito analizzata in tutti i suoi *step*.

1.5.1 Obiettivi, destinatari e possibili utilizzi

L'obiettivo generale della metodologia OEF è quello di ridurre gli impatti ambientali connessi alle attività delle organizzazioni; per fare questo si procede con la valutazione dell'impatto complessivo di una organizzazione, includendo tutte le attività che caratterizzano le catene di approvvigionamento/fruizione dei prodotti e servizi.

I soggetti ai quali può essere applicato questo strumento sono di tutti i tipi: organizzazioni, imprese, enti della pubblica amministrazione, enti gestori, organizzazioni senza scopo di lucro e altri organismi.

Per il raggiungimento dell'obiettivo generale della metodologia, questa analisi può essere sfruttata in diversi modi e per diversi scopi (di seguito elencati e presenti nella Guida all'impronta ambientale delle organizzazioni):

- **Valutazioni comparative:** confrontare le prestazioni ambientali di due o più organizzazioni per operare scelte sostenibili;
- **Rilevamento delle prestazioni:** studiare le prestazioni ambientali per intervenire sui fattori di pressione maggiormente incidenti;
- **Gestione della catena di approvvigionamento:** ricerca di sistemi di approvvigionamento con costi ambientali inferiori;
- **Mitigazione e partecipazione a programmi volontari o obbligatori** raggiungere i requisiti necessari al conseguimento di certificazioni ambientali.

1.5.2 Iter metodologico

La pubblicazione finale della guida metodologica sull'OEF (in concomitanza con quella della PEF) è avvenuta come annesso alle raccomandazioni della Commissione Europea 2013/179/UE relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni.

Prima della pubblicazione della guida metodologica sono state svolte una serie di attività e di incontri con lo scopo di testare la metodologia ed individuare le possibili criticità, in particolare è stato stabilito un percorso così strutturato (Figura 9).

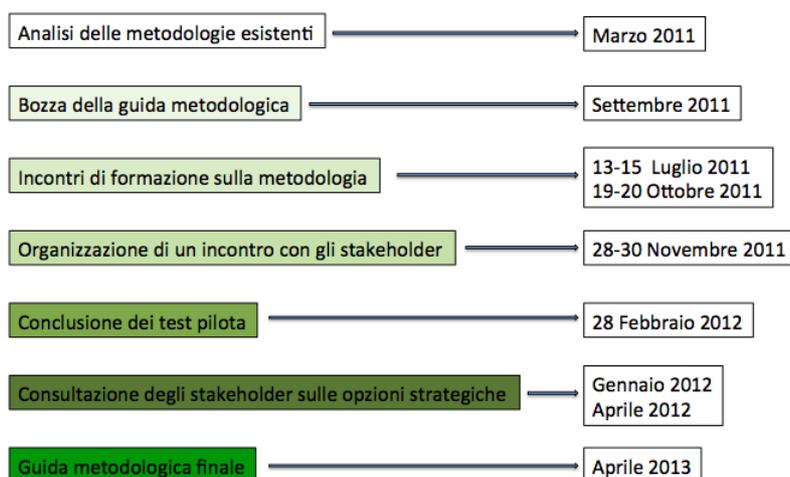


Figura 9 – Iter per la stesura della metodologia.

Dopo l'analisi delle metodologie esistenti è stata prodotta una prima bozza della guida, contenente le direttive su come condurre uno studio PEF/OEF. Queste metodologie sono state applicate a 10 casi pilota (*first wave of pilots*, iniziata il 4 novembre 2013), selezionati grazie ad una campagna di reclutamento volontari.

Dai risultati emersi dalla conclusione dei *pilots*, sono state identificate le criticità della metodologia e le correzioni da apportare alla guida prima della pubblicazione della versione finale (2013). Ad oggi si è conclusa la selezione delle proposte per la seconda ondata di studi pilota (*2nd wave of Environmental Footprint pilots*) che ha portato alla selezione di due attività da sottoporre alla metodologia che si occupano di prodotti caseari e tè (European Commission, 2015).

1.5.3 Organisation Environmental Footprint Sector Roules (OEFSR)

Per aumentare la riproducibilità, la coerenza e la rilevanza degli studi di OEF sono state ideate delle regole di settore (*Organisation Environmental Footprint Sector Roules - OEFSR*), sviluppate dagli studi pilota sull'OEF, come esposto nella *Guidance for the implementation of the EU Organisation Environmental Footprint (OEF) during the Environmental Footprint (EF) Pilot Phase* (guida per l'implementazione dell'OEF, durante la fase pilota dell'impronta ambientale). Qualsiasi organizzazione, operante in quel settore, dovrà rispettare dette regole per intraprendere uno studio di OEF.

Sarà a questo punto possibile concentrare l'attenzione sui parametri più importanti per determinare le prestazioni ambientali di un settore e quindi di ridurre tempi, sforzi e costi.

Inoltre le regole settoriali dovranno delineare le informazioni aggiuntive da fornire nello studio sull'OEF con lo scopo di aumentare la comparabilità tra studi di organizzazioni operanti nel medesimo settore.

All'interno delle OEFSR devono essere definiti alcuni aspetti fondamentali su come applicare la metodologia:

- confini del sistema;
- periodo di riferimento e durata della fase di utilizzo da considerare;
- informazioni da includere nelle fasi di utilizzo e fine vita (se considerate nell'analisi);
- modalità di compilazione del portafoglio prodotti;
- scelta dei dati con precisazioni su quali debbano essere specifici o generici, indicando inoltre possibili fonti di dati;
- norme per risolvere le questioni della multifunzionalità.

E' necessario specificare che uno studio OEF non utilizzato a scopo comparativo, non dovrà necessariamente sottostare alle OEFSR.

1.5.4 Fasi di uno studio OEF

All'interno della guida metodologica pubblicata nel 2013 sono presenti le linee per lo svolgimento di uno studio sull'OEF, articolato in 5 fasi: definizione degli obiettivi, definizione dell'ambito, compilazione del profilo di utilizzo delle risorse e di emissioni, valutazione di impatto e interpretazione dell'impronta ambientale dell'organizzazione; queste fasi sono interessate da un processo trasversale di revisione (Figura 10).

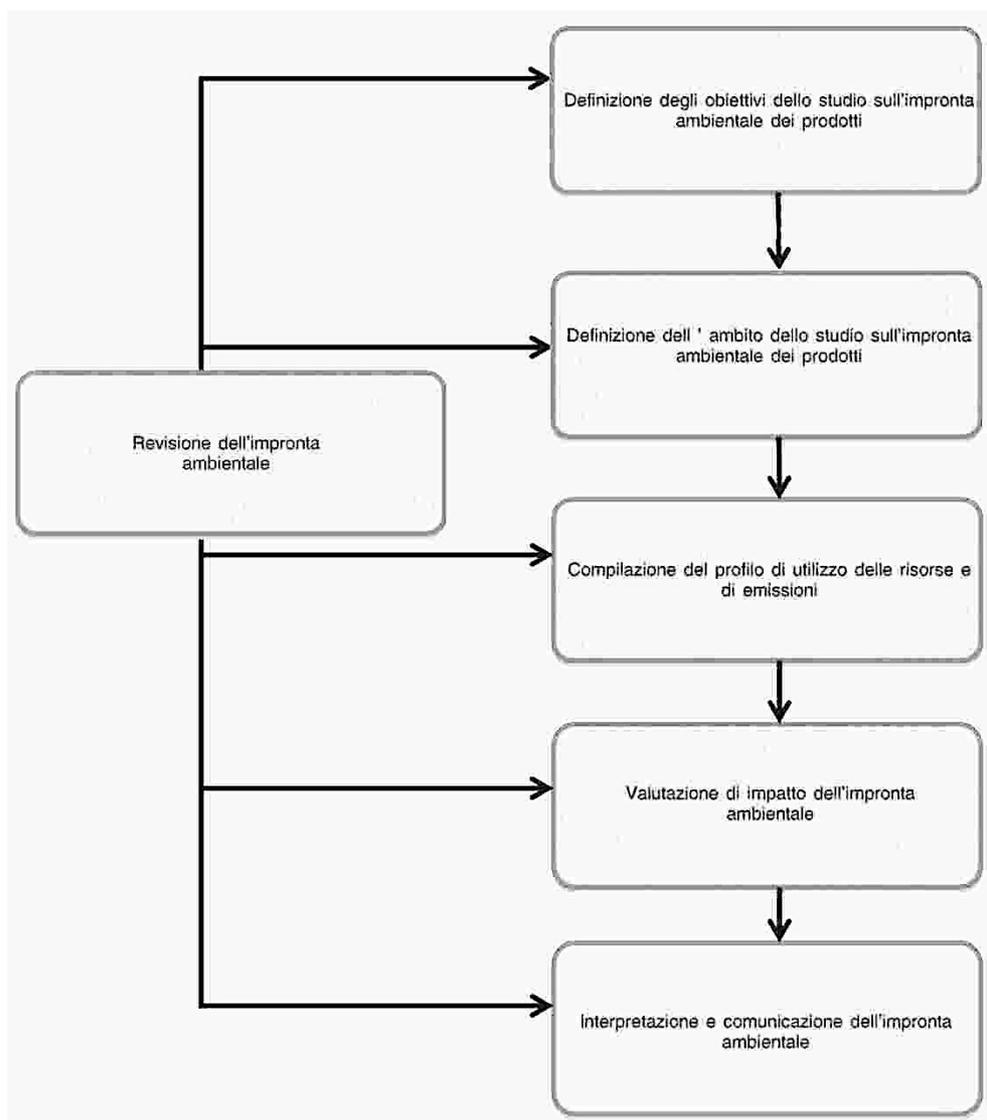


Figura 10 – Fasi di uno studio sull'OEF, fonte guida metodologica sull'OEF 2013.

1.5.4.1 FASE 1: Definizione degli obiettivi dello studio sull'impronta ambientale dell'organizzazione

Questa prima fase di uno studio OEF serve a delineare il contesto generale dello studio per garantire che le analisi, i metodi e i risultati, svolti nelle fasi successive, siano in linea con gli scopi dello studio stesso.

Questa fase deve comprendere una serie di informazioni:

- applicazioni previste;
- motivi per cui si effettua lo studio;
- destinatari;
- confronti o dichiarazioni comparative che devono essere resi pubblici;
- committente dello studio;
- procedura di revisione.

1.5.4.2 FASE 2: Definizione dell'ambito degli studi sull'impronta ambientale delle organizzazioni

In questa fase deve essere descritto nel dettaglio il sistema da valutare; in particolare, devono essere esposti con chiarezza: definizione dell'organizzazione e portafoglio prodotti; confini del sistema; categorie di impatto dell'impronta ambientale; ipotesi e limitazioni.

• DEFINIZIONE DELL'ORGANIZZAZIONE E PORTAFOGLIO PRODOTTI

L'organizzazione è l'unità di riferimento dell'analisi, concetto parallelo a quello della "unità funzionale" in un tradizionale studio LCA. Con lo scopo di valutare le pressioni sull'ambiente derivati dalla fornitura di beni e servizi (spesso più di uno per una singola organizzazione), una organizzazione, in un contesto OEF, è rappresentata dalla sua fornitura di beni e servizi in un determinato periodo di riferimento (1 anno).

Un'organizzazione viene definita attraverso:

- nome;
- settore di prodotti/servizi (tipi di prodotti/servizi forniti);
- ubicazione delle attività;
- codici NACE (*Nomenclature statistique des Activités économiques dans la Communauté Européenne*).

La compilazione del portafoglio prodotti rappresenta la natura (COSA?) e la quantità (QUANTO?) dei beni/servizi forniti dall'organizzazione nel periodo di riferimento. Nel caso di una valutazione degli scenari di utilizzo e di fine vita, vanno inserite informazioni aggiuntive sulle prestazioni del prodotto (livello di qualità e durata della vita) al fine di fornire le informazioni per la valutazione di questi scenari.

- **CONFINI DEL SISTEMA**

La definizione dei confini di uno studio di OEF è una fase fondamentale per decidere quali attività saranno incluse e quali no nel calcolo finale. L'inclusione o l'esclusione di processi a monte (prodotti e servizi acquistati dall'organizzazione) o a valle (distribuzione, stoccaggio, utilizzo e fine vita del prodotto servizio) dell'organizzazione, provoca inclusione o esclusione delle emissioni, e quindi degli impatti provocati. La scelta dei confini influenza fortemente le dimensioni dell'OEF, il risultato finale e la possibili applicazioni dello studio. All'interno della guida metodologica sull'OEF si identificano due distinti tipi di confini: quelli dell'organizzazione e quelli della sua impronta, il primo incluso nel secondo (Figura 11).



Figura 11 – Schema dei confini di uno studio sull'OEF, fonte guida metodologica PEF/OEF.

- **CONFINI DELL'ORGANIZZAZIONE**

All'interno di questi confini sono inclusi tutti gli impianti e i processi, posseduti e/o gestiti dall'organizzazione, che contribuiscono alla creazione dei beni/servizi costituenti il portafoglio prodotti. Su questi processi, l'organizzazione dovrebbe avere accesso diretto a dati specifici (i migliori in termini di qualità); gli impatti delle attività ricadenti entro questi confini sono considerati “diretti”.

- CONFINI DELL'IMPRONTA AMBIENTALE DELLE ORGANIZZAZIONI (confini dell'OEF)

Uno studio OEF, per la valutazione degli impatti indiretti causati da processi a monte o a valle dell'organizzazione, può richiedere confini più ampi di quelli dell'organizzazione. I confini dell'OEF devono essere definiti con la logica della catena di approvvigionamento e devono, nella loro formula minima, contenere le attività dirette e quelle indirette (a monte) che contribuiscono alla creazione dei beni/servizi del portafoglio prodotti. Salvo diversamente convenuto e giustificato, i confini dell'OEF dovrebbero contenere tutte le fasi della catena di approvvigionamento, dall'estrazione delle materie prime sino al fine vita del bene/servizio (dalla culla alla tomba). Per alcune organizzazioni le attività indirette (a valle) possono essere escluse dallo studio fornendo le opportune giustificazioni.

- CATEGORIE DI IMPATTO DELL'IMPRONTA AMBIENTALE E METODI DI VALUTAZIONE

Le “categorie di impatto dell'impronta ambientale” descrivono gli effetti sull'ambiente e sull'uomo e sono assimilabili a dei veri e propri effetti connessi allo sfruttamento delle risorse e all'emissione di sostanze dannose. Per quantificare il rapporto tra i flussi di materia e energia in entrata e in uscita dall'organizzazione con ogni categoria di impatto dell'impronta ambientale considerata, vengono usati modelli di valutazione (GWP, USEtox, modello di superamento accumulato, ecc.) che traducono ogni flusso in una quantità di sostanza equivalente (CO₂ equivalente, CTUh (*Comparative Toxic Unit for humans*), moli N equivalente, ecc.) in modo da poter sommare tutti gli effetti, di sostanze diverse, su una singola categoria. La guida OEF fornisce un elenco predefinito di categorie di impatto dell'impronta ambientale e di rispettivi modelli da utilizzare (Tabella 2). Gli utenti che utilizzano la guida OEF possono quindi optare per l'esclusione di una o più categorie, giustificando tale scelta.

Tabella 2 – Categorie di impatto dell'impronta ambientale raccomandate dalla guida metodologica PEF-OEF.

Categorie di impatto dell'impronta ambientale	Modello di valutazione di impatto dell'impronta ambientale	Indicatore di categoria di impatto dell'impronta ambientale	Fonte
Cambiamenti climatici	Bern model – <i>Global Warming Potential(GWP) over 100 year time horizon</i>	t CO ₂ equivalente	Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici, 2007
Riduzione dello strato di ozono	<i>EDIP model, based on the Ozone Depletion Potentials (ODPs) of the World Meteorological Organization (WMO) over an infinite time horizon</i>	kg CFC-11 equivalente	OMM, 1999
Ecotossicità - acqua dolce	<i>USEtox model</i>	CTUe unità tossica comparativa per gli ecosistemi	Rosenbaum et al., 2008
Tossicità per gli esseri umani – effetti cancerogeni	<i>USEtox model</i>	CTUh unità tossica comparativa per gli esseri umani	Rosenbaum et al., 2008
Tossicità per gli esseri umani – effetti non cancerogeni	<i>USEtox model</i>	CTUh unità tossica comparativa per gli esseri umani	Rosenbaum et al., 2008
Particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche	<i>RiskPoll model</i>	kg PM _{2,5} equivalente	Humbert, 2009
Radiazioni ionizzanti – effetti sulla salute umana	<i>Human Health effect model</i>	kg U ²³⁵ equivalente	Dreicer et al., 1995
Formazione di ozono fotochimico	<i>LOTUS-EUROS model</i>	kg NMVOC equivalente	Van Zelm et al., 2008 applicato in ReCiPe
Acidificazione	Accumulated Exceedance model	moli di H ⁺ equivalente	Seppälä et al., 2006; Posch et al., 2008
Eutrofizzazione-terrestre	Accumulated Exceedance model	moli di N equivalente	Seppälä et al., 2006; Posch et al., 2008
Eutrofizzazione-acquatica	<i>EUTREND model</i>	acque dolci: kg P equivalente acque salate: kg N equivalente	Struijs et al., attuato in ReCiPe
Impoverimento delle risorse - acqua	Swiss Ecoscarcity model	uso di m ³ di acqua connesso alla scarsità locale di acqua	Frischknecht et al., 2008
Impoverimento delle risorse – minerali, fossili	CML2002 model	kg Sb equivalente	van Oers et al., 2002
Trasformazione del terreno	<i>Soil Organic Matter (SOM) model</i>	kg persi	Milà i Canals et al., 2007

- SELEZIONE DELLE ULTERIORI INFORMAZIONI AMBIENTALI

Alcuni impatti potrebbero non essere compresi nelle categorie di impatto ambientale presentati nella guida, in questo caso il responsabile dello studio ha la possibilità di aggiungere ulteriori categorie.

- IPOTESI E LIMITAZIONI

In questa sezione sono riportate tutte le ipotesi e le limitazioni operate e riscontrate durante l'applicazione della metodologia.

1.5.4.3 FASE 3: Profilo di utilizzo delle risorse e di emissioni

Questa fase consiste nella compilazione di un inventario nel quale sono inseriti tutti i flussi, in entrata e in uscita, di materia ed energia che contribuiscono alla fornitura dei prodotti/servizi di una organizzazione.

La raccolta dei dati necessari per la compilazione del profilo di utilizzo segue alcune regole generali; infatti, per i flussi che interessano processi ricadenti all'interno dei confini dell'organizzazione, dovrebbero essere utilizzati dati specifici (salvo la non reperibilità di questi o la maggiore rappresentatività dei dati generici); mentre per i processi a monte e a valle ricadenti all'interno dei confini dell'OEF per i quali non è possibile un accesso diretto ai dati, vengono usati dati generici.

Nel profilo di utilizzo possono essere classificati due tipi di flussi:

- elementari: materia o energia in entrata nel sistema, prelevata direttamente dall'ambiente senza alcun tipo di trasformazione operata dall'uomo; o in uscita, scaricati nell'ambiente, senza alcuna trasformazione operata dall'uomo;
- non elementari: tutti i restanti flussi in entrata e in uscita che richiedono ulteriore modellazione per essere trasformati in elementari.

successivamente questi ultimi dovranno essere trasformati in elementari seguendo la catena di approvvigionamento.

Il profilo di utilizzo è costituito dai flussi in entrata e in uscita associati a tutte le attività ricadenti entro i confini dell'OEF, dunque i suoi dati devono riferirsi a:

- attività e impatti diretti (beni strumentali/prodotti dall'organizzazione...) ¹³;
- attività a monte indirettamente attribuibili (estrazione delle materie prime necessarie per la creazione del portafoglio prodotti...) ¹⁴;
- attività a valle indirettamente attribuibili (trasformazione dei prodotti/servizi forniti, ecc.) ¹⁵.

È inoltre necessario riportare alcuni requisiti aggiuntivi:

- computo dell'uso di energia elettrica;
- computo della produzione di energia rinnovabile;
- computo dello stoccaggio temporaneo;
- modifiche dirette e indirette riguardanti la destinazione dell'uso del suolo.

Vanno in aggiunta definiti alcuni scenari:

- trasporto;
- fase di utilizzo;
- fine vita.

¹³ Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, "RACCOMANDAZIONE DELLA COMMISSIONE del 9 aprile 2013 relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni", p. L 124/131.

¹⁴ Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, op. cit., p. L124/132.

¹⁵ *Ibidem*.

- FASE DI ANALISI E DI COMPLETAMENTO DI UN PROFILO DI UTILIZZO DELLE RISORSE E DELLE EMISSIONI

Un profilo di utilizzo può essere compilato seguendo una procedura, consigliata dalla guida metodologica sull'OEF (2013/179/UE), in due fasi; questa consiste in una prima “fase di analisi” (*screening step*) e una fase di “completamento del profilo di utilizzo delle risorse e di emissioni” (Figura 12).

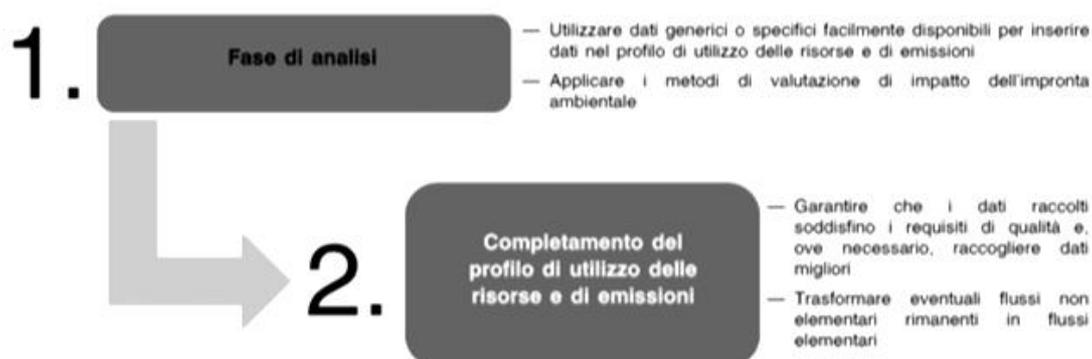


Figura 12 – Fasi per la compilazione di un profilo di utilizzo delle risorse e delle emissioni, fonte guida metodologica PEF –OEF.

La fase di analisi, precedente alla compilazione del profilo di utilizzo finale, fortemente raccomandato dalla guida metodologica sull'OEF, consiste in una prima compilazione del profilo di utilizzo delle risorse e delle emissioni, utilizzando dati generici o facilmente reperibili.

Utilizzando questi dati verranno applicati i metodi di valutazione dell'impronta ambientale (esposti in seguito) per una prima analisi del caso di studio, che consentirà di concentrare la raccolta dei dati, per la successiva fase di completamento del profilo di utilizzo, sui processi che generano impatti maggiori per i quali saranno necessari dati di qualità superiore.

- **REQUISITI IN MATERIA DI QUALITÀ DEI DATI**

La guida metodologica fornisce i requisiti di qualità dei dati e le tecniche per una valutazione semi-quantitativa di questa.

Sono stati adottati sei criteri, cinque riguardanti i dati e uno il metodo (Tabella 3).

Tabella 3 – Criteri di qualità dei dati, fonte guida metodologica PEF – OEF.

DATI	<ul style="list-style-type: none"> - Rappresentatività tecnologica - Rappresentatività geografica - Rappresentatività temporale <ul style="list-style-type: none"> - Completezza - Incertezza dei parametri
METODO	<ul style="list-style-type: none"> - Adeguatezza e coerenza metodologiche

I primi tre criteri definiscono in che misura i processi e i prodotti selezionati descrivono il sistema analizzato, mentre il criterio della completezza valuta in che misura il profilo di utilizzo delle risorse copre tutte le emissioni e le risorse associate ai processi e prodotti.

Viene inoltre valutata l'incertezza del dato mentre il criterio "adeguatezza e coerenza metodologica" valuta se i metodi di inventario e le scelte metodologiche sono coerenti con l'obiettivo, l'ambito e con le applicazioni previste dello studio.

Ad ognuno dei sei criteri deve essere associato un valore compreso tra 1 e 5 corrispondente ad un livello di qualità del dato seguendo le indicazioni della (Tabella 4).

Tabella 4 – Tabella per l’assegnazione degli indici di qualità dei dati, fonte guida metodologica PEF – OEF.

LIVELLO DI QUALITÀ	INDICE DI QUALITÀ	Rappresentatività tecnologica	Rappresentatività geografica	Rappresentatività temporale	Completezza	Incertezza dei parametri	Adeguatezza e coerenza metodologiche
Molto buono	1	specificata per ogni singolo caso	specificata per ogni singolo caso	specificata per ogni singolo caso	≥ 90%	≤ 10%	piena conformità a tutti i requisiti della guida OEF
Buono	2	specificata per ogni singolo caso	specificata per ogni singolo caso	specificata per ogni singolo caso	tra 80% e 90%	tra 10% e 20%	sono soddisfatti i tre requisiti relativi ai metodi previsti dalla guida OEF: - affrontata la questione della multifunzionalità; - modellazione del fine vita; - confini del sistema;
Soddisfacente	3	specificata per ogni singolo caso	specificata per ogni singolo caso	specificata per ogni singolo caso	tra 70% e 80%	tra 20% e 30%	sono soddisfatti due dei tre requisiti relativi ai metodi previsti dalla guida OEF: - affrontata la questione della multifunzionalità; - modellazione del fine vita; - confini del sistema
Scarso	4	specificata per ogni singolo caso	specificata per ogni singolo caso	specificata per ogni singolo caso	tra 50% e 70%	tra 30% e 50%	è soddisfatto uno dei tre requisiti relativi ai metodi previsti dalla guida OEF: - affrontata la questione della multifunzionalità; - modellazione del fine vita; - confini del sistema
Molto scarso	5	specificata per ogni singolo caso	specificata per ogni singolo caso	specificata per ogni singolo caso	< 50%	> 50%	nessuno dei tre requisiti è stato soddisfatto

I valori così ottenuti verranno utilizzati per il calcolo dell'Indice di Qualità dei Dati (*Data Quality Requirements - DQR*) (Equazione 1).

Equazione 1 – formula per il calcolo del DQR

$$DQR = \frac{TeR + GR + TiR + C + P + M}{6}$$

DQR: indice di qualità dei dati del set di dati;

TeR: Rappresentatività tecnologica;

GR: Rappresentatività geografica;

TiR: Rappresentatività temporale;

C: completezza;

P: incertezza dei parametri;

M: Adeguatezza e coerenza metodologiche.

Il risultato dell'indice DQR viene utilizzato per identificare il livello di qualità dei dati secondo la Tabella 5.

Tabella 5 – Tabella di conversione del valore DQR in livello di qualità dei dati complessivo, fonte guida metodologica PEF – OEF.

DQR	LIVELLO DI QUALITÀ DEI DATI COMPLESSIVO
≤ 1,6	“Ottima qualità”
da > 1,6 a ≤ 2,0	“Qualità molto buona”
da > 2,0 a ≤ 3,0	“Buona qualità”
da > 3,0 a ≤ 4,0	“Qualità soddisfacente”
> 4	“Scarsa qualità”

I valori così ottenuti verranno utilizzati per verificare il rispetto dei requisiti in materia di qualità dei dati (Tabella 6).

Tabella 6 - Requisiti in materia di qualità dei dati, fonte guida metodologica PEF – OEF.

	Qualità dei dati minima richiesta	Tipo di valutazione della qualità dei dati
Dati riguardanti il 70% dei contributi a ciascuna categoria di impatto dell'impronta ambientale	Qualità "Buona"	Semiquantitativa basata sulla Tabella 4.
Dati che rappresentano il successivo 20% dei contributi a ciascuna categoria di impatto dell'impronta ambientale	Qualità "Soddisfacente"	Giudizio qualitativo di esperti (la Tabella 4 può essere usata come base del giudizio). Non è necessaria nessuna quantificazione.
Dati utilizzati per approssimazione e per colmare le lacune identificate(oltre il 90 % del contributo a ciascuna categoria di impatto dell'impronta ambientale)	Migliori informazioni disponibili	Giudizio qualitativo di esperti (la Tabella 4 può essere usata come base del giudizio).

I requisiti in materia di qualità dei dati devono essere rispettati nell'ambito di uno studio sull'OEF, destinato alla comunicazione esterna, mentre per gli studi destinati ad applicazione interna questi sono solamente raccomandati ma non obbligatori.

In relazione al criterio "adeguatezza e coerenza metodologica", questo verrà utilizzato fino al 2015; a partire dal 2016 sarà necessaria la piena conformità con la metodologia OEF.

Per quanto riguarda i dati generici la valutazione va effettuata a livello di flussi in entrata, mentre per i dati specifici la qualità dei dati va valutata a livello di ogni singolo processo o flusso in entrata.

- **RACCOLTA DEI DATI SPECIFICI E GENERICI**

I dati specifici sono dati direttamente misurati o raccolti all'interno dell'organizzazione.

Questi dati vengono ottenuti grazie a:

- misurazioni;
- interviste;
- report annuali.

Devono essere raccolti dati specifici per le attività dirette, ricadenti all'interno del confine dell'organizzazione, e per i processi/attività a monte del sistema (a meno che i dati generici non risultino più rappresentativi).

I dati generici non sono basati su misurazioni dirette bensì provenienti da:

- studi di LCA precedenti;
- banche dati LCA;

Inoltre per garantire la comparabilità dei dati generici, e di conseguenza degli studi sull' OEF, i primi dovrebbero seguire la gerarchia delle fonti:

1. banche dati fornite da organizzazioni governative internazionali (per esempio, IEA, FAO, UNEP);
2. progetti di banche dati di inventari del ciclo di vita di governi nazionali (per i dati specifici per il paese che ospita la banca dati);
3. progetti di banche dati di inventari del ciclo di vita di governi nazionali;
4. altre banche dati di inventari del ciclo di vita di terzi;
5. altre pubblicazioni specializzate.

I dati generici dovrebbero essere utilizzati unicamente per i processi a valle del sistema ricadenti entro i confini dell'OEF, salvo che questi siano più rappresentativi dei dati specifici.

- **LACUNE NEI DATI**

Le lacune dei dati si hanno quando mancano riferimenti specifici o generici sufficientemente rappresentativi del processo/attività.

Le cause di tali lacune possono essere dovute a:

- inesistenza di dati per un flusso in entrata o in uscita specifico;
- esistenza di dati per un processo simile, ma:
 - i dati sono stati creati in una regione diversa;
 - i dati sono stati creati con una tecnologia diversa;
 - i dati sono stati creati in un periodo diverso.

Le lacune dei dati devono essere colmate mediante l'utilizzo di dati generici o estrapolabili.

Il contributo di tali dati non deve rappresentare più del 10% del complessivo per ciascuna categoria di impatto dell'impronta ambientale considerata.

- **PROCESSI E IMPIANTI MULTIFUNZIONALI**

Particolare attenzione viene riservata al trattamento degli impianti e dei processi “multifunzionali” (forniscono cioè più di un prodotto/servizio).

In queste situazioni bisogna allocare i flussi in entrata e le emissioni in uscita dal processo nei diversi prodotti/servizi in uscita; tuttavia, se un processo contribuisce alla creazione di più prodotti e lo studio sull’OEF riguarda l’intero portafoglio prodotti dell’organizzazione, allora l’allocazione tra questi non è necessaria.

Per effettuare la ripartizione dei flussi e delle emissioni nei diversi prodotti in uscita bisogna basarsi su una serie di principi che si traducono nella seguente gerarchia decisionale:

1. suddivisione o espansione del sistema¹⁶;
2. allocazione basata su un rapporto fisico sottostante pertinente¹⁷;
3. allocazione basata su un altro rapporto¹⁸.

1.5.4.4 FASE 4: Valutazione di impatto dell’impronta ambientale delle organizzazioni

In questa fase si utilizzano i dati del profilo di utilizzo, le categorie e i modelli di impatto dell’impronta ambientale, per valutare le pressioni dei flussi in ingresso e delle emissioni in uscita sull’ambiente. Questa fase si compone a sua volta di 4 *step*: due obbligatorie (classificazione e caratterizzazione), una raccomandata (normalizzazione) e una facoltativa (ponderazione):

- **CLASSIFICAZIONE.**

Questa fase obbligatoria consiste nell’allocazione dei flussi in entrata e in uscita, identificati nel profilo di utilizzo alle categorie di impatto dell’impronta ambientale pertinente, tenendo presente che ogni flusso può essere allocato in più categorie d’impatto.

- **CARATTERIZZAZIONE.**

Con questa fase si vuole calcolare il contributo di un singolo flusso sulla categoria d’impatto pertinente e la successiva aggregazione dei contributi dei singoli flussi

¹⁶ Gazzetta ufficiale dell’Unione europea, op. cit., p. L124/149.

¹⁷ Ibidem.

¹⁸ Ibidem.

classificati e caratterizzati per il calcolo dell'impatto totale dell'organizzazione sulla categoria.

Il calcolo si effettua moltiplicando i flussi del profilo di utilizzo delle risorse e delle emissioni per il fattore di caratterizzazione pertinente. Esiste un fattore di caratterizzazione specifico per ogni sostanza (o risorsa) che permette la conversione di ogni flusso inventariato nella quantità di sostanza equivalente scelta come indicatore di categoria. Ogni categoria possiede un suo indicatore di impatto nel quale devono essere trasformati tutti i flussi classificati (es. cambiamenti climatici : CO₂ eq. ; acidificazione: moli di H⁺ eq. ecc.). Effettuata la classificazione e la caratterizzazione, è possibile sommare i quantitativi di sostanza equivalente per ottenere l'intensità d'impatto dell'organizzazione sulla categoria dell'impronta ambientale.

- **NORMALIZZAZIONE.**

Questa fase, non obbligatoria per uno studio sull'OEF, è raccomandata e può facilitare l'interpretazione e la comunicazione dei risultati dello studio.

Consiste nel moltiplicare i risultati della valutazione di impatto (classificazione e caratterizzazione) per fattori di normalizzazione; questo permette di tradurre i punteggi degli impatti su ogni categoria in contributi relativi ad una situazione di riferimento. Spesso vengono espressi gli impatti come causati da una nazione, da un cittadino medio o dall'intero pianeta durante un anno.

La norma non specifica i fattori di normalizzazione da utilizzare; infatti negli ultimi 10 anni si sono sviluppati diversi metodi di normalizzazione, specifici per determinate regioni o per un numero limitato di categorie di impatto (Sleeswijk, 2008).

- **PONDERAZIONE**

La ponderazione è una fase facoltativa di uno studio sull'OEF che serve per facilitare l'interpretazione e la comunicazione de risultati dello studio.

In questa fase, i risultati della valutazione di impatto dell'impronta ambientale normalizzati vengono moltiplicati per una serie di fattori di ponderazione (pesi) che rappresentano "l'importanza" della categoria di impatto ambientale considerata.

La guida metodologica sull'OEF non fornisce una metodologia per l'attribuzione dei pesi alle categorie di impatto; tali giudizi possono basarsi su opinioni di esperti, valutazioni economiche o punti di vista.

1.5.4.5 FASE 5: Interpretazione dell'impronta ambientale delle organizzazioni

Questa ultima fase di uno studio sull'OEF serve a garantire che il modello di studio sia in linea con gli obiettivi e i requisiti di qualità oltre che a trarre dall'analisi conclusioni e raccomandazioni.

Nello specifico questa fase è composta da:

- valutazione della fondatezza del modello di impronta ambientale delle organizzazioni;
- identificazione dei punti critici (*hotspots*);
- stima dell'incertezza;
- conclusioni, raccomandazioni e limitazioni.

- **VALUTAZIONE DELLA FONDATEZZA DEL MODELLO DI IMPRONTA AMBIENTALE DELLE ORGANIZZAZIONI**

In questa fase si valuta l'influenza che le scelte metodologiche effettuate hanno sui risultati dell'analisi.

Dovrebbero essere utilizzati i seguenti strumenti:

- controlli di completezza;¹⁹
- controlli di sensibilità;²⁰
- controllo di coerenza.²¹

- **IDENTIFICAZIONE DEI PUNTI CRITICI (*HOTSPOTS*)**

Dopo aver valutato la fondatezza del metodo si procede con l'identificazione degli elementi che contribuiscono maggiormente ai risultati dell'OEF.

Questi elementi possono essere parti del portafoglio prodotti, fasi del ciclo di vita o flussi in entrata o in uscita. La loro individuazione è essenziale per la valutazione di possibilità di miglioramento.

¹⁹ Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, op. cit., p. L124/155.

²⁰ Ibidem.

²¹ Ibidem.

- **STIMA DELL'INCERTEZZA**

Le fonti di incertezza in uno studio sull'OEF sono due:

- incertezza stocastica : legata ai dati del profilo di utilizzo (non sempre è facile accedere alle stime di incertezza di tutti i dati);
- incertezza legata alle scelte: incertezza derivante dalle scelte metodologiche, caratterizzata attraverso la valutazione dei modelli di scenari e da una analisi della sensibilità.

- **CONCLUSIONI, RACCOMANDAZIONI E LIMITAZIONI**

Nella fase finale dello studio bisognerà fornire conclusioni, raccomandazioni e limitazioni create sulla base degli obiettivi e dell'ambito dello studio.

1.6 Metodologia EMRG

Uno dei punti fondamentali da sviluppare durante la creazione di un SGA, conforme alla norma ISO 14001, è quello dell'identificazione degli aspetti ambientali e della stima della loro importanza. Un aspetto ambientale è un elemento di un'attività, prodotto o servizio di un'organizzazione che può interagire con l'ambiente e possiede una grande importanza quando ha o può avere un impatto ambientale significativo²² (ISO 14001:2004).

L'identificazione e la valutazione degli aspetti ambientali sono due punti cruciali per il corretto funzionamento di un SGA, in quanto quelli considerati significativi avranno un ruolo centrale nella creazione delle politiche ambientali dell'organizzazione. Nonostante la grande importanza di questa fase, non esistono ulteriori spiegazioni su come essa deve essere svolta ma solamente linee guida generali (Poder, 2006).

A causa della mancata definizione di una metodologia univoca si sono sviluppate una serie di studi che propongono differenti metodi per la valutazione degli aspetti ambientali nell'ambito dei SGA, divisi in 3 categorie (Liu, 2012):

- la prima categoria utilizza metodi basati sulla valutazione del rischio (*Risk Assessment* - RA);
- la seconda utilizza metodi basati sul LCA;
- la terza categoria pone l'accento su criteri di significatività (fattori socio-economici, requisiti di legge, controllo degli aspetti, ecc.).

Il Gruppo di Ricerca in Gestione Ambientale (*Environmental Management Research Group* - EMRG) del Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali (CIRSA) dell'Università di Bologna, Polo di Ravenna, è stato incaricato dalla società di gestione dell'Aeroporto, GES.A.P. S.p.A., della prestazione di supporto scientifico alla predisposizione di un sistema di gestione ambientale in linea con le indicazioni della norma ISO 14001:2004. Nell'ambito di questo incarico è stato adoperato il metodo di identificazione e valutazione degli aspetti ambientali sviluppato dallo stesso gruppo (Marazza, 2010) che appartiene alla terza categoria delle metodologie. Nell'ambito di questo lavoro di tesi tale questo verrà denominata “metodo EMRG”.

²² qualsiasi modifica all'ambiente, positiva o negativa, in tutto o in parte causata dall'aspetto ambientale.

Questo strumento è indirizzato alle organizzazioni che vogliono implementare il proprio SGA, con l'intento di identificare gli aspetti ambientali, valutarli e stabilirne la significatività fornendo così un elenco ordinato di priorità di intervento in campo ambientale. Tale elenco costituirà la base di conoscenza per stabilire obiettivi, traguardi ed implementazione future all'interno dello stesso SGA (Marazza, 2010; Contin, 2008).

Il metodo EMRG si divide in 2 fasi principali:

- identificazione degli aspetti ambientali;
- classificazione, sulla base della significatività, degli aspetti ambientali.

1.6.1 Identificazione degli aspetti ambientali

Per garantire la completa copertura degli aspetti ambientali connessi all'organizzazione, EMRG prevede un'indagine del soggetto di studio, che considera tutti i settori dove l'organizzazione esercita un intervento diretto o su cui questa può avere influenza.

Inizialmente si identificano tutte le attività “centro di attività per centro di attività”, utilizzando:

- organigramma dell'organizzazione;
- analisi ambientale;
- altri documenti analitici o progetti.

Successivamente a ogni attività vengono associati gli aspetti ambientali da essa generati (consumo acqua, riscaldamento, ecc.).

Ogni aspetto ambientale genera inoltre dei fattori ambientali di pressione (emissioni CO₂, emissioni Benzene, ecc.), i quali vanno ad incidere sulle componenti ambientali (qualità dell'aria, quantità di risorse rinnovabili, ecc.) alterandone lo stato e provocando quindi un impatto.

In sintesi , una specifica attività “a”, gestita dall’organizzazione, può generare uno o più aspetti ambientali “e” (es. emissioni, rifiuti, consumo di energia o materiali), provocando uno o più impatti “i” sulle componenti ambientali (atmosfera, biosfera, ecc.) (Marazza, 2010):

$$a_i \rightarrow e_{ij} \rightarrow i_{ijk}$$

i= attività generica;

j= aspetti generici;

k= impatti generici.

1.6.2 Classificazione, sulla base della significatività, degli aspetti ambientali

La fase successiva prevede di associare ad ogni aspetto ambientale identificato un valore di significatività “S”.

Il calcolo di un singolo valore di “S” per ogni impatto “k” associato all’aspetto ambientale “j” dell’attività “i”, viene effettuato utilizzando l’Equazione 2 i cui elementi verranno esposti nei capitoli successivi.

Equazione 2 – Significatività dell’aspetto ambientale

$$S_{ijk} = G_{ij} \times I_{ijk}$$

1.6.2.1 “G” Governance

L’indice G è stato ideato con lo scopo di valutare la dimensione gestionale dell’aspetto ambientale in esame; prende in considerazione l’autorità esercitata su un aspetto ambientale e la gestione corrente dell’aspetto da parte dell’organizzazione; viene ricavato mediante l’applicazione della Equazione 3.

Equazione 3 – Indice di governance dell’aspetto ambientale

$$G_{ij} = C_i \times g_j$$

I due parametri all'interno della formula rappresentano:

- il "**Controllo**" (**C**), ovvero l'autorità dell'organizzazione e dunque la sua capacità di agire per il miglioramento delle prestazioni su una determinata attività;
- l'effettiva "**Gestione**" (**g**) che misura la distanza dell' effettivo livello di gestione dell'aspetto da quella massima raggiungibile, rappresenta quindi i margini di miglioramento potenziali nella gestione dell'aspetto.

Per l'associazione di valori numerici ai due parametri al fine di calcolare il valore di *governance* finale sono state costruite le tabelle di conversione per i parametri "C" (Tabella 7) e "g" (

Tabella 8).

La prima contiene 6 potenziali situazioni di controllo sugli aspetti ambientali, associate a valori da 0 a 5 , dove al valore 0 rappresenta il minimo controllo possibile e 5 la competenza totale.

La seconda, associa a valori tra 0 e 5 include la descrizione di 6 situazioni di miglioramento potenziale, dove 5 è associato ad un grado di gestione totale senza margini di miglioramento e 0 ad una gestione dell'aspetto che può essere fortemente migliorata

Tabella 7 - Tabella di assegnazione valori di per il parametro C “controllo” (Marazza, 2010).

“C”	modalità	descrizione
5	Potere/competenza totale sull'aspetto. Aspetto diretto	<p>Potere/competenza totale sull'aspetto. Implica alta competenza/capacità di decisione sulle modalità di contenimento dell'impatto ambientale e/o del rischio. Esistono chiare disposizioni che affidano il potere/competenza all'organizzazione. L'interazione tra l'elemento di attività, prodotti o servizi e l'ambiente non è mediata da scelte e comportamenti di alcun soggetto esterno. La responsabilità è totalmente a carico dell'organizzazione. L'ASPETTO è da considerarsi DIRETTO</p> <p>Esempio “consumo energetico”: la regolazione dell'intensità e durata dell'elettricità all'interno di un edificio di proprietà dell'organizzazione è direttamente controllata da quest'ultima.</p>
4	Potere/competenza pressoché totale, ma mediate da terzi (fornitori, subconcessionari)	<p>Potere/competenza totale ma affidata a terzi attraverso contratti, convenzioni, atti amministrativi. Ad esempio, nel rapporto con i gestori dei rifiuti, l'interazione avviene attraverso capitolati d'appalto e conseguenti specifiche contrattuali; nel rapporto con altri soggetti il rapporto è mediato attraverso convenzioni e/o altre forme di accordo.</p> <p>Esempio “rifiuti”: gestione dei rifiuti aeroportuali operata da società esterne</p>
3	Potere subordinato al parere vincolante di terzi (ENAC, ENAV, MINISTERO DEI TRASPORTI)	<p>Qualora la scelta dipenda dal rispetto di disposizioni di un organismo sovra-ordinato. L'organizzazione può modificare solo in parte un'attività oppure non può definire direttamente le specifiche contratto in quanto non risulta essere l'unico committente; oppure la decisione risulta fortemente vincolata al parere di un altro Ente.</p> <p>Esempio: non è possibile spegnere o spostare apparecchiature dedicate alla sicurezza (security) senza il permesso di ENAC</p>
2	Rendendo possibile ai soggetti esterni l'adozione di scelte o di comportamenti corretti sotto il profilo ambientale	<p>Creare le condizioni affinché i soggetti privati (partner di progetto, utenti e clienti) più sensibili alle tematiche ambientali siano facilitati nel concretizzare le proprie strategie ambientali. Esempio: predisporre i raccoglitori dei rifiuti in maniera da favorire la raccolta differenziata dei passeggeri per categorie specifiche (batterie, carta, vetro, lattine, farmaci scaduti ecc.)</p>
1	Indirizzando o incentivando i comportamenti corretti da parte dei soggetti esterni	<p>Questo costituisce un livello di controllo più blando rispetto ai precedenti, ma al contrario dell'ultimo non asseconda comportamenti ma mira a mutarli attraverso incentivi di diversa natura. L'obiettivo in questo caso è quello di creare una convenienza o generare un beneficio per i soggetti intermedi disposti ad adottare scelte e comportamenti virtuosi.</p> <p>Esempio: incentivi a clienti che raggiungono l'aeroporto con mezzi collettivi (treno autobus); incentivi ai gestori di mezzi collettivi; incentivi a fornitori e vettori certificati; incentivi ai dipendenti ecc.</p>
0	Sensibilizzando e informando i soggetti esterni (fornitori, appaltatori, dipendenti utenti e clienti)	<p>Ciò al fine di promuovere il miglioramento degli impatti ambientali connessi con l'aspetto indiretto. In questi casi è opportuno parlare di semplice capacità di influenzare gli aspetti da parte dell'organizzazione (non si configura nessun tipo di controllo o di governo delle modalità di interazione, salvo la possibilità di inviare alcuni input a fornitori, appaltatori, utenti, dipendenti e clienti).</p>

Tabella 8 - Tabella di assegnazione valori di per il parametro g “gestione” (Marazza, 2010).

Descrizione	“g”
NON È POSSIBILE NESSUN ULTERIORE MIGLIORAMENTO – tutte le opportunità di miglioramento sono state prese in considerazione e portate a compimento	0
IL MIGLIORAMENTO CONSEGUIBILE È DI BASSA PORTATA – qualche opportunità di miglioramento è possibile	1
MIGLIORAMENTO CONSEGUIBILE – discrete opportunità di miglioramento	2
MIGLIORAMENTO CONSEGUIBILE – buone opportunità di miglioramento	3
AMPIO MARGINE DI MIGLIORAMENTO – ottime opportunità di miglioramento	4
TOTALE MARGINE DI MIGLIORAMENTO	5

L’assenza di margini di miglioramento per un aspetto ambientale corrisponde ad un valore di “g” pari a zero e, di conseguenza, ad un azzeramento del valore di significatività dell’aspetto, che otterrà quindi un posizionamento basso nella classificazione finale sulla base dei valori di “S”.

Dopo aver ottenuto i valori per i parametri “C” e “g”, si effettua il prodotto dei due parametri (Equazione 3), il risultato viene ridotto in valori compresi tra 0 e 3, come esposto in Tabella 9 per ottenere il valore di “G” compreso tra 0 e 3.

Tabella 9 – Calcolo dell’indice “G” (Marazza, 2010).

“C”x”g”	“G”
≤ 3	0
$4 \leq \text{“C”x”g”} \leq 6$	1
$7 \leq \text{“C”x”g”} \leq 12$	2
$13 \leq \text{“C”x”g”} \leq 25$	3

1.6.2.2 “I” Impatto

L'indice “I” valuta le dimensioni spazio-temporali dell'impatto sull'ambiente dovute all'aspetto considerato e la percezione dello stesso da parte della società.

L'indice è composto dai seguenti parametri:

- frequenza ed estensione dell'aspetto (f_e);
- magnitudo, ovvero la grandezza dell'impatto (m);
- incidenza e presenza di fattori aggravanti (i);
- percezione da parte del pubblico delle conseguenze ambientali (p).

Questi parametri vengono messi in relazione per ottenere il valore di impatto “I” dell'aspetto ambientale, secondo l'Equazione 4:

Equazione 4 – Impatto dell'aspetto ambientale

$$I_{ijk} = fe_{ij} \times (m_{ij} + i_j + p_j)$$

- “**fe**” Frequenza ed estensione

Il parametro “**fe**” valuta la frequenza e l'estensione dell'aspetto ambientale indipendentemente dall'impatto generato. I valori sono assegnati secondo la Tabella 10.

Tabella 10 – Parametri per la misurazione della frequenza e dell'estensione dell'aspetto ambientale (Marazza, 2010).

ESTENSIONE	FREQUENZA
MOLTO LOCALIZZATA es. impatti dovuti al singolo centro di attività/ centro di consumo	QUOTIDIANA
PICCOLA : es. sito aeroporto, più impatti generati dal centro amministrativo	SETTIMANALE
AREA RILEVANTE: investe i comuni adiacenti ricadenti nel raggio di 10 km	MENSILE
INTERO TERRITORIO: impatti diffusi a macro scala dai 50 ai 500 km	ANNUALE

Una volta definite frequenza ed estensione dell'aspetto, queste vengono inserite nella Tabella 11, che fornisce il valore del parametro “*fe*” corrispondente.

Tabella 11 - Tabella di assegnazione valori di per il parametro “*fe*” (Marazza, 2010).

FREQUENZA/ESTENSIONE	MOLTO LOCALIZZATA	PICCOLA	AREA RILEVANTE	INTERO TERRITORIO
QUOTIDIANA	3	3	4	5
SETTIMANALE	2	3	4	4
STAGIONALE	1	2	3	3
ANNUALE	1	1	2	2

- “*m*” **magnitudo**

La definizione del parametro “*m*” è il corpo centrale della metodologia.

Gli impatti sono generati dall'interazione tra i fattori ambientali di pressione e le componenti ambientali, quindi la metodologia propone una matrice che si sviluppa in una lista di possibili fattori ambientali di pressione disposti in colonna, e una lista di componenti ambientali, in riga (Figura 13).

Gli oggetti in colonna sono correlati a quelli in riga in modo da individuare quali componenti subiscono un impatto ad opera dei singoli fattori di pressione (Figura 13, Figura 14). I valori all'interno della matrice sono quantificati usando una scala spaziotemporale (Tabella 12, Tabella 13).

Tabella 12 – Scala temporale di valutazione dell'impatto (Marazza, 2010).

SCALA TEMPORALE		
LIVELLO	NOME	DESCRIZIONE
B	breve termine	gli effetti sono reversibili in meno di un anno
M	medio termine	gli effetti sono reversibili in meno di 10 anni
L	lungo termine	gli effetti sono reversibili in meno di 100 anni
I	irreversibile	gli effetti sono reversibili in più di 100 anno o sono irreversibili

Tabella 13 - Scala spaziale di valutazione dell'impatto (Marazza, 2010).

SCALA SPAZIALE		
LIVELLO	NOME	DESCRIZIONE
L	locale	gli effetti ricadono in un raggio di azione inferiore ai 10 Km
R	regionale	gli effetti ricadono in un raggio non superiore ai 100 Km
N	nazionale	gli effetti ricadono in un raggio superiore ai 100 Km e inferiore ai 1000 Km
G	globale	gli effetti si estendono per un raggio superiore ai 1000 Km e interessano risorse globali

I livelli delle scale spaziale e temporale si combinano come indicato nella Tabella 14 , generando i punteggi inseriti nella matrice degli impatti.

Tabella 14 – Parametri per la misura della magnitudo di un impatto (Marazza, 2010).

		SCALA TEMPORALE			
SCALA SPAZIALE		B	M	L	N
	L	1	2	3	4
	R	1	2	3	4
	N	2	3	4	5
	G	3	4	5	5

Pressures → Environmental components ↓	Greenhouse gases emissions	Troposphere ozone precursors emissions	CFC and ozone depleting substances emissions	Gaseous acidifying/ eutrophication compounds emissions	Total suspended particulate and PM10 emissions	Carbon monoxide emissions	Benzene emissions	Smelly substances emissions	Industrial emissions	Solid/liquid hazardous compounds emissions	Nutrients and sludge spreading
	Ig	Mg	Mg	Lg					Ig		Mg
Climate and stratospheric ozone											
Air quality		Br			Br	BI	MI	BI	MI		
Hydro-geological structure											
Non-renewable resources											
Soil quality				Mr					Lr	LI	MI
Waste										Lr	MI
Underground waters										LI	MI
Surface waters										Mr	MI
Ecosystems – biodiversity				Mr	Br		LI	Mr		Lr	MI
Renewable resources									Lr		
Health				LI	LI	LI	II		In	LI	
City-life quality		Lr			BI			BI	Lr		
Historical and cultural heritage				II	BI						
Landscape											
Land uses					BI					LI	

Figura 13 – Matrice degli impatti (Marazza, 2010).

Physical agents	Vibrations	Soil movements	Soil impermeabilization	Light pollution	Eutrophication discharges	Liquid industrial discharges	Erosion	Ground occupation	Mining	Use of renewable resources	Water withdrawal	Non-renewable resources depletion	Waste production
			BI										
		BI	Ir			Lr			II		MI		
		BI	LI				MI					Ig	
			II			LI			Ig		MI		Ig
		BI	II		BI	MI			MI		Br		
	BI	BI		BI	BI	Mr	BI	II			Br		
BI										Bg	Br		
MI	MI												
		BI	II	BI			LI	II	II				
MI		BI				MI	Lr	LI	MI				

Figura 14 - Matrice degli impatti (Marazza, 2010).

La matrice degli impatti (Figura 13, Figura 14) viene utilizzata per ottenere, per ogni aspetto ambientale individuato, il valore del parametro “m” o magnitudo dell’impatto di un aspetto. Il metodo prevede di selezionare tutti i fattori di pressione ambientale generati dall’aspetto e di sommare tutti i valori presenti nelle colonne (nel caso in cui su una singola componente ambientale persistano due o più impatti, viene considerato solamente quello con il valore di impatto spaziotemporale maggiore), ottenendo così il valore di “m”, che rappresenta la magnitudo dell’impatto dell’aspetto ambientale su tutte le componenti ambientali.

- **“i” fattori aggravanti**

Questo parametro considera quelli che possono essere definiti “fattori aggravanti”, che contribuiscono all’aumento della significatività dell’aspetto ambientale.

Il valore del parametro viene definito rispondendo alle domande della Tabella 15, quindi per ogni risposta positiva si aggiunge una unità al parametro “i”.

Tabella 15 – Domande per l’assegnazione del valore al parametro “i” (Marazza, 2010).

DOMANDA	ESEMPIO
L'impatto investe dei recettori sensibili?	città, parchi naturali
L'impatto determina l'interruzione di reti di ecosistemi/corridoi ecologici oppure disturba gli ecosistemi chiave?	Corridoio fluviale, zone parco, ZPS, SIC, aree protette
L'impatto è cumulativo, ovvero gli effetti si sommano a quelli di un altro fattore ambientale determinando un'acutizzazione dell'impatto?	L'effetto delle emissioni del traffico veicolare si somma alle emissioni degli aerei e delle caldaie
L'emissione è mediamente superiore al 50% del limite prescritto ai limiti delle leggi nazionali/regionali/europee oppure dai limiti prescritti dall'OMS?	Se durante l'anno e nelle immediate vicinanze dell'emissione la quantità di PM10 è di 25 g, essendo il limite prescritto di 50
Il consumo di un materiale o di energia in entrata al sistema considerato (terminal, officina, centrale) a condizioni standard è stato superiore a quello dell'anno precedente quello considerato?	E! stata consumata più carta/carburante/ materiali edili/acqua, etc.
La risorsa consumata è maggiormente scarsa nell'area considerata (es. acqua in zone soggette a sospensione del servizio idrico)	Risorsa localmente scarsa
La produzione di rifiuti in uscita dal sistema considerato (terminal, officina, centrale) a condizioni standard è stato superiore a quello dell'anno precedente quello considerato?	Sono stati prodotti più RSA rispetto all'anno precedente

- **“p” Percezione**

Il parametro “p” rileva il grado di partecipazione e sensibilità dei soggetti interessati riguardo l’aspetto ambientale, e viene ricavato analizzando:

- articoli di giornale dedicati;
- seminari, programmi scolastici e incontri sull’argomento;
- inserimento nell’agenda 21 locale;
- manifestazioni;

i valori vengono assegnati secondo la Tabella 16.

Tabella 16 – Criteri per l’assegnazione del parametro “p” (Marazza, 2010).

DESCRIZIONE	“p”
Più di 10 articoli di giornale in un anno e/o tematica inserita nel piano d'azione del processo di Ag21L e/o più di 10 manifestazioni d'interesse sull'argomento (campagne di educazione ambientale nelle scuole, convegni, seminari conoscitivi,...)	5
Più di 3 articoli di giornale in un anno e/o da 5 a 10 manifestazioni d'interesse sull'argomento, o tematica evidenziata nel processo di Ag21L	4
Meno di 3 articoli di giornale in un anno o problema affrontato nel processo di Ag21L e/o 2 a 4 manifestazioni d'interesse sull'argomento (campagne di educazione ambientale nelle scuole, convegni, seminari conoscitivi).	3
Segnalazioni verbali o lamentale di tipo diffuso e non circostanziato di uno o più soggetti interessati; nessun articolo di giornale e/o almeno 1 manifestazione d'interesse sull'argomento (educazione ambientale nelle scuole, convegni, seminari conoscitivi).	2
Sporadiche segnalazioni verbali o lamentale di tipo diffuso e non circostanziato di uno o più soggetti interessati. Nessuna attività/manifestazione.	1
Nessuna segnalazione, nessuna attività/manifestazione.	0

Dal calcolo dei fattori esposti è possibile, grazie all’ applicazione dell’Equazione 2, ricavare i valori di “S” per ogni singolo aspetto ambientale individuato.

Grazie a questi valori è infine possibile effettuare una loro gerarchizzazione e, impostando una soglia di significatività del valore di “S”, definire gli aspetti ambientali significativi, obiettivo primario di azioni di miglioramento nell’ambito del SGA.

1.7 Caso di studio

Il soggetto delle analisi effettuate in questa tesi è la GES.A.P. SpA, società di gestione dell'Aeroporto Internazionale di Palermo "Falcone Borsellino" (una SpA a prevalenza di capitale pubblico).

In quanto gestore aeroportuale, la Società progetta, realizza e gestisce aree, infrastrutture ed impianti dello scalo, dei quali cura ogni necessaria manutenzione ed implementazione. Fornisce, altresì, i servizi centralizzati quali: il coordinamento di scalo, i sistemi informativi e di informazione al pubblico, la vigilanza e la sicurezza aeroportuale e la fornitura di servizi commerciali, direttamente o attraverso subconcessioni a terzi²³.

Fondata nel 1985, GESAP ha ottenuto, nell'Agosto 2007, la concessione della gestione totale dell'Aeroporto di Palermo di durata quarantennale (Tabella 17), secondo l'articolo 10, comma 13, della legge n.537/93 ed il successivo D.M. 12 novembre 1997, n. 521.

Tabella 17- Concessione della gestione totale a GESAP dell'aeroporto di Palermo.

Aeroporto	Convenzione	Società di gestione	Decorrenza
Palermo	n.47 del 17/11/2006	GESAP spa	40 anni dal 02/08/2007

Secondo la formula della gestione totale, previa approvazione da parte di ENAC (Ente Nazionale Aviazione Civile) e pagamento del canone concessorio, al concessionario viene attribuita la gestione di tutti i servizi che si svolgono nell'intero sistema aeroportuale, ivi comprese le infrastrutture. In cambio il concessionario percepisce tutte le entrate ricavabili dalla gestione, compresi i diritti aeroportuali (Autorità per la vigilanza sui contratti pubblici di lavori, 2013).

Nel 2012 è stato sottoscritto il Contratto di Programma tra ENAC e GESAP, ovvero il principale strumento di programmazione, con durata quadriennale, che disciplina il profilo tariffario, la realizzazione del piano degli investimenti e il rispetto degli obiettivi di qualità e di tutela ambientale²⁴.

Inoltre, di particolare interesse per questo studio, nel Dicembre 2008 GES.A.P. ha ottenuto da parte di CERMET (Kiwa Cermet Italia S.p.A.), ente di certificazione

²³ <http://www.gesap.it/index.php?livello=Gesap&sezione=189&lang=it>

²⁴ https://www.enac.gov.it/La_Regolazione_Economica/Aeroporti/Contratti_di_Programma/index.html

accreditato, il rilascio della Certificazione Ambientale di qualità ai sensi della norma UNI ISO 14001: 2004, rinnovata nell'Ottobre 2012.

L'ottenimento di questa certificazione è stato raggiunto grazie alla collaborazione con il *Environmental Management Research Group* – CIRSA, che svolge il duplice compito di implementare il SGA e di effettuare la manutenzione del sistema.

L'Aeroporto Internazionale di Palermo “Falcone Borsellino” (codice ICAO²⁵: LICJ, codice IATA²⁶: PMO) classificato come “Aeroporto civile aperto al traffico commerciale nazionale ed internazionale”, si trova a 38°11'00” N e 13°06'00” E, nel territorio del comune di Cinisi, ad una distanza di 35km dal capoluogo siciliano, tra il Golfo di Carini (est) e il Golfo di Castellammare (ovest), ad una quota di 21,7m sul livello medio del mare.

Secondo la classificazione ICAO degli aeroporti (*erodrome reference code*), l'aeroporto di Palermo è classificato, per le sue caratteristiche, come “4E”²⁷.

Il sedime aeroportuale, ovvero tutta la superficie posta sotto la giurisdizione della autorità aeronautica competente, è costituita da aree regolamentate di movimento “*Air-Side*” e da aree aperte al pubblico “*Land-Side*” (Dipartimento dei vigili del fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile direzione centrale per la formazione, 2005).

Nel nostro caso la zona Air-Side è composta da (Figura 15):

- **due piste incidenti:** la 07-25 di 3326×60m e la 02-20 di 2074×45m entrambe fornite di strip (striscia di sicurezza) di 300m per tutta la lunghezza delle piste;
- **piazzale aeromobili:** posto in posizione parallela alla pista 07-25 si estende per una lunghezza di circa 1200m.

²⁵ Organizzazione Internazionale dell'Aviazione Civile

²⁶ *International Air Transport Association*

²⁷ La pista ha una lunghezza superiore a 1800 m (4); Apertura alare maggiore o uguale a 52 m ma inferiore a 65 m e distanza esterna tra i carrelli principali maggiore o uguale a 9 m ma inferiore a 14 m (E).



Figura 15 - Immagine satellitare sedime aeroportuale dell'Aeroporto Falcone Borsellino di Palermo, elaborazione Qgis

All'interno di questa area vengono forniti una serie di servizi, e sono presenti impianti di supporto, connessi e non, agli aeromobili.

La zona *Land-Side* è invece composta da (Figura 16):

- **Area di parcheggio:** costituita da una zona di sosta, un parcheggio multipiano e da una struttura temporanea di parcheggio (priva di fondazioni);
- **Terminal passeggeri:** un edificio a pianta rettangolare (attualmente interessato da importanti lavori di trasformazione e riqualificazione) che si sviluppa in direzione Est-Ovest per una lunghezza di 274m e una larghezza di 75m. Il terminal si sviluppa su tre livelli per una superficie totale di circa 34000mq:
 - Primo livello: area di movimentazione dei bagagli e zona di arrivo;
 - Secondo livello: area di check-in (25 banchi) e area dedicata alle partenze internazionali;
 - Terzo livello: varchi di accesso alle aree di imbarchi nazionali e internazionali.



Figura 16 - Immagine satellitare di una porzione del sedime aeroportuale dell'Aeroporto Falcone Borsellino di Palermo, Qgis

- **Terminal cargo:** prefabbricato con superficie di circa 600mq, posto ad est del terminal passeggeri, adibito alle operazioni di ricevimento ed immagazzinamento delle merci in arrivo e in partenza;
- **Impianti bagagli:** costituito dal sistema di accettazione composto da 27 banchi suddivisi tra i check-in posti al secondo livello del terminal;
- **Edificio degli uffici:** costituiti da una serie di palazzine ad ovest del terminal sede della sezione amministrativa di GESAP.

L'aeroporto Falcone Borsellino è raggiungibile tramite un collegamento ferroviario dedicato, allacciato alla linea Palermo-Trapani, e presenta inoltre una connessione diretta con l'autostrada A29 Palermo Trapani Mazza del Vallo.

L'aeroporto è inoltre fornito di una serie di strutture tecnologiche che garantiscono l'approvvigionamento di energia elettrica, la regolazione della temperatura delle strutture ed il trattamento delle acque; in particolare sono presenti (GES.A.P. S.p.A. , 2008; GES.A.P. S.p.A, 2012):

- **Centrale termica:** costituita da due caldaie alimentate a gasolio (di potenza termica dichiarata pari a 0,94 MW ciascuna) e dai dispositivi di recupero del calore composti dai circuiti di raffreddamento dei gruppi elettrogeni. L'impianto è utilizzato per la produzione di acqua calda, per il riscaldamento degli ambienti dell'aerostazione e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- **Centrale frigorifera:** All'interno del locale si trovano 3 gruppi refrigeratori condensati ad acqua utilizzati per la produzione dell'acqua refrigerata, per la climatizzazione dei locali della nuova aerostazione ed un gruppo refrigeratore di liquido condensato ad aria. La potenza frigorifera complessiva della centrale risulta pari a 5.000 kW;
- **Centrale di cogenerazione:** costituita da 3 gruppi elettrogeni da 1000 HP cad. attualmente utilizzato esclusivamente per la autoproduzione elettrica in emergenza;
- **Centrale elettrica:** Detta centrale accoglie gli apparati in media tensione, gli apparati di trasformazione da media a bassa tensione ed i quadri di potenza e distribuzione in bassa tensione. Le utenze aeroportuali sono alimentate dalla rete pubblica gestita dall'ENEL esercitante a 20 kV (media tensione);
- **Centrale idrica:** L'alimentazione idrica dell'aeroporto origina dal vicino comune di Cinisi, dal quale giunge alla struttura tramite una conduttore di circa 2 km, che alimenta due serbatoi idrici di stoccaggio i quali, a loro volta, forniscono acqua all'intera struttura;
- **Edificio depuratore acque reflue:** attraverso l'impianto vengono trattate le acque nere di scarico prima della loro immissione in fognatura. Tutte le acque provenienti dai vari servizi vengono trattate presso il depuratore, mentre le acque provenienti dai piazzali e dalle piste sono convogliate direttamente in mare.

2 MATERIALE E METODI

Di seguito verranno esposti i materiali ed i metodi utilizzati per lo svolgimento delle varie fasi della metodologia OEF, applicata al caso studio. Successivamente sarà esposta una metodologia per il calcolo della significatività degli aspetti ambientali, effettuata tramite il calcolo del parametro “ S_p ”. Infine, la nuova classificazione degli aspetti ambientali ottenuta verrà confrontata con quella ricavata dall’applicazione del metodo EMRG.

2.1 Applicazione della metodologia OEF al caso studio

Come esposto nel capitolo 1.5, la metodologia OEF si trova tuttora in una fase di *testing* al fine di valutarne potenzialità, criticità e campi di applicazione. Non esistendo studi antecedenti riguardo l’applicazione della metodologia OEF ad un ente gestore aeroportuale, non è stata ancora avviata la procedura per la creazione delle OEFSR, da utilizzare per il calcolo dell’impronta ambientale delle organizzazioni operanti in questo settore.

Per questa ragione nel presente studio sono state applicate le regole generali per il calcolo dell’OEF, comuni per ogni tipo di organizzazione, al fine di effettuare una prima analisi di screening degli impatti provocati dall’organizzazione esaminata.

Di seguito verranno riportati i materiali e i metodi utilizzati per l’applicazione della metodologia al caso di studio, ed, infine, verranno riportati i risultati ottenuti tramite la modellazione effettuata utilizzando il software GaBi7.

2.1.1 Definizione degli obiettivi degli studi sull’impronta ambientale dell’organizzazione

Questo studio, trattandosi di una prima analisi non solo rispetto al caso specifico ma a questo tipo di organizzazione, consiste in uno screening effettuato considerando i principali flussi di materia ed energia, in input ed output, che caratterizzano l’organizzazione.

Uno degli obiettivi di questo studio è quello di cercare di individuare materiali e metodi validi per l'applicazione dell'OEF a questo tipo di organizzazioni; questi potranno successivamente essere utilizzati per la creazione delle OEFSR relative al settore dei prodotti/servizi individuato.

L'analisi punta inoltre ad ottenere una prima stima degli impatti dell'organizzazione e ad identificare le attività, connesse alla fornitura dei servizi, maggiormente impattanti.

Nell'ambito del presente studio verranno inoltre analizzate le variazioni annue degli impatti, dal 2011 al 2014, su determinate categorie di impatto ambientale per valutarne gli effetti derivanti dall'applicazione del SGA.

Data la natura sperimentale dello studio, nella definizione degli obiettivi verranno tralasciate alcune parti ad oggi non determinabili in maniera certa.

2.1.2 Definizione dell'ambito degli studi sull'impronta ambientale delle organizzazioni

In questa fase viene effettuata una descrizione del sistema da valutare e dei criteri analitici associati. In particolare sono definite le caratteristiche fondamentali dell'organizzazione (Nome, settore di prodotti/servizi, ubicazione, codici NACE).

Le informazioni necessarie sono state raccolte dai documenti relativi alla procedura di Valutazione Impatto Ambientale avviata il 12/06/2012 riguardante il progetto di rimodulazione (aree *land side*) del *Masterplan* Aeroportuale dell'Aeroporto internazionale di Palermo "Falcone Borsellino" (ENAC - Ente Nazionale per l'Aviazione Civile, 2012).

Il codice NACE dell'organizzazione è stato individuato tramite il sito dell'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), il quale mette a disposizione uno strumento per l'individuazione del codice Ateco (versione nazionale della classificazione (Nace Rev. 2)) di una attività economica (ISTAT, 2015).

Nell'ambito del presente studio è stata scelta come unità di analisi la fornitura di beni e servizi, presenti nel portafoglio prodotti, nell'anno 2014, sulla base della quale è stata effettuata la raccolta dati.

2.1.3 Portafoglio prodotti/servizi

Per la creazione del portafoglio prodotti/servizi è stato scelto di utilizzare l'allegato 4 al contratto di programma stipulato da ENAC e GESAP, approvato tramite comunicato del "Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti" sulla GU n.202 del 30/08/2012; si tratta di un documento comune a tutti gli enti gestori aeroportuali e per questo motivo può diventare un riferimento da includere nelle OEFSR.

All'interno di questo allegato vengono elencati prodotti/cespiti/servizi effettivamente erogati all'interno dello scalo dall'ente gestore e le attività che questo svolge per garantire i suddetti servizi e le infrastrutture necessarie.

Grazie a questo documento e al D.Lgs. 13-1-1999 n. 18, attuazione della direttiva 96/67/CE relativa al libero accesso al mercato dei servizi di assistenza a terra negli aeroporti della Comunità (Gazz. Uff. 4 febbraio 1999, n. 28, S.O.), in cui vengono elencati i servizi di assistenza a terra, sottoposti al regime del decreto, sono stati individuati, analizzati e descritti i servizi realmente forniti per i quali GESAP richiede un compenso.

I servizi individuati dall'allegato che andranno a costituire il portafoglio prodotti, successivamente sottoposti a piccole modifiche per rendere la nomenclatura dei servizi più adatta allo studio, sono 12:

1. diritti di approdo e partenza;
2. diritti di sosta e ricovero;
3. diritti di imbarco passeggeri;
4. tasse di Imbarco e sbarco merci;
5. corrispettivo per il controllo di sicurezza sul passeggero e sul suo bagaglio a mano;
6. corrispettivo per il controllo di sicurezza sul bagaglio da stiva;
7. corrispettivo per il controllo di sicurezza sulle merci;
8. corrispettivi per la messa a disposizione di beni di uso esclusivo:
 - banchi e *gates*;
 - uffici, locali ed aree per attività di assistenza a terra e/o strumentali all'attività operativa dei vettori;
9. corrispettivo per l'assistenza al PRM (passeggero a ridotta mobilità);
10. aree ed Impianti strumentali all'erogazione del carburante;
11. aree ed impianti strumentali all'erogazione del catering;
12. impianto di stock merci.

È stata inoltre definita la quantità dei servizi forniti nell'anno di riferimento (2014) utilizzando i dati di traffico forniti da ENAC (ENAC, 2014).

2.1.4 Confini del sistema

I confini dell'organizzazione applicati nel presente studio racchiudono tutte le attività connesse alla creazione del portafoglio prodotti sotto il controllo diretto dell'organizzazione; durante la modellazione del sistema è stato deciso, trattandosi di uno studio preliminare e visto il formato dei dati in nostro possesso non consentono l'allocazione dei flussi di materia ed energia ai vari servizi forniti e quindi ai processi ad essi associati, di trattare l'intera organizzazione come una scatola nera (*black box*), all'interno della quale entrano flussi di materia ed energia, utilizzati per produrre i servizi, e ne fuoriescono emissioni e rifiuti.

Al di fuori dei confini dell'organizzazione sono state considerate alcune attività che contribuiscono alla fornitura di beni e servizi, connesse all'approvvigionamento di risorse ed allo smaltimento dei rifiuti, indirettamente attribuibili all'organizzazione, e quindi considerate ricadenti all'interno dei confini dell'OEF.

Le attività a monte comprese nei confini dell'OEF sono:

- produzione e trasporto dell'energia elettrica acquistata;
- estrazione, produzione e trasporto dell'acqua utilizzata;
- produzione e trasporto del gasolio per il riscaldamento;
- produzione e trasporto di benzina, gasolio e cherosene utilizzati per attività di supporto alla realizzazione dei servizi.

Per quanto riguarda le attività a valle dell'organizzazione, sono stati considerati gli impatti causati dallo smaltimento dei rifiuti solidi assimilabili agli urbani e speciali prodotti, oltre che gli effetti provocati dallo sversamento in mare dei reflui della struttura, pretrattati tramite impianto di depurazione.

2.1.5 Compilazione del profilo di utilizzo delle risorse e di emissioni

Il profilo di utilizzo è costituito da flussi in entrata e in uscita associati a tutte le attività e i processi all'interno dei confini del sistema.

In questa fase è stata effettuata la prima compilazione del profilo di utilizzo delle risorse e delle emissioni utilizzando i dati provenienti dal sistema di gestione ambientale certificato ISO14001:2004 di GESAP reperiti dal sito, con accesso limitato, (http://www.emrg.it/GESAP/common_routines/ind_index.php.) relativi agli anni dal 2011 al 2014.

In particolare sono stati utilizzati i dati dal 2011 al 2014 riguardanti:

- consumo di energia elettrica (MWh);
- consumo di acqua (m³/y);
- consumo di gasolio per il riscaldamento delle strutture (l);
- quantità di rifiuti speciali prodotta (t);
- quantità di RSA (Rifiuti Solidi Assimilabili agli urbani) prodotta (t);
- Composizione media annuale delle acque eseguite allo scarico del depuratore:
 - C.O.D. (mg/l);
 - B.O.D.5 (mg/l);
 - Ossigeno disciolto (mg/l);
 - Sostanza sospesa (mg/l);
 - Ammoniaca (NH₃) (mg/l);
 - Nitriti (NO₂⁻) (mg/l);
 - Nitrati (NO₃⁻) (mg/l);
 - Fosforo totale (P) (mg/l);
 - Oli e grassi (mg/l);
 - Tensioattivi (MBAS²⁸) (mg/l);
 - Cloruri (Cl⁻) (mg/l);
 - Solfiti (SO₃²⁻) (mg/l).

Sono stati inoltre reperiti, tramite consultazione diretta con responsabili dell'azienda, i dati di consumo di carburante (diesel e benzina), relativi all'anno 2014, utilizzato per il funzionamento dei mezzi (costituenti il parco macchine di GESAP) funzionali alle attività aeroportuali.

È stato infine approssimato, tramite consultazione con esperti facenti parte del gruppo di ricerca "*Environmental Management Research Group – CIRSA*", l'ammontare

²⁸ MBAS (*Methylene Blue Active Substances*): sostanze attive al blu di metilene;

complessivo, espresso in km, delle distanze percorse per via aerea e terrestre per viaggi aziendali.

In particolare, per ottenere i valori delle distanze percorse annualmente per via terrestre, è stata effettuata una approssimazione della distanza totale percorsa in un anno, considerando tre viaggi settimanali di andata e ritorno dalla struttura aeroportuale fino alla città di Palermo, distanti circa 35 km. Successivamente questa distanza è stata suddivisa equamente tra veicoli a benzina e diesel.

Per quanto riguarda i viaggi aziendali per via aerea, per trovare la distanza percorsa in un anno, sono stati considerati due viaggi settimanali di andata e ritorno tra l'aeroporto di Palermo "Falcone Borsellino" e l'aeroporto di Roma "Fiumicino" (sede di ENAC) distanti 426 km.

Questi dati saranno utilizzati per una prima analisi dell'impronta ambientale della gestione dell'aeroporto "Falcone e Borsellino".

2.1.6 Modellazione tramite Gabi7

Per il calcolo dell'impronta ambientale dell'organizzazione, è stato necessario modellare nel software Gabi7, prodotto da *thinkstep (ex PE International)*, i consumi in materia ed energia oltre ai rifiuti ed alle emissioni dirette di un intero anno di gestione dell'aeroporto.

Gabi7 permette di ricreare una realtà organizzativa complessa, utilizzando tre elementi quali piani, processi e flussi (Figura 17):

- **Piani:** oggetti che racchiudono in sé informazioni sotto forma di processi, flussi e altri piani;
- **Processi:** oggetti che raccolgono dati in input e dei dati in output;
- **Flussi:** si trovano all'interno dei processi, collegandoli tra loro, ed hanno il proprio quantitativo e la relativa unità di misura; possono essere di prodotto (es. acqua, elettricità, etc.) o elementari (anidride carbonica, metano, etc.).

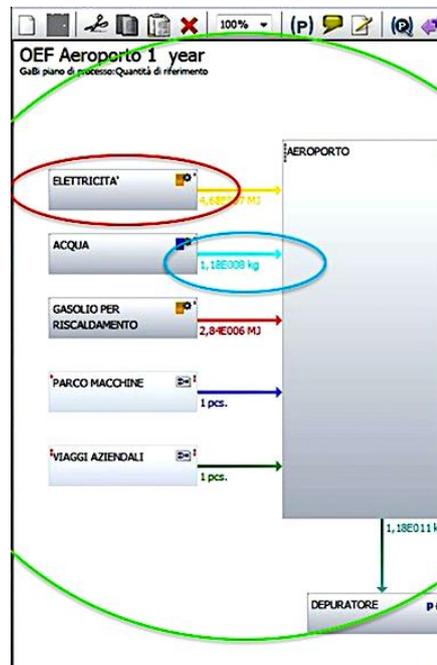


Figura 17 - Ambiente di lavoro GaBi7, evidenziato in verde un piano, in rosso un processo ed in azzurro un flusso.

All'interno del software sono contenuti più di 7000 *dataset*, a loro volta contenuti all'interno delle banche dati (*database*) "Gabi LCA *databases*", consultabili simultaneamente e relativi a varie categorie (*Agriculture, Building & construction, Chemicals & materials, ecc.*).

Il *database GaBi professional*, fornito con il software GaBi, è stato utilizzato per la modellazione effettuata nel presente studio.

Il *software* consente di inserire all'interno del modello dei parametri per aumentarne la flessibilità, rendendo più veloci le procedure di correzione ed inserimento dati e consentendo così la generazione di scenari; all'interno di questo è inoltre possibile impostare formule matematiche per l'automatizzazione dei calcoli.

Possono essere impostati tre tipi di parametri:

- **Globali:** utilizzati sia nel piano sia nei processi che hanno validità per tutto il progetto in esame;
- **Di piano:** utilizzabili solamente nel piano per il quale sono stati definiti e da tutti i processi al suo interno;
- **Di processo:** hanno valenza solamente nel processo considerato.

Per prima cosa è stato creato il piano principale dello studio denominato “*OEF Aeroporto 1 year*” (Figura 18), all’interno del quale sono stati inseriti i processi e i flussi considerati nello studio.

OEF Aeroporto 1 year
 GaBi piano di processo: Quantità di riferimento

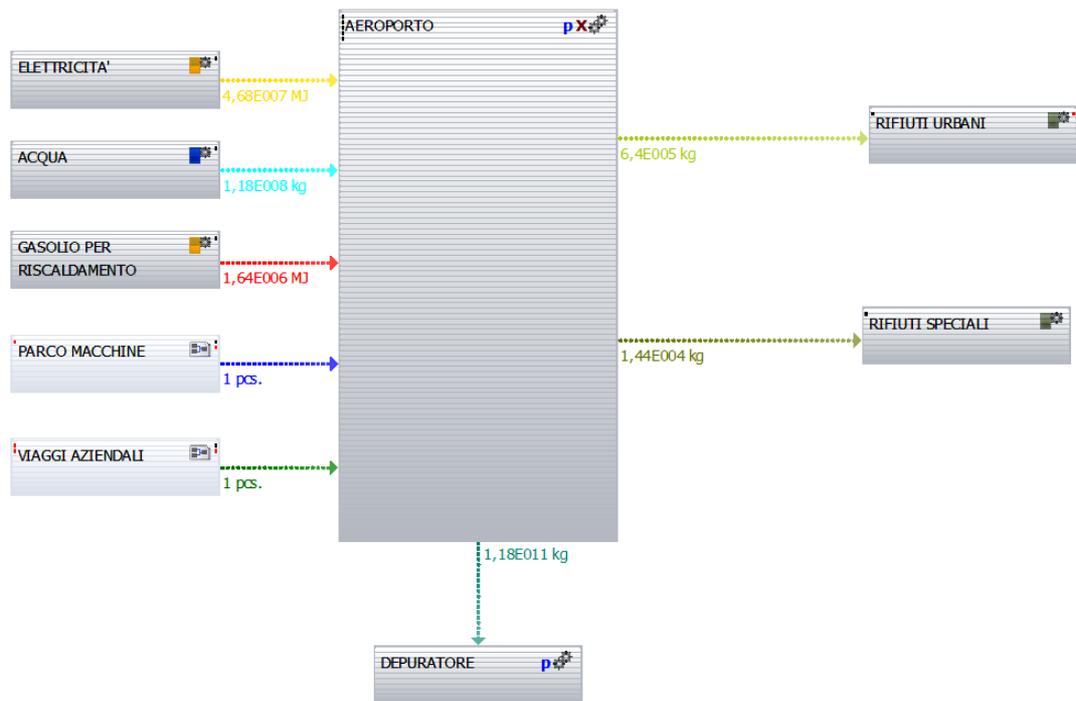


Figura 18 - Piano principale “*OEF Aeroporto 1 year*”.

Analizzeremo adesso, seguendo l’approccio della catena di approvvigionamento, le scelte effettuate per la creazione dei processi e dei flussi facenti parte del piano.

Per prima cosa è stato creato il processo primario denominato “AEROPORTO”, questo rappresenta tutto ciò che avviene all’interno dei confini dell’organizzazione che, come già affermato, a causa della natura trasversale dei dati considerati rispetto ai servizi ed alle aree della struttura aeroportuale, è stato trattato come una scatola nera all’interno della quale non è stato effettuato nessun tipo di indagine e di allocazione.

All’interno di questo processo sono state inserite le quantità di materia ed energia in *input* e in *output* al sistema, collegate tramite flussi a processi a monte e a valle.

Sono stati considerati 5 processi a monte del processo AEROPORTO, collegati con altrettanti flussi:

- ELETTRICITÀ;
- ACQUA;
- GASOLIO PER IL RISCALDAMENTO;
- PARCO MACCHINE;
- VIAGGI AZIENDALI.

Per quanto riguarda i flussi di *output* questi sono stati collegati a 3 processi:

- RIFIUTI URBANI;
- RIFIUTI SPECIALI;
- DEPURATORE.

Analizzeremo adesso singolarmente i processi connessi ai flussi iniziando da quelli in ingresso.

○ ELETTRICITÀ

Per la modellazione della fornitura di energia elettrica è stato utilizzato il processo reperito dalla banca dati *GaBi Professional database 2014*, “*Electricity grid mix 1kV-60kV*” (*PE international*) relativo al *mix* elettrico italiano del 2011 (Figura 19), con validità sino al 2016.

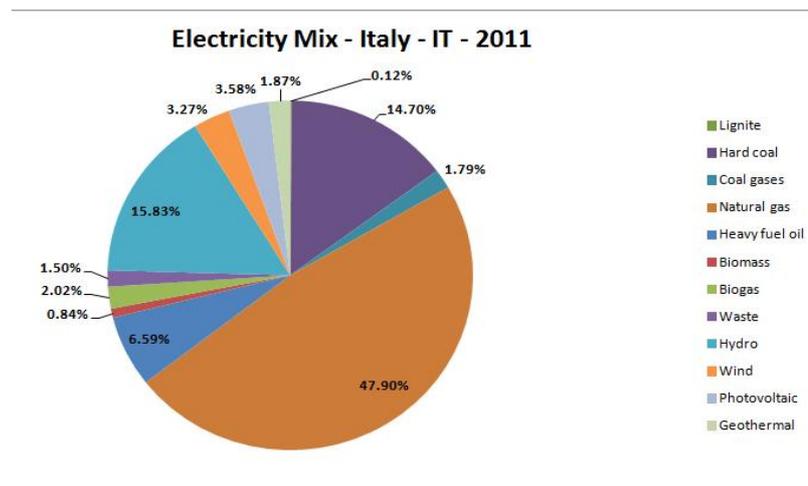


Figura 19 - Mix elettrico italiano 2011 (GaBi database, 2014)

Il set di dati rappresenta la media del quantitativo di energia elettrica prodotta nel paese dalle diverse fonti, considerando i metodi, le quantità di produzione dell'energia presenti nel paese e i relativi flussi generati dai vari processi di produzione.

Questo processo può essere utilizzato per tutti gli studi LCA e CF (*Carbon Footprint*) in cui è necessaria energia elettrica di media tensione.

Tutte le informazioni sul processo sono reperibili nel *dataset* del processo disponibile dal sito:

<http://gabi-documentation-2014.gabi-software.com/xml-data/processes/ce82b33c-ea98-4ba2-b7cd-1838deff792d.xml>.

○ ACQUA

Per la modellazione dell'*input* di acqua al processo AEROPORTO è stato utilizzato il processo “*Tap water*” (*PE international*) presente in *GaBi Professional database 2014*, con anno di riferimento 2013 e validità sino al 2016.

Il set di dati, con rappresentatività spaziale per i paesi EU-27²⁹, copre tutte le fasi relative al processo di potabilizzazione delle acque sotterranee, dalla loro estrazione sino alla distribuzione. Tutte le informazioni sul processo sono reperibili nel *dataset* del processo disponibile dal sito:

<http://gabi-documentation-2014.gabi-software.com/xml-data/processes/db009013-338f-11dd-bd11-0800200c9a66.xml>.

○ GASOLIO PER IL RISCALDAMENTO

Per la modellazione del flusso di gasolio utilizzato per il riscaldamento dei locali è stato adoperato il processo “*Thermal energy from light fuel oil (LFO)*” (*PE international*). Questo processo rappresenta la produzione media di energia termica italiana a base di olio combustibile leggero (*Light Fuel Oil*, *LFO*) e comprende, al suo interno, il processo italiano “*Crude oil mix*”, che raccoglie i dati sulle attività estrattive del petrolio grezzo importato nel paese.

Per la modellazione di questo flusso è stato necessario convertire il dato di consumo di gasolio annuale (litri) in quantità di energia termica prodotta (Wh). Per far questo, si è innanzitutto moltiplicato il consumo in litri per la densità del gasolio, 0,8 Kg/dm³ pari a 0,8 kg/l, ottenendo così il consumo in grammi di gasolio 42.608 kg; questo valore è stato moltiplicato per il potere calorifico del gasolio 11.860 Wh/kg (dato reperito

²⁹ EU-27 stati membri inclusi: Austria, Belgio, Bulgaria, Cipro, Repubblica Ceca, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Ungheria, Irlanda, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Romania, Repubblica Slovacca, Slovenia, Spagna, Svezia e Regno Unito.

dal sito del comune di Modena³⁰), ottenendo così il valore in Wh e successivamente in kWh prodotti nell'anno.

Questo calcolo è stato impostato all'interno del processo AEROPORTO come parametro di processo.

Tuttavia i kWh termici forniti effettivamente da un impianto di riscaldamento dipendono, non solo dalla quantità di gasolio utilizzata, ma anche dalle caratteristiche dell'impianto stesso (resa energetica).

Non essendo stato possibile reperire il dato di rendimento termico dell'impianto in esame, è stato necessario effettuare una ricerca bibliografica che ha portato alla selezione del valore di energia termica utilizzabile, del 90%³¹.

<http://gabi-documentation-2014.gabi-software.com/xml-data/processes/434b074d-28db-46b9-8a0b-189fa22daf73.xml>.

³⁰ <http://www.comune.modena.it/ambiente/documenti/progetti/energia-e-ambiente/poteri-calorifici-e-fattori-di-conversione>

³¹ *Grandi impianti di combustione. Linee guida per le migliori tecniche disponibili. D.Lgs. 59/2005* <<http://www.arpa.veneto.it/servizi-ambientali/ippc/file-e-allegati/mtd/d.m.-1-10-2008/LG%20MTD%20impianti%20di%20combustione.pdf>>, p.38.

○ PARCO MACCHINE

Per la modellazione dei processi relativi al flusso di carburante (benzina e diesel) associati al funzionamento del parco macchine dell'azienda, è stato creato un piano denominato "PARCO MACCHINE" (Figura 20), successivamente inserito come processo all'interno del piano primario "OEF Aeroporto 1 year".

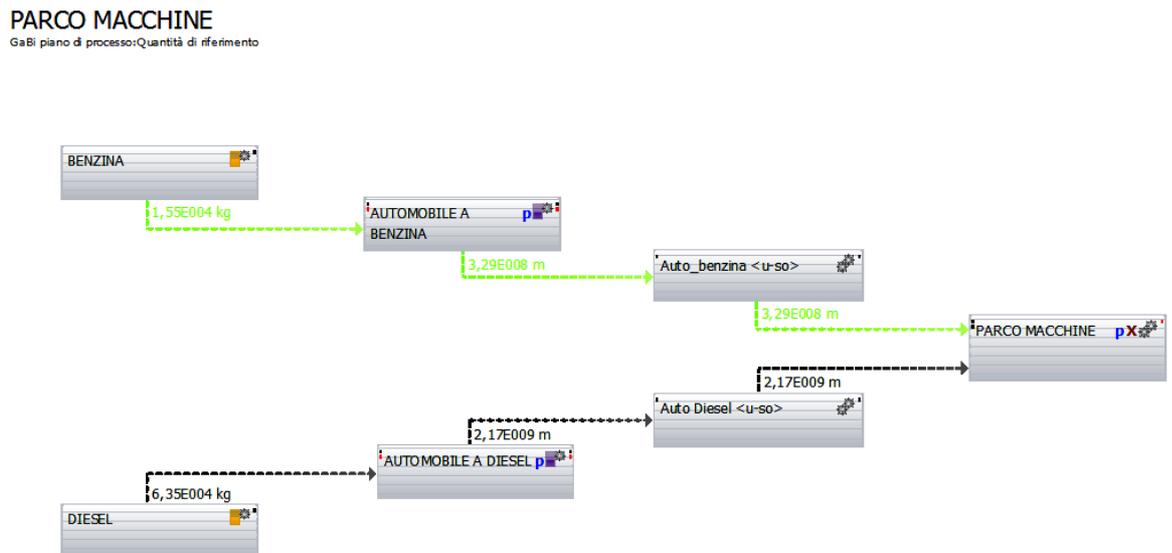


Figura 20 - Piano PARCO MACCHINE

All'interno di questo piano è stata modellata la catena di approvvigionamento che porta alla creazione del processo finale "PARCO MACCHINE".

Il piano si compone dei seguenti processi:

- **Benzina**

Per la modellazione della fornitura di benzina è stato utilizzato il processo "Gasoline mix (premium) at refinery" (PE international) presente in *GaBi Professional database 2014*, con anno di riferimento 2011 e validità sino al 2016 riferito ai paesi EU-27.

Il set di dati copre l'intera catena di approvvigionamento dei prodotti di raffineria (Figura 21): perforazione di pozzi per l'estrazione, produzione di petrolio greggio, trasporto tramite condutture o navi alla raffineria ed i trattamenti subiti da questo all'interno della raffineria.

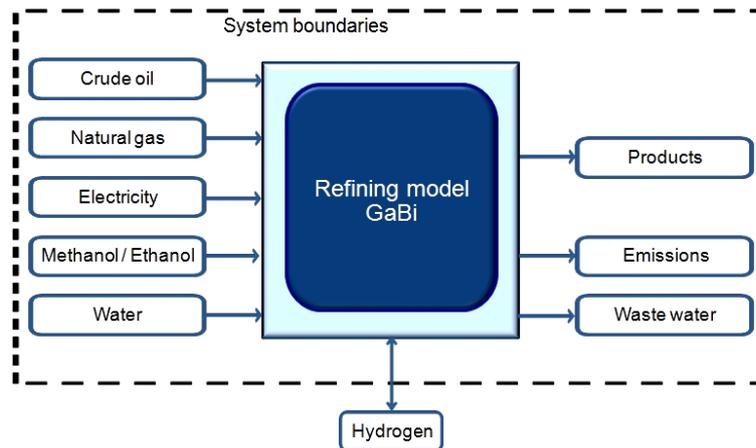


Figura 21 - Confini del sistema del processo secondario “Gasoline mix (premium) at refinery” (GaBi database, 2014).

Le informazioni aggiuntive sul processo sono disponibili nel *dataset* del processo disponibile sul sito:

<http://gabi-documentation-2014.gabi-software.com/xml-data/processes/6855dc08-ac55-45c2-b4c7-4ac73edd0030.xml>.

- **Diesel**

Per la modellazione dei processi che portano alla fornitura del carburante diesel è stato utilizzato il processo “*Diesel mix at refinery*” (*PE international*) presente in *GaBi Professional database 2014*, con anno di riferimento 2011 e validità sino al 2016 riferito ai paesi EU-27.

Questo processo è del tutto simile al precedente, e valuta la catena di approvvigionamento che porta alla produzione del carburante diesel.

Tutte le informazioni sono disponibili sul sito:

<http://gabi-documentation-2014.gabi-software.com/xml-data/processes/244524ed-7b85-4548-b345-f58dc5cf9dac.xml>.

- **Automobile a benzina e Automobili a diesel**

Per la modellazione delle emissioni dovute all’utilizzo delle macchine a benzina e a diesel che compongono il parco macchine dell’azienda, sono stati utilizzati i processi “*Car petrol, gasoline driven, Euro 3, passenger car*” e “*Car diesel, diesel driven, Euro 3,*

passenger car” (*PE international*) relativi all’anno 2013 e validi sino al 2016 con spessore globale.

Questi processi hanno la funzione di valutare i flussi creati dall’utilizzo delle vetture.

Tutte le informazioni sono disponibili sui siti:

<http://gabi-documentation-2014.gabi-software.com/xml-data/processes/b7cb803f-92f6-4791-b6a3-58392205bd62.xml> e

<http://gabi-documentation-2014.gabi-software.com/xml-data/processes/d4c4829d-10cc-4f1c-baa7-a8b370ecb6f5.xml>.

- **Parco macchine**

I processi facente parte del piano “PARCO MACCHINE” sono stati collegati tramite flussi e fatti convergere in un processo primario denominato anch’esso “PARCO MACCHINE” (Figura 20).

All’interno di questo processo sono stati inseriti i chilometri percorsi dai veicoli diesel e benzina nel 2014.

Per fare questo, sono stati presi in considerazione i valori di consumo medio delle vetture presenti come parametri all’interno dei processi “*Car petrol*” e “*Car diesel*”, denominati rispettivamente “*spec_petrol_tot*” e “*spec_diesel_tot*”. Questi due valori, rispettivamente 0.0472 kg/km per le auto a benzina e 0.0587 kg/km per le auto a diesel (47.2 g/km e 58.7 g/km), sono stati divisi per la densità del rispettivo carburante, 700 g/l per la benzina e 800 g/l per il diesel (<http://www.tecnocentro.it/ita/tabellapispec.htm>), in modo tale da ottenere il volume in litri necessario ad effettuare 1 km.

Impostando una proporzione tra i valori ottenuti (0,067 l benzina e 0,073 l gasolio) ed il consumo di diesel e benzina nell’anno 2014, è stato possibile ottenere i chilometri percorsi durante l’anno in esame.

I calcoli sopra esposti sono stati parametrizzati e quindi inseriti come flussi di *input* all’interno del processo, tramite l’impostazione dei parametri di processo “*Petrol*” e “*Diesel*” secondo le formule:

$$\text{Petrol} = (\text{PM. Benzina} * 1) / (47,2 \text{ g} / 700 \text{ g/l})$$

$$\text{Diesel} = (\text{PM. Diesel} * 1) / (58,7 \text{ g} / 800 \text{ g/l})$$

L'intero piano così composto (Figura 20) è stato quindi inserito all'interno del piano principale “*OEF Aeroporto 1 year*” (Figura 18) e successivamente collegato al processo AEROPORTO.

○ VIAGGI AZIENDALI

Per la modellazione dei flussi espressi in chilometri percorsi per viaggi aziendali, è stato necessario creare un piano denominato “VIAGGI AZIENDALI” (Figura 22).

All'interno del piano sono stati utilizzati, per la modellazione dei viaggi effettuati tramite automobili a diesel e a benzina, gli stessi processi adoperati per la modellazione del piano “PARCO MACCHINE”, mentre per la modellazione dei viaggi effettuati per via aerea e per il processo finale “VIAGGI AZIENDALI” sono stati usati i seguenti processi :

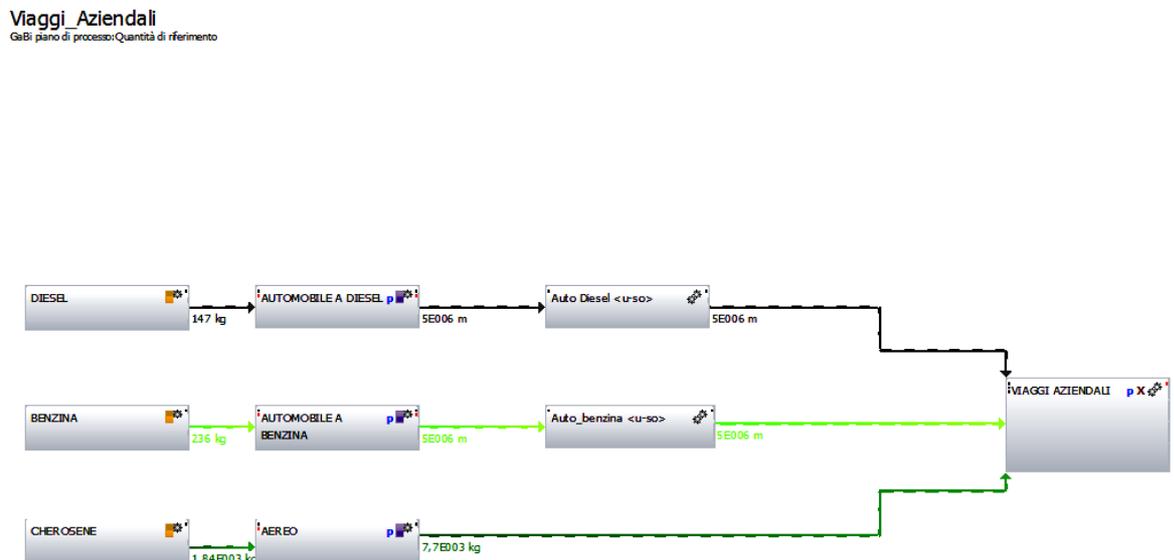


Figura 22 - Piano VIAGGI AZIENDALI

● Cherosene

Per la modellazione dei processi che portano alla fornitura di cherosene atto al funzionamento degli aeromobili è stato utilizzato il processo “*kerosene / Jet A1 at refinery*” (*PE international*) presente in *GaBi Professional database 2014*, con anno di riferimento 2011 e validità sino al 2016 riferito ai paesi EU-27.

Come per i processi “Benzina” e “Diesel” esposti precedentemente, il *set* di dati copre l'intera catena di approvvigionamento del prodotto di raffineria, dalla sua estrazione alla sua immissione sul mercato come prodotto raffinato, riportando tutti i flussi di *input* e di *output* per ogni fase del ciclo di vita.

Ulteriori informazioni sono reperibili sul sito:

<http://gabi-documentation-2014.gabi-software.com/xml-data/processes/701f8775-bd15-4b91-b3d0-43e7ee04044a.xml>.

- **Aereo**

Il processo cherosene è stato collegato con il processo “*Cargo plane*” (*PE international*) presente in *GaBi Professional database* 2014, con anno di riferimento 2013 e validità sino al 2016 riferito ai paesi EU-27.

Il *set* di dati deve essere utilizzato per studi LCA in cui le merci sono trasportate per via aerea. Il processo permette singole impostazioni dei parametri e, nel nostro caso, questa funzione è stata utilizzata per impostare la lunghezza del trasporto aereo di 852 km (andata e ritorno).

Il fatto di aver utilizzato un processo ideato per il trasporto di merci al fine di modellare un trasporto passeggeri è dovuto all’assenza di un processo più adatto.

- **Viaggi aziendali**

Tutti i processi del piano “VIAGGI AZIENDALI” sono stati collegati tramite flussi e fatti confluire all’interno del processo primario creato e denominato “VIAGGI AZIENDALI” (Figura 22). All’interno di questo processo è stato necessario inserire il quantitativo di chilometri percorso con le vetture diesel e benzina ed il peso totale trasportato per via aerea, in quanto il processo “AEREO” è stato ideato per un trasporto merci e quindi impostato con un *output* in peso.

Per l’inserimento di quest’ultimo dato è stato creato un parametro di processo denominato “aereo”, considerando il peso medio di un uomo italiano di 74 kg (ANSA, 2013) moltiplicato per la frequenza dei viaggi considerata (2 viaggi settimanali).

Verranno adesso analizzati i processi associati ai flussi in uscita dal processo “AEROPORTO”:

- RIFIUTI URBANI

Per la modellazione del flusso in uscita di rifiuti urbani è stato utilizzato il processo “*Landfill of municipal solid waste*” (*PE international*) relativo al 2013 con valenza sino al 2016, riferito ad alcuni dei paesi EU-27, tra cui l’Italia.

Il processo non include la raccolta, il trasporto e il pretrattamento del rifiuto, ma rappresenta una tipica discarica di rifiuti urbani che comprende il trattamento dei gas di discarica, del percolato, dei fanghi ed il deposito.

Ulteriori specifiche del processo sono disponibili sul sito:

<http://gabi-documentation-2014.gabi-software.com/xml-data/processes/89863fcb-3306-11dd-bd11-0800200c9a66.xml>.

○ RIFIUTI SPECIALI

Per la modellazione del flusso in uscita di rifiuti speciali, sui quali non sono pervenute informazioni specifiche sul contenuto, è stato utilizzato il processo “*Used oil*” (*PE international*), contenuto nell’estensione IX, di *GaBi Professional database 2014 “End of life”*. Il processo è relativo all’anno 2013 con valenza sino al 2016, riferito ai processi di trattamento di rifiuti tedeschi.

Il *dataset* rappresenta i processi dalla culla alla tomba relativi al sistema di trattamento dei rifiuti pericolosi (incenerimento, neutralizzazione, incapsulamento e essiccazione); include dati primari sui metodi di trattamento e può essere utilizzato come processo rappresentativo per i rifiuti pericolosi a livello globale.

Ulteriori specifiche del processo sono disponibili sul sito:

<http://gabi-documentation-2014.gabi-software.com/xml-data/processes/55d6ae4d-0816-4702-a24f-5ff04dd54e41.xml>.

○ DEPURATORE

È stato creato un processo che raccoglie l’*input* di acqua in uscita dal sistema e, per assenza di informazioni a riguardo, la quantità di acqua è stata considerata uguale a quella in *input* al processo “AEROPORTO”.

In uscita da questo processo, sono stati inseriti i flussi rappresentanti la composizione delle acque ottenuti in fase di raccolta dati.

Alcuni dei dati raccolti sono stati parametrizzati utilizzando parametri globali; questo ha permesso di creare degli scenari annuali i cui risultati sono stati confrontati.

I parametri globali, contenenti i valori dal 2011 al 2014, creati sono:

- *OEF.Electricity*: consumo elettrica;
- *OEF.Water*: consumo di acqua;
- *OEF.Fuel*: consumo di gasolio per il riscaldamento;
- *OEF.Waste_haz*: rifiuti speciali;
- *OEF.Waste_mun*: RSA.

Sono stati inoltre creati i parametri globali:

- *PM.Benzina*: relativo al consumo di benzina utilizzato per il funzionamento del parco macchine;
- *PM.Diesel*: relativo al consumo di diesel utilizzato per il funzionamento del parco macchine.

Per questi ultimi erano disponibili solo i dati relativi al 2014.

2.1.7 Qualità dei dati

Per valutare la qualità dei dati raccolti nella fase di inventario e nella modellazione, è stata applicata la metodologia presente nella guida metodologica sull'OEF (cap. 1.5.4.3).

I dati specifici reperiti dal SGA certificato sono considerati di altissima qualità per ognuno dei parametri indicati dal metodo e quindi associati ad un valore di DQR $\leq 1,6$ (Ottima qualità); per quanto riguarda i dati generici, riguardanti i processi a monte e a valle, è stato scelto, come esposto precedentemente, di utilizzare dati provenienti da banche dati di *thinkstep (PE international)* che garantisce, tramite processi di verifica e l'integrazione all'interno dei processi di dati specifici, la loro elevata qualità.

In particolare, ogni processo utilizzato nel presente studio ha all'interno della sua documentazione una sezione dedicata agli indicatori di qualità, nella quale sono presenti i punteggi relativi ai vari indicatori e al DQR.

Tutti i processi presentano un DQR da $\leq 3,0$ a $> 2,0$ (Buona qualità) tranne che il processo "Cherosene" con un DQR di poco maggiore a 1,6 (Qualità molto buona).

2.1.8 Valutazione di impatto dell'impronta ambientale dell'organizzazione

Una volta completato il modello, il software GaBi7 permette di CLASSIFICARE e CARATTERIZZARE i flussi in *input* ed *output* e, dopo aver selezionato l'opportuno metodo di calcolo, fornisce i contributi a una serie di categorie di impatto che rappresentano i risultati finali dello studio. In questo caso, il metodo utilizzato è “*Impacts ILCD/PEF recommendation*”, che raccoglie le categorie di impatto e i fattori di caratterizzazione indicati nella guida metodologica per lo svolgimento di indagini PEF e OEF (esclusa la categoria “trasformazione del terreno”). Il metodo suddivide inoltre la categoria “cambiamenti climatici” in “Cambiamento climatico, incluso carbonio biogenico” e “Cambiamento climatico, escluso carbonio biogenico” (priva di fattore di caratterizzazione e quindi esclusa dall'analisi) e la categoria “Eutrofizzazione acque” nelle sue componenti “Eutrofizzazione acque dolci” e “Eutrofizzazione acque marine”.

Il *software* permette di visualizzare i contributi di ogni singola attività inserita nel modello rispetto alle varie categorie di impatto.

I valori così ottenuti sono stati esportati in un foglio di calcolo Excel dove sono stati organizzati e trattati per la fase di interpretazione.

Nell'ambito del presente studio è stato scelto di considerare nove delle categorie di impatto ambientale ed i relativi metodi di caratterizzazione indicati dalla guida metodologica sull'OEF (Tabella 2).

La selezione delle categorie è stata effettuata prendendo la decisione di utilizzare esclusivamente i metodi di caratterizzazione e quindi le categorie di impatto associate, che posseggono un livello di qualità “I³²” (consigliato e soddisfacente), “II³³” (consigliata, ma

³² Livello I: Raccomandato e soddisfacente

Questi modelli e fattori di caratterizzazione sono raccomandati per tutti i tipi di supporto alle decisioni basati ciclo di vita. Anche se ulteriori esigenze di ricerca possono essere state identificate, queste non impediscono ai modelli / fattori di essere considerati soddisfacenti dato l'attuale stato dell'arte e della tecnica. Tuttavia, l'aggiornamento e il miglioramento attraverso meccanismi stabiliti, dovrebbe essere seguita anche per questi metodi e fattori (European Commission-Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability , 2011).

³³ Livello II: Consigliato, alcuni miglioramenti necessari

I modelli ei fattori di caratterizzazione sono raccomandati per tutti i tipi di supporto alle decisioni basati ciclo di vita. L'incertezza di modelli e dei risultanti dei fattori di caratterizzazione deve essere evidenziata. L'impatto sui risultati e l'interpretazione devono essere valutate, soprattutto se si effettuano confronti. Sono necessarie ulteriori ricerche per questi metodi/fattori per migliorare ulteriormente la loro precisione, differenziazione, copertura dei flussi elementari ecc. (European Commission-Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability , 2011).

ha bisogno di alcuni miglioramenti) (European Commission-Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability , 2011).

Le categorie di impatto considerate e quelle escluse sono riportate nella Tabella 18.

Tabella 18 - livelli di qualità delle categorie di impatto e dei relativi metodi di caratterizzazione (in verde le categorie con livelli di qualità "I" e "II") (European Commission-Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability , 2011)

<i>LIVELLO DI QUALITÀ</i>	<i>CATEGORIE DI IMPATTO</i>
II	Acidificazione
III	Trasformazione del terreno
I	Cambiamento climatico
II\III	Ecotossicità acque dolci
II	Eutrofizzazione acque dolci
III	Eutrofizzazione marina
II	Eutrofizzazione terrestre
II\III	Tossicità umana, effetto cancerogeno
II\III	Tossicità umana, effetto non cancerogeno
II	Radiazioni ionizzanti, effetti sulla salute umana
I	Riduzione dello strato di ozono
I	Particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche
II	Formazione di ozono fotochimico, effetto sulla salute umana
III	Impoverimento delle risorse - acqua
II	Impoverimento delle risorse – minerali, fossili e rinnovabili

2.2 Calcolo del livello di significatività dei processi

L'applicazione della metodologia EMRG al SGA di GESAP ha portato, nel corso degli anni (dal Dicembre 2008 ad oggi), all'individuazione e alla classificazione degli aspetti ambientali significativi ai fini della gestione degli stessi da parte della società.

Partendo dalla lista degli aspetti ambientali individuati nell'ambito del SGA, ai quali ad oggi è stato assegnato un valore di significatività $S > 0$ (attualmente 40), sono stati selezionati e riportati in Tabella 19 quelli che corrispondono ai processi considerati durante l'applicazione della metodologia OEF (cap. 2.1.6) con i relativi valori di "S", "I", "G", "C" e "g" ordinati sulla base del loro valore di "S" relativo all'anno 2014 (Tabella 19).

Il processo "Viaggi aziendali", individuato nell'OEF, manca attualmente di un aspetto ambientale analogo, per questa ragione è stata applicata la metodologia EMRG per l'assegnazione dei relativi valori:

C= 4: Potere/competenza pressoché totale, ma mediate da terzi;

g= 1: il miglioramento conseguibile è di bassa portata.

I calcoli per l'assegnazione dei restanti valori sono stati svolti dal gruppo di ricerca EMRG nell'ambito delle attività di implementazione del SGA dell'aeroporto di Palermo "Falcone-Borsellino".

Tabella 19 - Aspetti ambientali di GESAP considerati

Processo OEF	Aspetto ambientale	"S"	"I"	"G"	"C"	"g"
Rifiuti urbani	Gestione rifiuti (uffici, attività commerciali e ristorative, hall, disimpegni aree di transito passeggeri)	195	65	3	5	3
Gasolio (riscaldamento)	Utilizzo impianti di riscaldamento	156	78	2	4	2
Elettricità	Utilizzo energia elettrica terminal	117	39	3	5	3
Acqua	Gestione acqua	90	45	2	4	3
Depuratore	Depuratore	90	45	2	5	2
Parco macchine	Movimento aeromobili, autoveicoli, attrezzature, mezzi rampa, <i>follow me</i> , navetta GESAP	78	78	1	4	1
Rifiuti speciali	Gestione rifiuti speciali (compresi toner)	55	55	1	4	1
Viaggi aziendali	//	//	//	1	4	1

Allo scopo di rendere la metodologia EMRG, adeguata al soddisfacimento di alcuni dei requisiti introdotti nella ISO 14001:2015, che come ricordiamo prevede l'integrazione del LCP ed il miglioramento continuo delle prestazioni ambientali, nell'ambito del

presente studio viene indicato un procedimento che differisce dal precedente sotto diversi aspetti.

Il metodo propone l'integrazione dei risultati dello studio LCA dell'organizzazione, normalizzati rispetto alle emissioni di un cittadino europeo rappresentativo, nella valutazione dell'impatto degli aspetti ambientali, in modo da ottenere una stima più rappresentativa e comprensibile rispetto alle valutazioni passate, valutando l'intero ciclo di vita e confrontando i risultati con un valore di riferimento.

Ogni valore di impatto viene inoltre rapportato ai parametri di "controllo" (C) e "gestione" (g) in modo da ottenere il valore di "significatività del processo" (S_p).

I valori di S_p per ogni processo identificato sono ricavati mediante l'utilizzo dell'Equazione 5.

Equazione 5 – Formula per il calcolo della significatività dei processi

$$S_p = I_{EUc} \times G_w$$

I_{EUc} : *Impatto-pro capite (EU citizen)*, valore di impatto ambientale dei processi, rispetto alla media degli impatti dell'Unione Europea, espresso come impatto di un singolo cittadino rappresentativo.

G_w : *Governance weight*, peso associato ai processi sulla base del livello di controllo e di gestione di questi da parte dell'organizzazione.

2.2.1 I_{EUc} : *Impatto-pro capite (EU citizen)*

I valori di I_{EUc} rappresentano l'impatto di un processo su tutte le categorie di impatto ambientale e derivano dai risultati di una analisi LCA dell'organizzazione svolta con la metodologia OEF.

I risultati degli impatti dei singoli processi sulle diverse categorie, espressi nei rispettivi indicatori, sono stati normalizzati utilizzando i fattori di normalizzazione NFs³⁴ 2010 EU *domestic*.

JRC³⁵ nel 2014 ha intrapreso un'ampia raccolta di dati sulle emissioni e sull'estrazione di risorse nel territorio dell'Unione Europea nel 2010, atte alla creazione dei

³⁴ *Normalisation factors*

³⁵ *Joint Research Centre*

NFs di ogni aspetto ambientale successivamente divisi per la popolazione europea nel 2010 (499 milioni) ottenendo i *domestic NFs per person* (Tabella 20) (Benini, 2014).

I NFs utilizzati consentono di trasformare i risultati ottenuti nella fase di caratterizzazione in un valore adimensionale che rappresenta la quantità di impatto relativa ad ogni singolo processo rapportata alla capacità di emissione di un cittadino europeo medio calcolata per l'anno 2010.

Tabella 20 -Domestic NFs per person (Benini L., 2014)

CATEGORIE DI IMPATTO	DOMESTIC NF PER PERSON
Acidificazione	47,3
Cambiamento climatico	9220
Eutrofizzazione acque dolci	1,48
Eutrofizzazione terrestre	176
Radiazioni ionizzanti, effetti sulla salute umana	1130
Riduzione dello strato di ozono	0,0216
Particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche	3,8
Formazione di ozono fotochimico, effetto sulla salute umana	31,7
Impoverimento delle risorse – minerali, fossili e rinnovabili	0,101

Normalizzando i risultati, i contributi dei singoli processi alle nove categorie di impatto sono stati sommati ottenendo il valore di I_{EUc} : *Impatto-pro capite (EU citizen)* per ogni singolo processo.

2.2.2 G_w : *Governance weight*

Il parametro G_w misura la “*governance*”, ovvero la conduzione delle attività di gestione dei processi svolte dalle organizzazioni.

Quest'ultimo, operando tramite la valutazione del grado di controllo e dei margini di miglioramento nella gestione degli aspetti ambientali, descrive le possibilità di intervento nella gestione attuabili da parte delle organizzazioni.

L'inserimento dei valori di G_w nella formula per il calcolo della significatività, permette di riportare il valore di S_p ad una scala locale e generare quindi una gerarchia degli aspetti ambientali, che considera le reali possibilità di “*governance*” del soggetto analizzato.

Per il calcolo del valore di G_w è stata utilizzata, come punto di partenza, la metodologia per il calcolo della *Governance* (G) degli aspetti ambientali (Marazza, 2010) (cap.1.6.2.1), ricavato dal prodotto di “C” per ”g” (Tabella 19).

I valori del prodotto di “C” per ”g”, degli aspetti ambientali corrispondenti ai processi analizzati nello studio, sono stati trasformati in valori di peso grazie alla funzione di normalizzazione “MAXIMAX” (Equazione 6) che tiene conto dei valore massimo (25) e minimo (1) ottenibili, per trasformare i valori di “C”x”g” in punteggi compresi tra 0 e 1 (con un punteggio minimo pari a 0 quando l’elemento considerato coincide col valore minimo, e un punteggio massimo pari a 1 nel caso in cui l’elemento considerato sia quello col valore massimo).

Ci riferiremo ai valori così ottenuti come al parametro G_w : *Governance weight*.

Equazione 6 - Formula del metodo di normalizzazione MAXIMAX

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(X_j)}{\max(X_j) - \min(X_j)}$$

r_{ij} =valore normalizzato;

x_{ij} =valore da normalizzare;

$\min(X_j)$ =valore minimo ottenibile;

$\max(X_j)$ =valore massimo ottenibile.

2.2.3 S_p : Significatività del processo

I valori di I_{EUc} e G_w così ottenuti vengono utilizzati, come riportato nell’Equazione 5, per il calcolo del valore di S_p (significatività del processo).

I processi sono stati quindi ordinati sulla base del valore di S_p e la classificazione ottenuta è stata confrontata con l’ultima versione della classificazione ricavata dall’applicazione della metodologia EMRG per l’individuazione delle rispettive peculiarità.

3 RISULTATI

3.1 Applicazione della metodologia OEF

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti dall'applicazione della metodologia OEF alla società di gestione dell'aeroporto di Palermo, GESAP:

- ambito degli studi sull'impronta ambientale dell'organizzazione (Tabella 21).

Tabella 21 - Ambito degli studi sull'impronta ambientale di GESAP.

NOME	GES.A.P. S.p.A
SETTORE DI PRODOTTI/SERVIZI	Attività dei servizi connessi al trasporto aereo
UBICAZIONE	Aeroporto Palermo - Punta Raisi, Cinisi (PA)
CODICI NACE	52.23.00 Attività di supporto ai trasporti – attività dei servizi connessi al trasporto aereo

- Portafoglio prodotti/servizi 2014 (Tabella 22), composto dai servizi forniti, da una loro breve descrizione e dalla quantità: tonnellate di merci e posta in transito, numero di passeggeri e numero di movimenti degli aeromobili (decollo o atterraggio di un aeromobile su un aeroporto³⁶); forniti nel 2014 (ENAC, 2014).

³⁶ Nella rilevazione del traffico aeroportuale l'arrivo e la partenza di uno stesso aeromobile danno luogo a due movimenti.

Tabella 22 - Portafoglio prodotti/servizi GESAP anno 2014.

SERVIZI	DESCRIZIONE	QUANTITÀ
Approdo e partenza	Messa a disposizione delle infrastrutture e dei servizi necessari al decollo, all'atterraggio degli aeromobili e alla <i>safety</i> aeroportuale. Messa a disposizione delle infrastrutture e degli impianti aeroportuali di base in air side.	41.212 movimenti
Sosta e ricovero	Messa a disposizione dei piazzali di sosta e ricovero aeromobili. Gestione dello scalo e assegnazione della piazzola di sosta.	20.606 unità di servizio
Imbarco e sbarco merci	Messa a disposizione delle infrastrutture e dei servizi relativi alla aerostazione merci	1.505 tonnellate
Sicurezza sul passeggero e sul suo bagaglio a mano	Controllo radioscopico del passeggero, in partenza o in transito, e del bagaglio al seguito	2.273.920 numero passeggeri in partenza (compresi transiti)
Imbarco passeggeri	Messa a disposizione delle infrastrutture e dei sistemi relative ai passeggeri: - sistemi di smistamento bagagli - Servizi di informazione al passeggero tramite FIDS, monitor, annunci sonori, ecc. - Gestione e coordinamento degli impianti/servizi di depurazione acque/oli e di trattamento rifiuti di bordo - Coordinamento di scalo - Banchi e strumentazioni ai <i>gates</i> - Aree di attesa pre imbarco	2.273.920 numero passeggeri in partenza (compresi transiti)
Sicurezza sul bagaglio da stiva	Controllo radioscopico del bagaglio da stiva	Dato non pervenuto
Sicurezza sulle merci	Controllo radioscopico delle merci	1.505 tonnellate
Messa a disposizione di beni di uso esclusivo	Messa a disposizione di uffici, locali, magazzini, spogliatoi e aree operative connesse alle attività di <i>handling</i> o operative delle compagnie aeree	41.212 movimenti totali
Assistenza al PRM³⁷	Assistenza al PRM svolta da un singolo operatore	dato non pervenuto
Erogazione del carburante	Messa a disposizione delle aree e delle infrastrutture per la distribuzione del carburante	20.606 movimenti totali
Aree ed impianti strumentali all'erogazione del catering	messa a disposizione degli impianti di stoccaggio e lavaggio materiale catering	4.545.641 numero di passeggeri totale
Impianto di stock merci	Messa a disposizione di elevatori, magazzini e arre attrezzate per lo stock di merci	1.505 tonnellate

³⁷ Passeggero a Ridotta Mobilità

- Profilo di utilizzo delle risorse e di emissioni relativo agli anni dal 2011 al 2014 (Tabella 23).

Tabella 23 - Profilo di utilizzo delle risorse e di emissioni (2011-2014).

FLUSSI	2011	2012	2013	2014	u.d.m. ³⁸
ENERGIA ELETTRICA	14.333	14.126	13.915	13.085	MWh
ACQUA	169.986	137.613	136.677	117.659	m ³ /y
GASOLIO PER RISCALDAMENTO	135.000	125.000	93.000	53.260	l
RIFIUTI SPECIALI	43.881	53.300	30.180	14.425	t
RIFIUTI SOLIDI ASSIMILABILI	998.980	659.100	597.370	640.120	t
C.O.D.	62,60	50,50	77,67	63,00	mg/l
B.O.D. 5	21,20	16,00	21,67	21,67	mg/l
OSSIGENO DISCIOLTO	3,28	2,62	2,47	3,40	mg/l
SOSTANZA SOSPESA	19,20	17,60	18,00	15,33	mg/l
AMMONIACA (NH ₃)	4,28	26,70	9,23	10,67	mg/l
NITRITI (NO ₂ ⁻)	0,25	0,18	0,19	0,15	mg/l
NITRATI (NO ₃ ⁻)	7,22	10,74	8,53	21,95	mg/l
FOSFORO TOTALE (P)	2,76	3,12	6,00	3,33	mg/l
OLI E GRASSI	<1	<5	<5	<5	mg/l
TENSIOATTIVI	0,20	0,20	0,20	0,20	mg/l
CLORURI (Cl ⁻)	171,80	179,20	206,67	177,00	mg/l
SOLFITI (SO ₃ ²⁻)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	mg/l
DIESEL (parco macchine)	//	//	//	50.774	l
BENZINA (parco macchine)	//	//	//	10.871	l
VIAGGI AZIENDALI (auto diesel)	//	//	//	5.000	km
VIAGGI AZIENDALI (auto benzina)	//	//	//	5.000	km
VIAGGI AZIENDALI (per via aerea)	//	//	//	88.851	km

- La classificazione e la caratterizzazione dei flussi, effettuate con il metodo “*Impacts ILCD/PEF recommendation*”, hanno consentito di ottenere il contributo all’impatto totale dei processi considerati per ognuna delle categorie di impatto dell’impronta ambientale, i valori di impatto sono espressi con il quantitativo della sostanza equivalente scelta come indicatore di categoria di impatto (Tabella 24).

³⁸ Unità Di Misura

Tabella 24 - Risultati della classificazione e della caratterizzazione

Categoria di impatto dell'impronta ambientale	UNITA DI MISURA	PARCO MACROINNE (VIAGGI AZIENDALI)	ACQUA	DEPURATORE	ELETTRICITA'	RISCALDAMENTO	RIFIUTI SPECIALI	RIFIUTI URBANI	TOTALE
Acidificazione	[Mole of H+ eq.]	3,39E+03	1,07E+02	0,00E+00	1,85E+04	7,27E+02	2,97E+02	3,10E+02	2,13E+04
Cambiamento climatico, escluso carbonio biogenico	[kg CO2-Equiv.]	1,74E+05	3,42E+04	0,00E+00	7,02E+06	3,58E+05	3,86E+04	6,40E+05	8,27E+06
Cambiamento climatico, incluso carbonio biogenico	[kg CO2-Equiv.]	1,73E+05	3,42E+04	0,00E+00	6,98E+06	3,58E+05	3,86E+04	6,13E+05	8,44E+06
Ecotossicità acque dolci	[CTUd]	3,86E+04	1,30E+04	0,00E+00	2,40E+05	3,84E+04	7,16E+04	1,76E+04	4,21E+05
Eutrofizzazione acque dolci	[kg P eq.]	1,08E+00	4,38E+00	0,00E+00	1,01E+01	6,11E+02	6,42E+02	1,07E+02	1,23E+02
Eutrofizzazione marina	[kg N-Equiv.]	6,13E+02	2,82E+01	8,90E+05	2,02E+01	1,83E+00	2,14E+00	1,50E+02	8,91E+05
Eutrofizzazione terrestre	[Mole of N eq.]	6,96E+03	3,44E+02	0,00E+00	3,84E+04	2,16E+03	1,30E+03	1,08E+03	5,04E+04
Tossicità umana, effetto cancerogeno	[CTUh]	1,13E+05	4,03E+05	0,00E+00	7,20E+03	1,99E+03	7,71E+02	7,71E+02	4,79E+04
Tossicità umana, effetto non cancerogeno	[CTUh]	1,54E+02	4,86E+03	0,00E+00	9,94E+02	6,90E+02	4,65E+00	1,96E+02	4,79E+04
Riduzione dello strato di ozono	[RgU]	2,58E+02	2,22E+04	0,00E+00	3,32E+05	2,09E+02	1,07E+03	3,35E+05	3,35E+05
Riduzione dell'ozono	[RgU]	7,43E+07	1,44E+06	0,00E+00	1,48E+03	5,56E+07	1,11E+06	2,36E+06	1,48E+03
Particolato/Smog provocato dalle emissioni inorganiche	[kg PM2.5-Equiv.]	7,61E+01	6,57E+00	0,00E+00	8,55E+02	3,20E+01	8,93E+00	1,44E+01	9,85E+02
Formazione di ozono fotocitomico, effetto sulla salute umana	[kg NMVOC]	5,30E+02	8,26E+01	0,00E+00	1,08E+04	6,04E+02	3,20E+02	5,88E+02	1,30E+04
Impoverimento delle risorse - acqua	[m³ eq.]	6,36E+01	1,22E+00	0,00E+00	5,79E+04	5,57E+01	1,92E+03	1,79E+02	8,83E+04
Impoverimento delle risorse - minerali, fossili e rinnovabili	[kg Sb-Equiv.]	4,63E+02	1,69E+03	0,00E+00	1,07E+01	5,87E+02	3,63E+02	3,11E+02	1,09E+01

Categoria di impatto dell'impronta ambientale	UNITA DI MISURA	PARCO MACROINNE (VIAGGI AZIENDALI)	ACQUA	DEPURATORE	ELETTRICITA'	RISCALDAMENTO	RIFIUTI SPECIALI	RIFIUTI URBANI	TOTALE
Acidificazione	[Mole of H+ eq.]	3,39E+03	1,07E+02	0,00E+00	1,82E+04	6,73E+02	3,61E+02	2,05E+02	2,09E+04
Cambiamento climatico, escluso carbonio biogenico	[kg CO2-Equiv.]	1,74E+05	2,72E+04	0,00E+00	6,92E+06	3,32E+05	4,69E+04	4,22E+05	7,93E+06
Cambiamento climatico, incluso carbonio biogenico	[kg CO2-Equiv.]	1,73E+05	2,72E+04	0,00E+00	6,88E+06	3,32E+05	4,71E+04	5,37E+05	8,03E+06
Ecotossicità acque dolci	[CTUd]	3,86E+04	1,07E+04	0,00E+00	2,37E+05	3,59E+04	8,70E+04	1,16E+04	4,21E+05
Eutrofizzazione acque dolci	[kg P eq.]	1,08E+00	7,81E+03	0,00E+00	9,91E+00	5,65E+02	7,80E+02	7,08E+01	8,54E+01
Eutrofizzazione marina	[kg N-Equiv.]	6,13E+02	2,48E+01	3,37E+06	2,68E+02	1,70E+03	2,60E+00	9,93E+01	3,37E+06
Eutrofizzazione terrestre	[Mole of N eq.]	6,96E+03	1,90E+02	0,00E+00	3,78E+04	2,00E+03	1,58E+03	7,14E+02	4,95E+04
Tossicità umana, effetto cancerogeno	[CTUh]	1,13E+05	5,04E+05	0,00E+00	7,19E+03	1,84E+03	4,78E+02	5,09E+04	5,88E+02
Tossicità umana, effetto non cancerogeno	[CTUh]	1,54E+02	3,93E+03	0,00E+00	9,80E+02	6,30E+03	6,59E+00	1,29E+02	5,78E+00
Riduzione dello strato di ozono	[RgU]	7,43E+07	8,60E+00	0,00E+00	1,46E+03	5,13E+07	1,46E+03	1,34E+06	1,47E+03
Riduzione dell'ozono	[RgU]	2,57E+07	1,15E+06	0,00E+00	1,46E+03	5,13E+07	1,46E+03	1,34E+06	1,47E+03
Particolato/Smog provocato dalle emissioni inorganiche	[kg PM2.5-Equiv.]	7,61E+01	7,95E+01	0,00E+00	8,42E+00	2,15E+01	1,09E+01	9,48E+00	9,66E+02
Formazione di ozono fotocitomico, effetto sulla salute umana	[kg NMVOC]	3,00E+01	6,90E+01	0,00E+00	1,07E+04	5,59E+02	3,89E+02	3,89E+02	1,27E+04
Impoverimento delle risorse - acqua	[m³ eq.]	6,36E+01	2,29E+04	0,00E+00	5,70E+04	5,16E+01	2,33E+03	1,18E+02	8,24E+04
Impoverimento delle risorse - minerali, fossili e rinnovabili	[kg Sb-Equiv.]	4,63E+02	1,69E+03	0,00E+00	1,05E+01	5,44E+02	4,41E+02	2,05E+02	1,07E+01

Categoria di impatto dell'impronta ambientale	UNITA DI MISURA	PARCO MACROINNE (VIAGGI AZIENDALI)	ACQUA	DEPURATORE	ELETTRICITA'	RISCALDAMENTO	RIFIUTI SPECIALI	RIFIUTI URBANI	TOTALE
Acidificazione	[Mole of H+ eq.]	3,39E+03	1,07E+02	0,00E+00	1,79E+04	5,01E+02	2,04E+02	1,86E+02	2,03E+04
Cambiamento climatico, escluso carbonio biogenico	[kg CO2-Equiv.]	1,74E+05	2,72E+04	0,00E+00	6,82E+06	2,47E+05	2,65E+04	8,33E+05	7,68E+06
Cambiamento climatico, incluso carbonio biogenico	[kg CO2-Equiv.]	1,73E+05	2,72E+04	0,00E+00	6,77E+06	2,47E+05	2,67E+04	4,86E+05	7,77E+06
Ecotossicità acque dolci	[CTUd]	3,86E+04	1,07E+04	0,00E+00	2,35E+05	2,64E+04	4,93E+04	1,05E+04	3,70E+05
Eutrofizzazione acque dolci	[kg P eq.]	1,08E+00	5,32E+00	0,00E+00	9,76E+00	4,21E+02	4,41E+02	6,41E+01	7,86E+01
Eutrofizzazione marina	[kg N-Equiv.]	6,13E+02	2,48E+01	1,31E+06	2,64E+02	1,26E+00	1,47E+00	9,00E+01	1,31E+06
Eutrofizzazione terrestre	[Mole of N eq.]	6,96E+03	1,90E+02	0,00E+00	3,73E+04	1,49E+03	8,96E+02	6,47E+02	4,77E+04
Tossicità umana, effetto cancerogeno	[CTUh]	1,13E+05	5,04E+05	0,00E+00	7,08E+03	1,37E+03	2,70E+02	4,61E+04	3,75E+02
Tossicità umana, effetto non cancerogeno	[CTUh]	1,54E+02	3,24E+04	0,00E+00	9,65E+02	4,79E+03	3,20E+00	1,17E+02	3,33E+00
Riduzione dello strato di ozono	[RgU]	2,58E+02	2,22E+04	0,00E+00	3,22E+05	1,44E+02	8,25E+02	6,41E+02	3,25E+05
Riduzione dell'ozono	[RgU]	7,43E+07	1,15E+06	0,00E+00	1,44E+03	5,83E+07	7,61E+07	1,41E+06	1,44E+03
Particolato/Smog provocato dalle emissioni inorganiche	[kg PM2.5-Equiv.]	7,61E+01	5,28E+00	0,00E+00	8,30E+02	1,60E+01	6,15E+00	8,60E+00	9,43E+02
Formazione di ozono fotocitomico, effetto sulla salute umana	[kg NMVOC]	5,30E+02	6,64E+01	0,00E+00	1,05E+04	4,16E+02	2,20E+02	3,51E+02	1,21E+04
Impoverimento delle risorse - acqua	[m³ eq.]	6,36E+01	2,27E+04	0,00E+00	5,62E+04	3,84E+01	1,32E+03	1,07E+02	8,04E+04
Impoverimento delle risorse - minerali, fossili e rinnovabili	[kg Sb-Equiv.]	4,63E+02	1,69E+03	0,00E+00	1,04E+01	4,04E+02	2,50E+02	1,86E+02	1,09E+01

Categoria di impatto dell'impronta ambientale	UNITA DI MISURA	PARCO MACROINNE (VIAGGI AZIENDALI)	ACQUA	DEPURATORE	ELETTRICITA'	RISCALDAMENTO	RIFIUTI SPECIALI	RIFIUTI URBANI	TOTALE
Acidificazione	[Mole of H+ eq.]	3,39E+03	1,07E+02	0,00E+00	1,67E+04	2,87E+02	2,97E+02	1,99E+02	1,88E+04
Cambiamento climatico, escluso carbonio biogenico	[kg CO2-Equiv.]	1,74E+05	2,37E+04	0,00E+00	6,37E+06	1,41E+05	1,27E+04	4,10E+05	7,14E+06
Cambiamento climatico, incluso carbonio biogenico	[kg CO2-Equiv.]	1,73E+05	2,37E+04	0,00E+00	6,33E+06	1,41E+05	1,28E+04	5,21E+05	7,23E+06
Ecotossicità acque dolci	[CTUd]	3,86E+04	9,93E+03	0,00E+00	2,18E+05	1,51E+04	2,35E+04	1,17E+04	3,17E+05
Eutrofizzazione acque dolci	[kg P eq.]	1,08E+00	3,03E+00	0,00E+00	9,12E+00	2,41E+02	2,11E+02	6,87E+01	8,20E+01
Eutrofizzazione marina	[kg N-Equiv.]	6,13E+02	1,40E+01	1,62E+06	2,47E+02	7,23E+01	7,04E+01	9,64E+01	1,62E+06
Eutrofizzazione terrestre	[Mole of N eq.]	6,96E+03	1,90E+02	0,00E+00	3,48E+04	8,51E+02	4,28E+02	6,94E+02	4,41E+04
Tossicità umana, effetto cancerogeno	[CTUh]	1,13E+05	2,19E+05	0,00E+00	6,62E+03	7,84E+04	1,29E+02	4,94E+04	2,23E+02
Tossicità umana, effetto non cancerogeno	[CTUh]	1,54E+02	3,36E+03	0,00E+00	9,02E+02	2,72E+02	1,35E+00	1,25E+02	1,65E+00
Riduzione dello strato di ozono	[RgU]	2,58E+02	8,40E+00	0,00E+00	3,40E+05	8,23E+02	3,94E+02	6,68E+02	3,03E+05
Riduzione dell'ozono	[RgU]	7,43E+07	9,96E+07	0,00E+00	1,34E+03	2,19E+07	3,64E+07	1,51E+06	1,35E+03
Particolato/Smog provocato dalle emissioni inorganiche	[kg PM2.5-Equiv.]	7,61E+01	4,93E+00	0,00E+00	9,83E+03	2,38E+02	2,94E+00	9,21E+00	8,78E+02
Formazione di ozono fotocitomico, effetto sulla salute umana	[kg NMVOC]	5,30E+02	5,72E+01	0,00E+00	9,83E+03	2,38E+02	1,05E+02	3,76E+02	1,12E+04
Impoverimento delle risorse - acqua	[m³ eq.]	6,36E+01	1,22E+00	0,00E+00	5,25E+04	2,20E+01	6,30E+02	1,15E+02	7,28E+04
Impoverimento delle risorse - minerali, fossili e rinnovabili	[kg Sb-Equiv.]	4,63E+02	1,69E+03	0,00E+00	9,67E+00	2,32E+02	1,19E+02	1,99E+02	9,79E+00

3.1.1 Impatti sulle categorie

Come riportato nel capitolo 2.1.8 è stato scelto di indagare esclusivamente 9 delle 14 categorie di impatto dell'impronta ambientale consigliate nella guida metodologica sull'OEF.

I valori del contributo all'impatto totale, sulle singole categorie di impatto, degli 8 processi analizzati e relativi agli anni dal 2011 al 2014, sono stati ordinati in tabelle riassuntive ed inseriti in istogrammi (uno per ogni categoria di impatto) nei quali l'asse delle ascisse è stato impostato con scala logaritmica a base 10, per la successiva interpretazione.

Gli istogrammi relativi alle categorie di impatto "Eutrofizzazione acque dolci" e "Particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche" non sono stati distribuiti su scala logaritmica. Questo a causa della presenza di valori di impatto inferiori all'unità, sui quali l'applicazione di una scala di questo tipo genera valori negativi che provocano una disarmonia nel grafico e difficoltà nella sua interpretazione. Di seguito riportate le tabelle ed i grafici così creati.

3.1.1.1 Acidificazione

Nella Tabella 25 sono riportati i valori di impatto dei processi, relativo agli anni analizzati, sulla categoria “acidificazione”, successivamente inseriti nel Grafico 1.

Tabella 25 - Impatto dai processi negli anni considerati sulla acidificazione espresso in moli di H⁺ eq.

Acidificazione [moli di H ⁺ eq.]				
	2011	2012	2013	2014
PARCO MACCHINE	1.34E+03	1.34E+03	1.34E+03	1.34E+03
VIAGGI AZIENDALI	3.29E+01	3.29E+01	3.29E+01	3.29E+01
ACQUA	1.07E+02	8.65E+01	8.59E+01	7.39E+01
DEPURATORE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ELETTRICITA'	1.85E+04	1.82E+04	1.79E+04	1.67E+04
RISCALDAMENTO	7.27E+02	6.73E+02	5.01E+02	2.87E+02
RIFIUTI SPECIALI	2.97E+02	3.61E+02	2.04E+02	9.76E+01
RIFIUTI URBANI	3.10E+02	2.05E+02	1.86E+02	1.99E+02

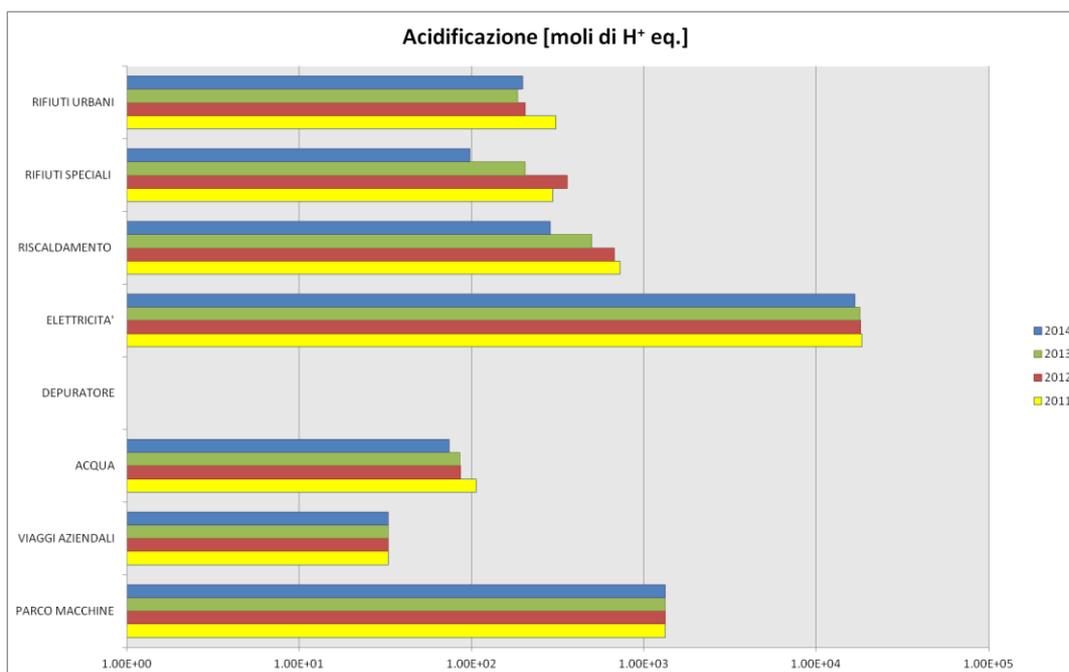


Grafico 1 - Variazione annua degli impatti causati dai processi, sulla categoria acidificazione

3.1.1.2 Cambiamento climatico

Nella Tabella 26 e nel Grafico 2 sono riportati gli impatti sulla categoria “cambiamento climatico”.

Tabella 26 – Impatto dai processi negli anni considerati sul cambiamento climatico espresso in kg di CO₂ eq.

Cambiamento climatico [kg CO ₂ eq.]				
	2011	2012	2013	2014
PARCO MACCHINE	1.73E+05	1.73E+05	1.73E+05	1.73E+05
VIAGGI AZIENDALI	8.04E+03	8.04E+03	8.04E+03	8.04E+03
ACQUA	7.06E+04	5.72E+04	5.68E+04	4.89E+04
DEPURATORE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ELETTRICITA'	6.98E+06	6.88E+06	6.77E+06	6.33E+06
RISCALDAMENTO	3.58E+05	3.32E+05	2.47E+05	1.41E+05
RIFIUTI SPECIALI	3.88E+04	4.71E+04	2.67E+04	1.28E+04
RIFIUTI URBANI	8.13E+05	5.37E+05	4.86E+05	5.21E+05

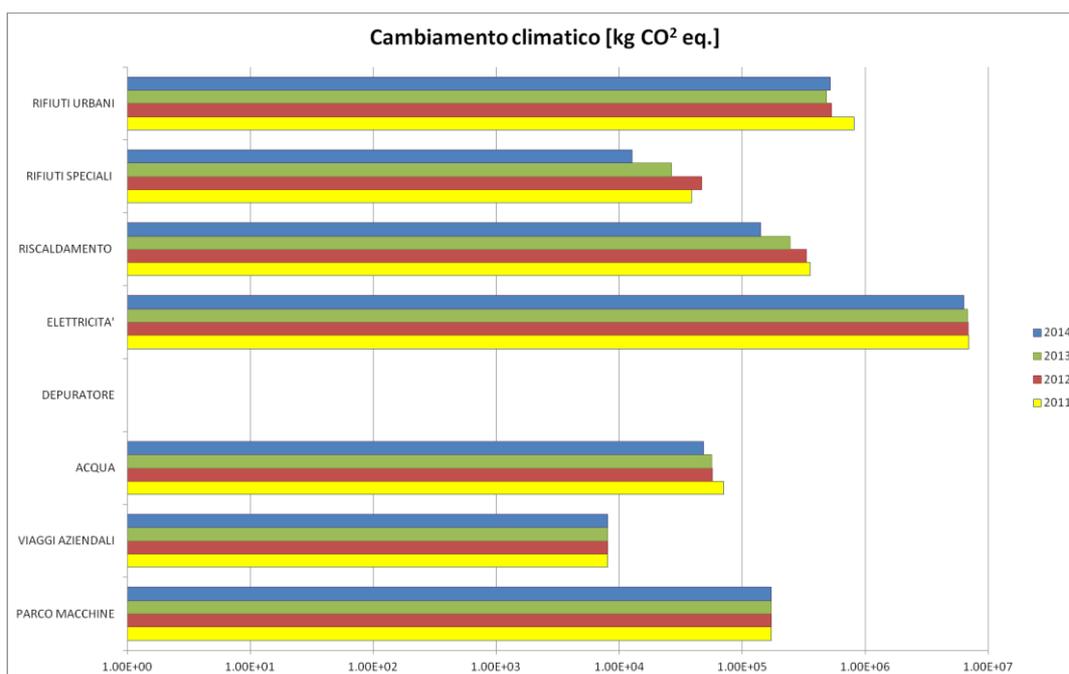


Grafico 2 - Variazione annua degli impatti causati dai processi, sulla categoria cambiamento climatico

3.1.1.3 Eutrofizzazione delle acque dolci

Nel Grafico 3 e nella Tabella 27 sono riportati i contributi all'impatto sull'eutrofizzazione delle acque dolci, espresso in kg di P eq. dei processi negli anni considerati.

Tabella 27 - Impatto dai processi negli anni considerati sull'eutrofizzazione delle acque dolci espresso in kg di P eq.

Eutrofizzazione acque dolci [kg P eq.]				
	2011	2012	2013	2014
PARCO MACCHINE	1.08E+00	1.08E+00	1.08E+00	1.08E+00
VIAGGI AZIENDALI	7.81E-03	7.81E-03	7.81E-03	7.81E-03
ACQUA	4.38E+00	3.55E+00	3.52E+00	3.03E+00
DEPURATORE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ELETTRICITA'	1.01E+01	9.91E+00	9.76E+00	9.12E+00
RISCALDAMENTO	6.11E-02	5.65E-02	4.21E-02	2.41E-02
RIFIUTI SPECIALI	6.42E-02	7.80E-02	4.41E-02	2.11E-02
RIFIUTI URBANI	1.07E+02	7.08E+01	6.41E+01	6.87E+01

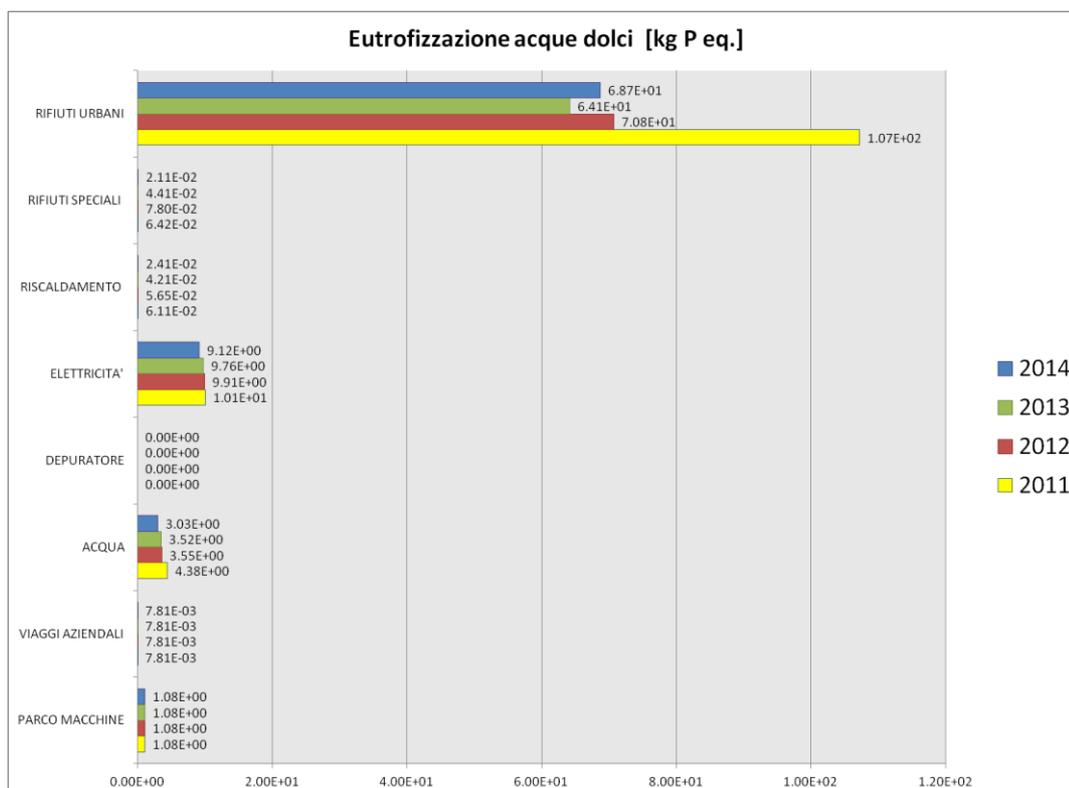


Grafico 3 - Variazione annua degli impatti causati dai processi, sulla categoria eutrofizzazione acque dolci

3.1.1.4 Eutrofizzazione terrestre

Di seguito (Tabella 28 e Grafico 4) sono riportati gli impatti dei processi sulla categoria “eutrofizzazione terrestre”.

Tabella 28 - Impatto dai processi negli anni considerati sull'eutrofizzazione terrestre espresso in moli di N eq.

Eutrofizzazione terrestre [moli di N eq.]				
	2011	2012	2013	2014
PARCO MACCHINE	6.96E+03	6.96E+03	6.96E+03	6.96E+03
VIAGGI AZIENDALI	1.50E+02	1.50E+02	1.50E+02	1.50E+02
ACQUA	3.44E+02	2.78E+02	2.76E+02	2.38E+02
DEPURATORE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ELETTRICITA'	3.84E+04	3.78E+04	3.73E+04	3.48E+04
RISCALDAMENTO	2.16E+03	2.00E+03	1.49E+03	8.51E+02
RIFIUTI SPECIALI	1.30E+03	1.58E+03	8.96E+02	4.28E+02
RIFIUTI URBANI	1.08E+03	7.14E+02	6.47E+02	6.94E+02

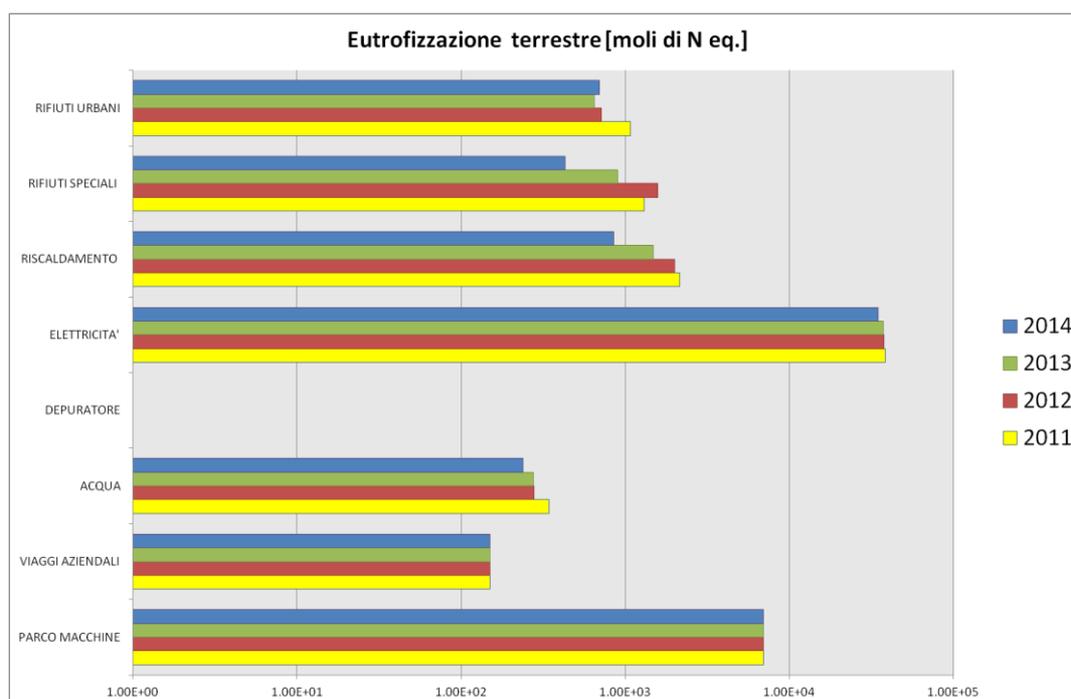


Grafico 4 - Variazione annua degli impatti causati dai processi, sulla categoria eutrofizzazione terrestre

3.1.1.5 Radiazioni ionizzanti

Nella Tabella 29 e nel Grafico 5 sono riportati i valori di impatto sulla categoria “radiazioni ionizzanti”.

Tabella 29 - Impatto dai processi negli anni considerati sulla categoria di impatto radiazioni ionizzanti espresso in kg di U²³⁵ eq.

Radiazioni ionizzanti, effetti sulla salute umana [kg U235 eq.]				
	2011	2012	2013	2014
PARCO MACCHINE	2.58E+02	2.58E+02	2.58E+02	2.58E+02
VIAGGI AZIENDALI	8.60E+00	8.60E+00	8.60E+00	8.60E+00
ACQUA	6.99E+02	5.66E+02	5.62E+02	4.84E+02
DEPURATORE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ELETTRICITA'	3.32E+05	3.27E+05	3.22E+05	3.01E+05
RISCALDAMENTO	2.09E+02	1.93E+02	1.44E+02	8.23E+01
RIFIUTI SPECIALI	1.20E+03	1.46E+03	8.25E+02	3.94E+02
RIFIUTI URBANI	1.07E+03	7.07E+02	6.41E+02	6.86E+02

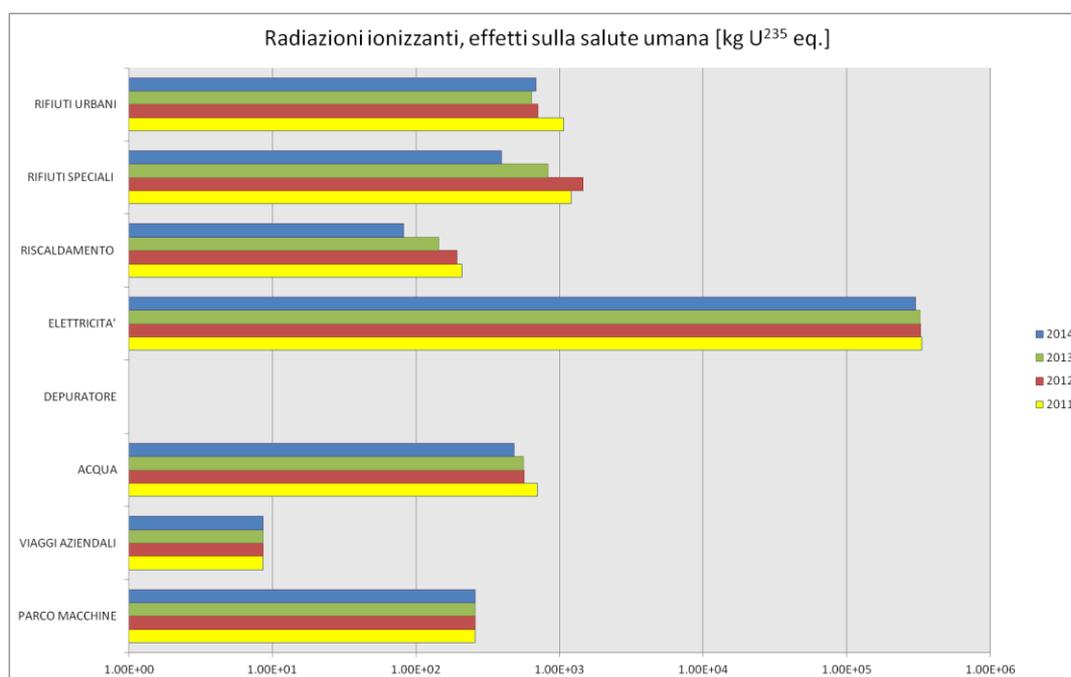


Grafico 5 - Variazione annua degli impatti causati dai processi, sulla categoria radiazioni ionizzanti

3.1.1.6 Riduzione dello strato di ozono

Gli impatti sulla categoria “riduzione dello strato di ozono” sono presentati nella Tabella 30 e nel Grafico 6.

Tabella 30 - Impatto dai processi negli anni considerati sulla categoria di impatto riduzione dello strato di ozono espresso in kg CFC-11 eq.

Riduzione dello strato di ozono [kg CFC-11 eq]				
	2011	2012	2013	2014
PARCO MACCHINE	1.34E+03	1.34E+03	1.34E+03	1.34E+03
VIAGGI AZIENDALI	3.29E+01	3.29E+01	3.29E+01	3.29E+01
ACQUA	1.07E+02	8.65E+01	8.59E+01	7.39E+01
DEPURATORE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ELETTRICITA'	1.85E+04	1.82E+04	1.79E+04	1.67E+04
RISCALDAMENTO	7.27E+02	6.73E+02	5.01E+02	2.87E+02
RIFIUTI SPECIALI	2.97E+02	3.61E+02	2.04E+02	9.76E+01
RIFIUTI URBANI	3.10E+02	2.05E+02	1.86E+02	1.99E+02

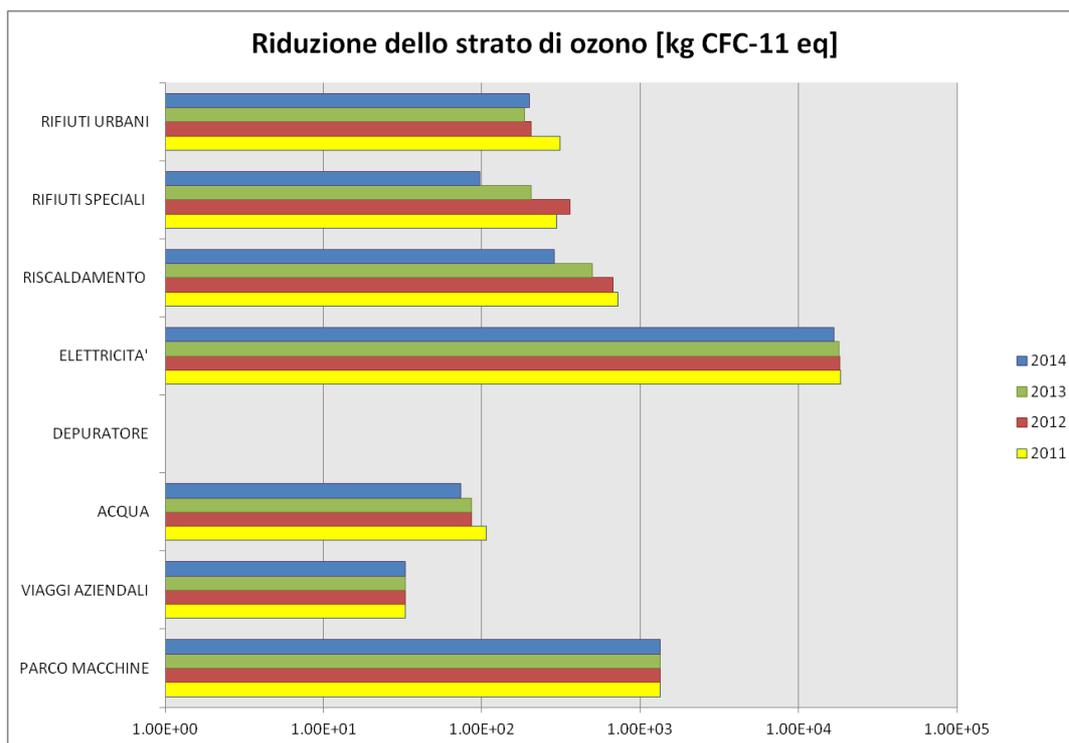


Grafico 6 - Variazione annua degli impatti causati dai processi, sulla categoria riduzione dello strato di ozono

3.1.1.7 Particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche

La Tabella 31 ed il Grafico 7 riportano i valori di impatto sulla categoria “particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche”.

Tabella 31 - Impatto dai processi negli anni considerati sulla categoria di impatto particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche espresso in kg di PM 2,5 eq.

Particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche[kg PM2,5 Eq.]				
	2011	2012	2013	2014
PARCO MACCHINE	7.61E+01	7.61E+01	7.61E+01	7.61E+01
VIAGGI AZIENDALI	7.99E-01	7.99E-01	7.99E-01	7.99E-01
ACQUA	6.57E+00	5.32E+00	5.28E+00	4.55E+00
DEPURATORE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ELETTRICITA'	8.55E+02	8.42E+02	8.30E+02	7.75E+02
RISCALDAMENTO	2.32E+01	2.15E+01	1.60E+01	9.15E+00
RIFIUTI SPECIALI	8.93E+00	1.09E+01	6.15E+00	2.94E+00
RIFIUTI URBANI	1.44E+01	9.48E+00	8.60E+00	9.21E+00

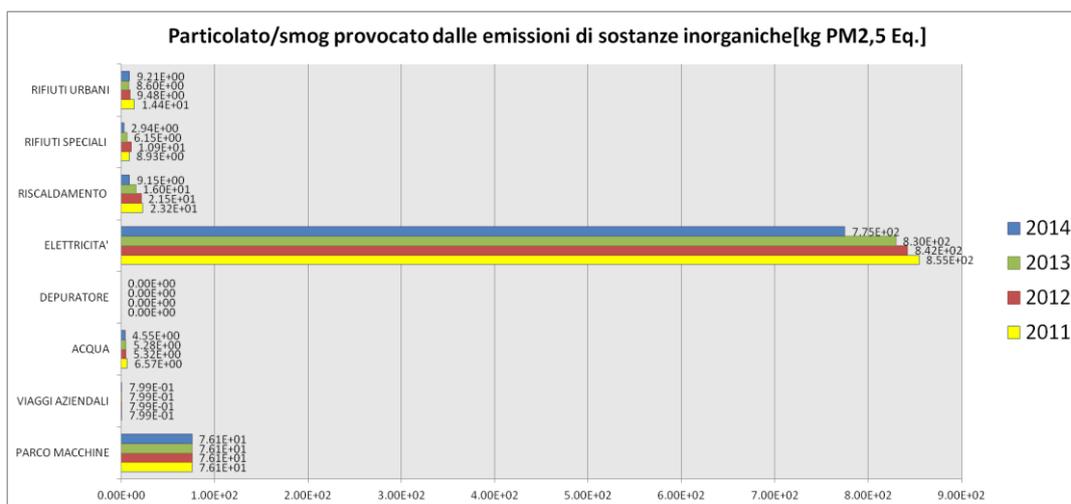


Grafico 7 - Variazione annua degli impatti causati dai processi, sulla categoria particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche

3.1.1.8 Formazione di ozono fotochimico, effetto sulla salute umana

Gli impatti sulla categoria “formazione di ozono fotochimico, effetto sulla salute umana” sono riportati nella Tabella 32 e nel Grafico 8.

Tabella 32 - Impatto dai processi negli anni considerati sulla categoria di impatto formazione di ozono fotochimico, effetto sulla salute umana, espresso in kg di NMVOC

Formazione di ozono fotochimico, effetto sulla salute umana [kg di NMVOC]				
	2011	2012	2013	2014
PARCO MACCHINE	5.30E+02	5.30E+02	5.30E+02	5.30E+02
VIAGGI AZIENDALI	3.40E+01	3.40E+01	3.40E+01	3.40E+01
ACQUA	8.26E+01	6.69E+01	6.64E+01	5.72E+01
DEPURATORE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ELETTRICITA'	1.08E+04	1.07E+04	1.05E+04	9.83E+03
RISCALDAMENTO	6.04E+02	5.59E+02	4.16E+02	2.38E+02
RIFIUTI SPECIALI	3.20E+02	3.89E+02	2.20E+02	1.05E+02
RIFIUTI URBANI	5.88E+02	3.88E+02	3.51E+02	3.76E+02

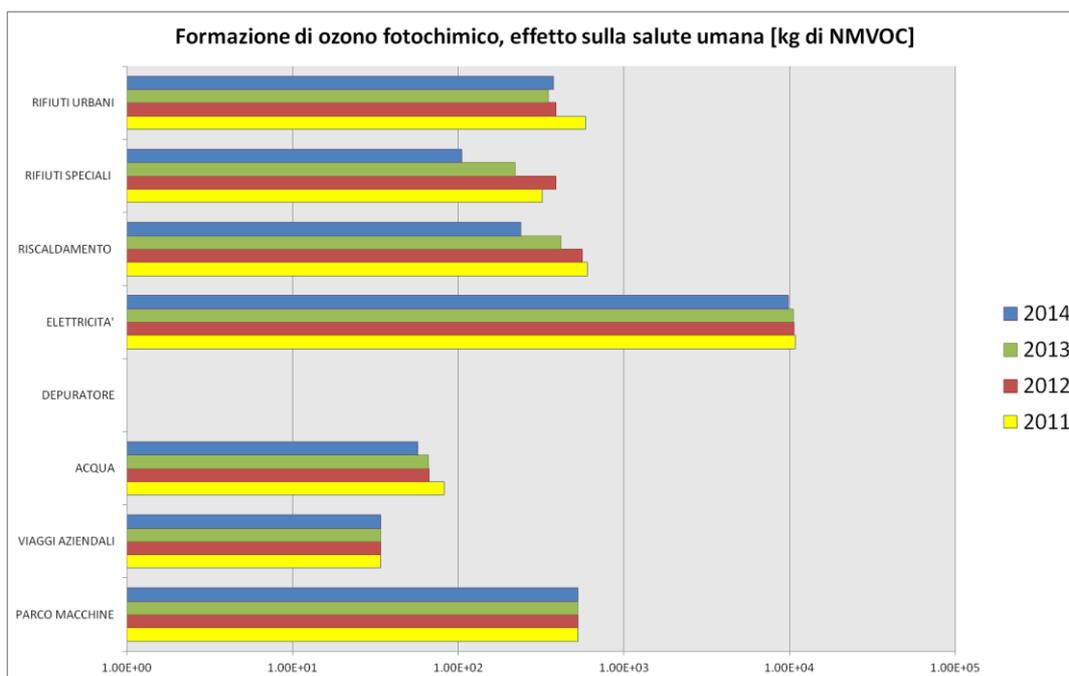


Grafico 8 - Variazione annua degli impatti causati dai processi, sulla categoria formazione di ozono fotochimico, effetto sulla salute umana

3.1.1.9 Impoverimento delle risorse – minerali, fossili e rinnovabili

Infine nella Tabella 33 e nel Grafico 9 sono esposti gli impatti provocati dai processi sulla categoria di impatto “impoverimento delle risorse – minerali, fossili e rinnovabili”.

Tabella 33 - Impatto dai processi negli anni considerati sulla categoria di impatto impoverimento delle risorse – minerali, fossili e rinnovabili

Impoverimento delle risorse – minerali, fossili e rinnovabili [kg Sb eq.]				
	2011	2012	2013	2014
PARCO MACCHINE	1.34E+03	1.34E+03	1.34E+03	1.34E+03
VIAGGI AZIENDALI	3.29E+01	3.29E+01	3.29E+01	3.29E+01
ACQUA	1.07E+02	8.65E+01	8.59E+01	7.39E+01
DEPURATORE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ELETTRICITA'	1.85E+04	1.82E+04	1.79E+04	1.67E+04
RISCALDAMENTO	7.27E+02	6.73E+02	5.01E+02	2.87E+02
RIFIUTI SPECIALI	2.97E+02	3.61E+02	2.04E+02	9.76E+01
RIFIUTI URBANI	3.10E+02	2.05E+02	1.86E+02	1.99E+02

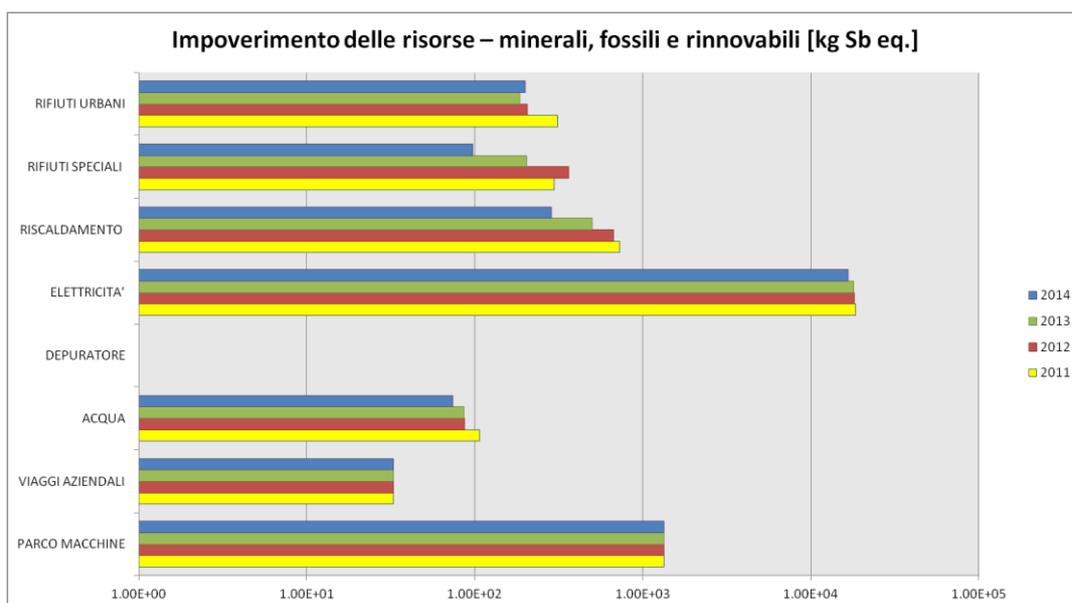


Grafico 9 - Variazione annua degli impatti causati dai processi, sulla categoria impoverimento delle risorse – minerali, fossili e rinnovabili

3.2 Risultati confronto tra significatività

L'applicazione dei fattori di normalizzazione *domestic NFs per person* (Tabella 20) ai valori di impatto dei processi, riferiti all'anno 2014, sulle categorie selezionate ha permesso di ottenere i valori riportati nella Tabella 36.

Questi sono espressi in una unità di misura adimensionale relativa al contributo rispetto al valore di impatto di un singolo cittadino europeo equivalente.

Nella Tabella 34 sono riportati i valori di I_{EUc} (Impatto-pro capite (EU citizen)) ricavati dalla sommatoria, degli impatti normalizzati, per ogni singolo processo su tutte le categorie.

Tabella 34 - Valori di I_{EUc} (Impatto-pro capite (EU citizen))

PROCESSI	I_{EUc}
PARCO MACCHINE	1,25E+02
VIAGGI AZIENDALI	3,73E+00
ACQUA	1,38E+01
DEPURATORE	0,00E+00
ELETTRICITA'	2,12E+03
RISCALDAMENTO	3,65E+01
RIFIUTI SPECIALI	1,05E+01
RIFIUTI URBANI	1,26E+02

Nella Tabella 35 sono invece riportati i valori del prodotto di "C" per "g" e il risultato della loro trasformazione in pesi, ovvero G_w (*Governance weight*), tramite la funzione MAXIMAX.

Tabella 35 – Valori di "C" per "g" e G_w dei processi

PROCESSI	" C " x " g "	G_w
PARCO MACCHINE	4	1,25E-01
VIAGGI AZIENDALI	4	1,25E-01
ACQUA	12	4,58E-01
DEPURATORE	10	3,75E-01
ELETTRICITA'	15	5,83E-01
RISCALDAMENTO	8	2,92E-01
RIFIUTI SPECIALI	4	1,25E-01
RIFIUTI URBANI	15	5,83E-01

Tabella 36 - Valori di impatto normalizzati per le categorie di impatto selezionate

Categorie di impatto dell'impronta ambientale	PROCESSI									
	PARCO	MACCHINE	VIAGGI AZIENDALI	ACQUA	DEPURATORE	ELETTRICITA'	RI SCALDAMENTO	RIFIUTI SPECIALI	RIFIUTI URBANI	
Acidificazione	2,83E+01	6,96E-01	1,56E+00	0,00E+00	3,54E+02	6,06E+00	2,06E+00	4,20E+00		
Cambiamento climatico	1,88E+01	8,72E-01	5,30E+00	0,00E+00	6,66E+02	1,53E+01	1,38E+00	5,66E+01		
Eutrofizzazione acque dolci	7,30E-01	5,28E-03	2,06E+00	0,00E+00	6,16E+00	1,63E-02	1,43E-02	4,64E+01		
Eutrofizzazione terrestre	3,96E+01	8,53E-01	1,35E+00	0,00E+00	1,98E+02	4,83E+00	2,43E+00	3,94E+00		
Radiazioni ionizzanti, affetti sulla salute umana	2,28E-01	7,61E-03	4,28E-01	0,00E+00	2,66E+02	7,28E-02	3,49E-01	6,07E-01		
Riduzione dello strato di ozono	3,44E-05	1,18E-06	4,61E-05	0,00E+00	6,22E-02	1,02E-05	1,68E-05	7,01E-05		
Particolato smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche	2,00E+01	2,10E-01	1,20E+00	0,00E+00	2,04E+02	2,41E+00	7,73E-01	2,42E+00		
Formazione di ozono fotochimico, effetto sulla salute umana	1,67E+01	1,07E+00	1,80E+00	0,00E+00	3,10E+02	7,52E+00	3,32E+00	1,18E+01		
Impoverimento delle risorse – minerali, fossili e rinnovabili	4,59E-01	1,67E-02	1,06E-01	0,00E+00	9,58E+01	2,29E-01	1,18E-01	1,97E-01		
IEUC impatto-pro capite (EU citizen)	1,25E-02	3,73E-00	1,38E-01	0,00E-00	2,12E-03	3,65E-01	1,05E-01	1,26E-02		

Il prodotto tra la il parametro I_{EUC} e G_w dei singoli processi (Equazione 5) ha generato i valori di S_p (significatività del processo) riportati in Tabella 37.

Tabella 37 - Valori di S_p dei processi

PROCESSI	S_p
PARCO MACCHINE	1,56E+01
VIAGGI AZIENDALI	4,67E-01
ACQUA	6,33E+00
DEPURATORE	0,00E+00
ELETTRICITA'	1,24E+03
RISCALDAMENTO	1,06E+01
RIFIUTI SPECIALI	1,31E+00
RIFIUTI URBANI	7,36E+01

I processi sono stati quindi ordinati in maniera decrescente sulla base del loro valore di S_p ; la disposizione dei processi così ottenuta è stata affiancata a quello degli aspetti ambientali corrispondenti, ricavata dall'applicazione del metodo EMRG, ordinati secondo "S" (Tabella 38).

Le due classificazioni rispondono ai requisiti degli aspetti ambientali richiesti rispettivamente dalle norme ISO 14001:2004 e ISO 14001:2015.

Tabella 38 – Ordinamenti degli aspetti ambientali e dei processi a confronto

ISO 14001:2004			ISO 14001:2015			Posizione ISO (2004)
Posizione	ASPETTI AMBIENTALI	S	Posizione	PROCESSI	Sp	
1	RIFIUTI URBANI	195	1	ELETTRICITA'	1,24E+03	3
2	RISCALDAMENTO	156	2	RIFIUTI URBANI	7,36E+01	1
3	ELETTRICITA'	117	3	PARCO MACCHINE	1,56E+01	6
4	ACQUA	90	4	RISCALDAMENTO	1,06E+01	2
5	DEPURATORE	90	5	ACQUA	6,33E+00	4
6	PARCO MACCHINE	78	6	RIFIUTI SPECIALI	1,31E+00	7
7	RIFIUTI SPECIALI	55	7	VIAGGI AZIENDALI	4,67E-01	6
//	VIAGGI AZIENDALI	//	8	DEPURATORE	0,00E+00	5

4 DISCUSSIONI

4.1 Calcolo della OEF di GESAP

L'applicazione della metodologia OEF ad una organizzazione che si occupa di gestione aeroportuale è una novità assoluta.

Lo studio si pone come pioniere nell'esplorazione delle possibili applicazioni dello strumento fornendo dei risultati preliminari.

I materiali ed i metodi utilizzati nell'ambito del presente studio potrebbero essere utilizzati come base per lo sviluppo delle OEFSR per gli enti gestori aeroportuali.

Il primo risultato ottenuto è la redazione del portafoglio prodotti/servizi di GESAP e l'identificazione di una metodologia per la sua compilazione. Tale metodologia prevede l'utilizzo di un documento comune a tutti gli enti gestori aeroportuali (che nell'ambito di questo studio è stato identificato come l'allegato 4 al contratto di programma tra ente gestore aeroportuale e ENAC) che definisce i servizi forniti.

In questo studio non è stato possibile arrivare a definire gli impatti derivanti dalle singole voci del portafoglio prodotti. La natura trasversale dei flussi considerati e l'impossibilità di suddividere i dati di consumo ed emissione nelle varie sezioni della struttura (e quindi nei servizi), non ha consentito di effettuare alcuna allocazione ed ha portato a trattare il processo "aeroporto" come una *black box* (scatola nera), ignorando i processi al suo interno.

Un secondo risultato dall'analisi dell'OEF consiste nel profilo di utilizzo delle risorse e di emissioni relativo agli anni dal 2011 al 2014 (Tabella 23).

I dati derivano dalle analisi svolte per l'implementazione e l'esercizio del SGA dell'aeroporto; questi dati, raccolti direttamente dall'organizzazione, sono considerati di ottima qualità ma, in previsione di uno studio completo della società GESAP, dovrà essere intrapresa una campagna di raccolta dati che vada ad integrare le informazioni sui consumi e sulle emissioni dei singoli servizi forniti (cap. 1.5.4.3).

Da una analisi del profilo di utilizzo è possibile individuare alcuni *trend* nel consumo di risorse e nelle emissioni. E' stato possibile evidenziare una diminuzione nei consumi di energia elettrica, acqua, gasolio utilizzato per il riscaldamento e della quantità

di rifiuti speciali prodotti (Tabella 23); queste variazioni sono probabilmente dovute all'attuazione di interventi di miglioramento effettuate nell'ambito del SGA.

Per quanto riguarda la variazione del quantitativo di RSA prodotti dalla struttura, si è notato un forte legame tra questo ed il numero di passeggeri che hanno usufruito dello scalo nei rispettivi anni.

Come si può osservare dal confronto del Grafico 10 con il Grafico 11 al variare del numero di passeggeri negli anni corrisponde una variazione molto simile delle quantità di rifiuti prodotti.

Mediante l'applicazione dell'indice di correlazione per ranghi di Spearman (Kendall, 1955) è stato possibile ricavare il valore di correlazione, molto elevato, di 0,95.

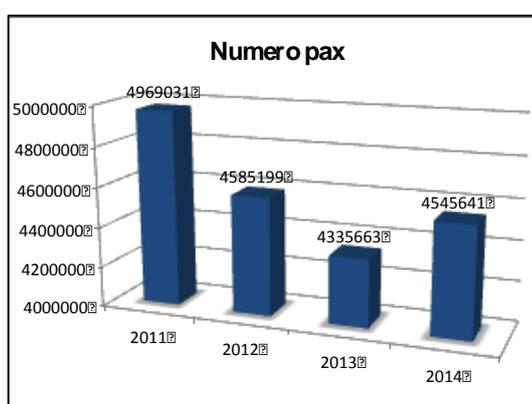


Grafico 10 - Variazione del numero di passeggeri negli anni, fonte ENAC - dati sul traffico

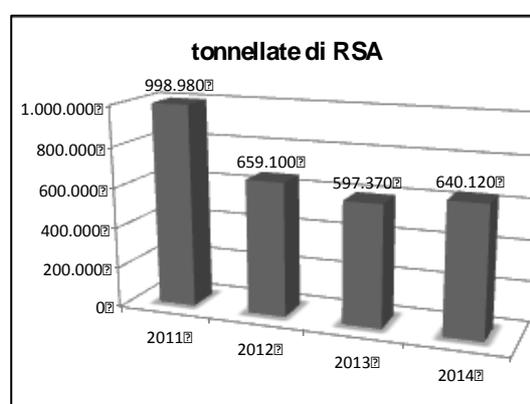


Grafico 11 – Variazione delle tonnellate di RSA negli anni

L'inserimento dei dati all'interno del modello creato con il software GaBi7, ha consentito di valutare tutti gli impatti causati dai processi lungo l'intera catena di approvvigionamento.

Le categorie d'impatto analizzate sono quelle raccomandate dall'OEF (*Impacts ILCD/PEF recommendation*) e i risultati per gli anni analizzati sono riportati nella Tabella 24.

Come esposto nel capitolo 2.1.8, durante la fase di valutazione è stato scelto di considerare una parte delle categorie di impatto consigliate dalla guida sull'OEF, usando come criterio di selezione il livello di qualità delle categorie di impatto e dei metodi di caratterizzazione Tabella 18.

L'applicazione di questo criterio ha portato all'esclusione dalla fase di valutazione di sei categorie di impatto:

- Ecotossicità acque dolci;
- Eutrofizzazione marina;
- Tossicità umana, effetto cancerogeno;
- Tossicità umana, effetto non cancerogeno;
- Trasformazione del terreno;
- Impoverimento delle risorse – acqua.

L'esclusione di queste categorie provoca indubbiamente una perdita consistente di informazione; non vengono infatti valutati gli impatti sulla salute umana e sulla matrice suolo. In una realtà come quella siciliana, nella quale la gestione della risorsa idrica ricopre un ruolo la cui importanza è destinata ad aumentare nel tempo (Regione Siciliana, 2008), escludere categorie che misurano gli impatti dei processi su questa risorsa rappresenta una scelta sicuramente discutibile. In particolare, l'esclusione della categoria di impatto "Eutrofizzazione marina", nella quale vengono classificati e caratterizzati tutti i flussi generati dal processo "depuratore" non permette di valutare i potenziali effetti causati dalla gestione delle acque reflue dell'aeroporto di Palermo. In relazione a ciò, uno sforzo della comunità scientifica dovrebbe mirare ad accrescere la robustezza di determinate categorie di impatto.

La metodologia OEF offre un approccio quantitativo per la valutazione degli impatti generati dai processi che costituiscono la catena di approvvigionamento di prodotti e servizi. I contributi dei processi alle nove categorie di impatto selezionate, relativi agli scenari annui dal 2011 al 2014, sono stati inseriti in istogrammi (da Grafico 1 a Grafico 9).

Da una analisi di questi è possibile identificare alcune peculiarità comuni.

Si osserva infatti che il processo "depuratore" non genera alcun tipo di impatto sulle categorie analizzate, questo è dovuto al fatto che gli impatti del depuratore ricadono tutti nella categoria Eutrofizzazione marina, non considerata in questo studio.

I processi "parco macchine" e "viaggi aziendali" non presentano variazioni annue, questo è dovuto alla mancanza dei dati relativi ai consumi di carburante degli anni precedenti al 2014, che ha portato alla necessità di ipotizzare un consumo costante per gli anni precedenti.

Per quanto riguarda i viaggi aziendali, l'ipotesi dei km effettuati ci porta a considerare questo dato pressoché costante negli anni analizzati.

È inoltre da sottolineare che l'impatto del processo "elettricità" presenta valori significativamente più alti rispetto agli altri processi in tutte le categorie, ad eccezione della categoria "Eutrofizzazione acque dolci" in cui questa rappresenta il secondo processo

maggiormente impattante. Nella rappresentazione dei risultati si è scelto di applicare una scala logaritmica che consente di visualizzare anche i valori di impatto più bassi.

Nei casi in cui erano presenti valori di impatto <1 non è stata applicata la scala logaritmica, in quanto i valori così trattati generano disarmonie e disordine nell'interpretazione dei grafici.

Una scelta di questo tipo nella rappresentazione del dato può generare una errata valutazione dell'importanza dei processi, per questa ragione ad ogni grafico è stata affiancata la relativa tabella dei valori dalla quale è stato generato (da Tabella 25 a Tabella 33).

E' importante sottolineare come l'uso di elettricità, acqua e combustibili sia indispensabile alla fornitura dei servizi forniti da GESAP. Le soluzioni per una riduzione degli impatti possono essere un'ottimizzazione dell'uso delle risorse, diminuendo i consumi o adottandosi di sistemi di autoproduzione (pannelli fotovoltaici, cogeneratori, altro) ma anche la scelta di acquistare elettricità prodotta da fonti rinnovabili, soluzione ad oggi facilmente conseguibile visto anche il mercato libero dell'energia.

Per quanto riguarda i processi di smaltimento dei rifiuti (RSA e pericolosi), l'attività è appaltata ad organizzazioni terze specializzate. Su questi processi, gli unici controlli di GESAP consistono nella scelta dell'organizzazione a cui affidare l'appalto.

4.1.1 Impatti dei processi sulle categorie

Di seguito sono riportati i commenti ai grafici che descrivono le singole categorie d'impatto ed una valutazione dei processi che contribuiscono al risultato finale.

- **ACIDIFICAZIONE**

L'impatto sulla categoria "acidificazione" è dovuto all'aumento delle emissioni di origine antropica di sostanze come CO_2 , SO_x , NO_x , in atmosfera (Park C. C., 2013). Tali sostanze sono prodotti della combustione di combustibili come benzine (CO_2 , NO_x) e diesel (CO_2 , SO_x , NO_x). L'interazione con le particelle atmosferiche (quale ad esempio il vapore acqueo) avvia un processo di conversione di queste sostanze in acido solforico (da SO_x), acido nitrico (da NO_x) e acido carbonico (da CO_2). Tali prodotti una volta entrati in contatto con le precipitazioni, ne abbassano il pH generando il fenomeno delle piogge acide (Park C. C., 2013).

È stato possibile osservare gli effetti di tale fenomeno ad esempio nelle foreste di conifere, dove si è registrata una sensibile diminuzione nella capacità di accrescimento

degli individui (Stranddorf, 2003). Negli ecosistemi acquatici gli effetti consistono nella perdita totale o parziale della biodiversità (Riebesell, 2008).

Tutti i flussi classificati in questa categoria vengono trasformati in moli di H^+ eq..

Dalla lettura del grafico degli impatti sulla categoria acidificazione si può notare come la mole principale di H^+ prodotta sia riconducibile al processo “elettricità”.

Questo processo raccoglie tutte le emissioni, CO_2 , NO_x , SO_x , generate dalle diverse modalità di produzione dell’energia elettrica, (Spath, 2000) presenti in Italia e la rispettiva percentuale del fabbisogno energetico del paese che esse soddisfano.

I trasporti, le attività dell’industria estrattiva e la fornitura di energia elettrica, gas, vapore, oltre che la fornitura di acqua e le attività di trattamento dei rifiuti, sono i maggiori produttori di sostanze acidificanti (ISTAT, 2014) e, come si può notare nel Grafico 1, i processi che rappresentano tali attività contribuiscono fortemente all’impatto sulla categoria.

- CAMBIAMENTO CLIMATICO

La categoria di impatto “cambiamento climatico” o “*Global warming*” valuta l’impatto delle emissioni di gas "clima alteranti" (*GHG-Green House Gasses*), ritenuti responsabili dell’effetto serra.

Tali gas, come suggerito dal protocollo di Kyoto, possono essere:

- CO_2 : generata dall’utilizzo di combustibili fossili in tutte le attività energetiche, industriali e nei trasporti;
- CH_4 (metano): principalmente usato in campo energetico, per il riscaldamento; è un prodotto dalle discariche e dagli allevamenti zootecnici;
- N_2O : prodotto nel settore agricolo e nelle industrie chimiche;
- HFC (idrofluorocarburi): impiegati nelle industrie chimiche e manifatturiere;
- PFC (perfluorocarburi): impiegati nelle industrie chimiche e manifatturiere;
- SF_6 (esafluoruro di zolfo): impiegato nelle industrie chimiche e manifatturiere.

Indipendentemente dalla sorgente di emissione i GHG emessi contribuiscono allo stesso effetto per questo motivo la categoria di impatto è considerato globale.

Il potenziale effetto sul cambiamento climatico è quantificato usando il potenziale di riscaldamento globale (GWP) per le sostanze aventi lo stesso effetto della CO_2 nella riflessione delle radiazioni. Il GWP per i gas a effetto serra è espresso in CO_2 equivalenti, cioè gli effetti sono espressi relativamente alla effetto della CO_2 .

La maggiore imputata dei fenomeni di surriscaldamento globale che caratterizzano la nostra epoca è l'anidride carbonica, prodotto di ogni processo di combustione utilizzato per le attività umane.

Il settore della produzione energetica rappresenta il maggiore responsabile delle emissioni di gas clima alteranti a livello globale (Houghton, 2009); ciò si riscontra perfettamente dai risultati degli impatti su questa categoria, che lo confermano (Grafico 2).

Segue, in ordine di importanza dell'impatto, il processo di smaltimento dei rifiuti urbani (il modello riproduce gli impatti di una discarica di rifiuti urbani compreso il trattamento dei gas di discarica, del percolato, dei fanghi ed il deposito; ma non valuta le emissioni generate dal trasporto).

L'impatto dei rifiuti sui fenomeni di riscaldamento globale deriva soprattutto dal metano rilasciato dalla decomposizione dei rifiuti biodegradabili nelle discariche; infatti circa un terzo delle emissioni antropogeniche di metano in Europa possono essere attribuite a questa fonte. Tuttavia solo l'1% delle emissioni di protossido d'azoto e meno del 0,5% di CO₂ sono emissioni riferibili ai rifiuti (Leonard, 2011; Roberto Cavallo, 2008; Peischl, 2013).

Negli sviluppi futuri, per non sottostimare l'impatto del processo sulla categoria, sarà opportuno considerare le emissioni provocate dalla fase di trasporto del rifiuto, responsabile di una ulteriore mole di CO₂ dovuta al consumo di carburante da parte dei mezzi utilizzati.

Nel grafico si può osservare che a questi processi seguono in ordine di gravità dell'impatto totale quelli che prevedono l'utilizzo di combustibili fossili (parco macchine, riscaldamento e acqua nella fase di estrazione).

- EUTROFIZZAZIONE ACQUE DOLCI

L'eutrofizzazione può essere definita come: arricchimento all'interno di un ecosistema del contenuto di nutrienti che portano a un aumento nella produzione di biomassa inducendo un deterioramento della qualità dell'ambiente (Smith, 1999).

In questa categoria di impatto vengono categorizzati i flussi che provocano eutrofizzazione in ambienti di acqua dolce (fiumi, laghi, ecc.).

L'effetto primario di una eccedenza dei macro-nutrimenti, azoto e fosforo, negli ecosistemi consiste in una crescita della biomassa algale e, conseguentemente ai processi di decomposizione, alla diminuzione della saturazione di ossigeno nell'ambiente.

L'equilibrio di un sistema acquatico terrestre può essere intaccato da un rilascio incontrollato di sostanze nutrienti essenziali, quali l'azoto e il fosforo.

L'uso agricolo di fertilizzanti, gli scarichi industriali e urbani, in genere ricchi di queste sostanze, sono le fonti principali di eutrofizzazione (Lee, 1973; Ulén, 2007; N.J. ANDERSON, 1994; Eriksson, 2005).

Dai risultati dell'analisi si osserva una predominanza dell'impatto provocato dallo smaltimento dei rifiuti urbani a causa del loro contenuto di sostanze eutrofizzanti (Grafico 3); si può inoltre osservare un andamento irregolare degli impatti negli anni che risulta fortemente correlata al numero di passeggeri che hanno usufruito dello scalo.

- **EUTROFIZZAZIONE TERRESTRE**

L'eutrofizzazione terrestre è causata da un arricchimento di nutrienti generato principalmente dalla deposizione atmosferica di composti azotati oltre che a sversamenti diretti di queste sostanze nel suolo (Aneja, 2001; Gebauer, 1994).

I processi di industriali, gli scarichi civili e il dilavamento dei fertilizzanti agricoli sono le principali cause di questo impatto (Civit, 2006).

Nel nostro caso, gli impatti maggiori sulla categoria sono dovuti alle emissioni dei processi di creazione di energia elettrica e dei veicoli del processo "parco macchine"; seguono le emissioni del processo "riscaldamento" e i reflui generati dallo smaltimento dei rifiuti (Grafico 4).

- **RADIAZIONI IONIZZANTI, EFFETTO SULLA SALUTE UMANA**

Le radiazioni ionizzanti sono radiazioni dotate di sufficiente energia da ionizzare gli atomi o le molecole con i quali interagiscono; queste possono avere effetti sulla salute umana innescando nelle strutture biologiche tutta una serie di modificazioni fisicochimiche tali da determinare un'alterazione delle loro funzioni vitali (Brenner, 2003; United Nations Scientific Committee on the Effects of ionizing radiation, 1996)

Le radiazioni ionizzanti di origine artificiale sono conseguenza di attività in vari settori : nucleare, industria, ricerca e sanità (Emilia-Romagna A. , 2004).

In questa categoria, il processo "elettricità" incide in maniera significativamente più forte rispetto agli altri processi a causa dell'utilizzo, nella catena di approvvigionamento, di elementi radioattivi in grado di produrre radiazioni ionizzanti (Grafico 5).

- RIDUZIONE STRATO DI OZONO

Questa categoria con effetti su scala globale raccoglie i flussi delle sostanze responsabili dell'assottigliamento dello strato di ozono stratosferico e descrive uno delle problematiche ambientali più significative del XX secolo (Solomon S. , 1999). L'azione filtrante dell'ozono rispetto alle radiazioni UV viene minata dalle emissioni in ambiente di composti alogenati di origine antropica (CFC, HCFC, CCl₄, CCl₃CH₃, Halon e Bromometano) che principalmente per reazioni di tipo catalitico provocano la distruzione dell'ozono (Solomon S. G., 1986; Kerr, 1993; Martens, 2014).

Il potenziale di riduzione dello strato di ozono (ODP- *Ozone depletion potentials*), delle sostanze classificate in questa categoria di impatto, viene calcolata rispetto a quello di CFC-11 e espresso in quantitativo di CFC-11 equivalenti.

La riduzione dello strato di ozono stratosferico vede, ancora una volta, i processi "elettricità" e "parco macchine" come principali responsabili dell'impatto totale sulla categoria (Grafico 6); questo è dovuto all'utilizzo di alcune delle sostanze responsabili dell'impatto (bromuro di metile) come additivi delle benzine.

- PARTICOLATO/SMOG PROVOCATO DALLE EMISSIONI DI SOSTANZE INORGANICHE

Questa categoria di impatto si riferisce agli effetti respiratori che sono causati dalle emissioni di particolato fine (PM 2,5) , provocato dalle sostanze inorganiche.

Le principali fonti antropiche di tale impatto sono: il traffico veicolare, sia dei mezzi diesel che benzina, l'uso di combustibili solidi per il riscaldamento domestico (carbone, legna e gasolio), residui dell'usura del manto stradale, dei freni e delle gomme delle vetture e l'attività industriale. (ARPAT).

La principale fonte di impatto su questa categoria è ancora una volta la produzione di energia elettrica, visti i processi di combustione che compongono la catena di approvvigionamento della risorsa.

Seguono il processo "parco macchine", per le emissioni di particolato generate dalla combustione di carburante, dall'usura di pneumatici e freni; e "riscaldamento" (Grafico 7), che genera emissioni di particolato dalla combustione del gasolio.

- FORMAZIONE DI OZONO FOTOCHIMICO, EFFETTO SULLA SALUTE UMANA

Questa categoria di impatto valuta gli effetti sulla salute umana dovuti all'esposizione ad ozono, presente negli strati bassi dell'atmosfera.

La creazione di ozono troposferico è conseguenza della degradazione fotochimica degli ossidi azoto (NO_x) e dalle reazioni che coinvolgono composti organici volatili (VOC) che portano all'aumento della concentrazione di NO_x nella troposfera (Finlayson-Pitts, 1997; Jenkin, 1997).

L'ozono produce un effetto ossidante su alcune componenti cellulari (amminoacidi, proteine e lipidi) e può portare alla formazione di ROS (*Reactive Oxygen Species*) (Bocci, 1997).

La caratterizzazione dei flussi porta all'espressione dei contributi alla categoria in kg di NMVOC (*Non-Methane Volatile Organic Compounds*).

Come precedentemente affermato, la formazione di ozono fotochimico è strettamente connessa alle emissioni di NO_x, generate in maniera consistente dai processi di combustione.

Stando ai dati del mix elettrico italiano del 2011, utilizzati nel modello, le fonti di produzione di energia elettrica maggiormente sfruttate nel paese sono: gas naturali, *hard coal*, *coal gasses* e *heavy fuel oil*; per un totale di circa l'80 % della produzione totale di energia (Figura 19); tutti questi processi comprendono fasi di combustione e quindi generazione di NO_x; per questa ragione il processo "elettricità" genera la mole più consistente di impatto sulla categoria, subito seguito, per le stesse ragioni, dai processi "parco macchine" e "riscaldamento" (Grafico 8).

I processi di smaltimento dei rifiuti sono invece responsabili delle emissioni di quantitativi variabili di VOC che contribuiscono fortemente all'impatto sulla categoria (Czepiel, 1996; Ustohalova, 2006; Moreno, 2014).

- IMPOVERIMENTO DELLE RISORSE – MINERALI, FOSSILI E RINNOVABILI

A questa categoria vengono classificati i flussi delle risorse minerali, fossili e rinnovabili. Questi vengono caratterizzati e quindi trasformati in kg di Sb equivalente sulla base della quantità di sostanza utilizzata e alle sue riserve stimate.

La mancanza di dati di inventario per alcune risorse minerarie, classificate nella categoria di impatto, implica una potenziale sottostima dell'impatto totale (Benini L., 2014).

In questa categoria l'impatto più significativo è rappresentato, nuovamente, dal processo "elettricità" per il largo uso di tecniche di generazione dell'energia tramite il consumo di risorse fossili non rinnovabili; ma anche per il largo utilizzo di diversi minerali sfruttati in differenti fasi dai numerosi metodi di generazione della risorsa.

Tutti i processi considerati presentano un impatto (Grafico 9) in quanto ogni attività antropica genera uno sfruttamento delle risorse ed un conseguente impoverimento delle loro riserve globali (en Waterstaat, 2002; Steen, 2006; Yellishetty, 2011; Gao, 2009).

4.2 Significatività dei processi

La metodologia per il calcolo della significatività dei processi, esposta nel cap. 2.2, rappresenta un supporto al metodo EMRG per la classificazione degli aspetti ambientali al fine di indirizzarla verso l'aggiornamento richiesto dalla ISO 14001:2015.

I risultati generati dall'OEF sono stati utilizzati come punto di partenza per il calcolo del nuovo valore di significatività (S_p) degli aspetti ambientali di GESAP, già individuati nell'ambito del SGA e introdotti in questo studio (Tabella 19).

Gli impatti generati dai processi sulle nove categorie, sono stati normalizzati utilizzando i *domestic NFs per person*, consentendo così di trasformare i risultati della (Tabella 24), in valori adimensionali che rappresentano la quantità di impatto rapportata alle emissioni di un cittadino europeo medio calcolata per l'anno 2010.

4.2.1 Calcolo della significatività dei processi di GESAP

Per il calcolo della significatività è stata utilizzata l'Equazione 5, che permette di ricavare il valore di S_p di ogni processo calcolandone i parametri I_{EUc} e G_w .

Il primo risultato ottenuto è rappresentato dal valore di I_{EUc} per ogni processo considerato nello studio preliminare sull'OEF di GESAP, relativo al 2014, ottenuto dalla sommatoria degli impatti di ogni singolo processo sulle categorie selezionate (Tabella 36, Tabella 34).

Questo parametro fornisce una stima dell'impatto totale del processo sull'ambiente e, vista la natura dei dati che lo compongono, derivati da una analisi LCA, rappresenta gli impatti dell'intero ciclo di vita dell'organizzazione.

Il secondo risultato è rappresentato dai valori di G_w dei processi (Tabella 35) generati dalla modifica del metodo di calcolo del parametro di *governance* "G", utilizzato nella metodologia EMRG.

I valori dei parametri "C" e "g" sono stati assegnati, nell'ambito del SGA; mentre per il processo "viaggi aziendali", che non presenta un aspetto corrispondente attualmente identificato e valutato nel SGA, è stato associato un valore di "C" e "g" sulla base del parere esperto (Tabella 19)

La trasformazione dei valori del prodotto di "C" per "g", tramite il metodo di normalizzazione MAXIMAX, viene applicata per esprimere i valori di G_w in una scala di valori tra 0 e 1.

I valori di “C” e “g” consentono di valutare, il primo quanto un processo sia sotto il controllo diretto dell’organizzazione; il secondo se esistano margini di miglioramento nella gestione del processo da parte dell’organizzazione, esattamente come nella metodologia EMRG.

Il valore di S_p , risultato del prodotto di I_{EUc} e G_w , rappresenta la significatività del processo, considerando il suo reale impatto ambientale rispetto alla media europea in relazione alle reali possibilità di gestione praticabili dall’organizzazione.

Dall’applicazione del metodo per il calcolo di S_p è stata ricavata la nuova gerarchizzazione dei processi (aspetti ambientali) che, al confronto con quella relativa al 2015, mostra una serie di differenze, riconducibili alle variazioni del valore di I.

In particolare, come si può osservare dalla Tabella 38, nella classificazione effettuata sulla base di S_p , i tre processi che ricoprono le prime posizioni sono, in ordine: elettricità ($1,24E+03$), rifiuti urbani ($7,36E+01$) e parco macchine ($1,56E+01$); le stesse posizioni, sulla base di “S”, sono ricoperte dai processi : rifiuti urbani (195), riscaldamento (156) e elettricità (117).

Il processo “elettricità” è quello che genera le pressioni più forti sulle categorie di impatto (I_{EUc} $2,12E+03$) e che presenta la migliore situazione di *Governance* (G_w $5,83E-01$) tra quelli considerati.

Per queste ragioni è collocato in cima alla lista degli aspetti ambientali come il più significativo.

Segue il processo “rifiuti urbani” responsabile di un impatto (I_{EUc} $1,26E+02$) minore rispetto ad altri processi ma con il grado di *governance* (G_w $5,83E-01$) più alto tra quelli calcolati.

Il processo “viaggi aziendali”, inoltre, precedentemente non riconosciuto come aspetto ambientale, si installa nella penultima posizione della classifica creata;

4.2.2 Rapporto con la norma ISO 14001:2015

La ISO 14001:2015 pone come obiettivi primari la protezione dell'ambiente e la prevenzione dell'inquinamento, apportando modifiche alla precedente norma del 2004 che focalizzava l'attenzione sull'ottimizzazione delle operazioni stabilite nel SGA.

Con l'aggiornamento effettuato dalla ISO 14001:2015, si richiede alle organizzazioni di apportare delle modifiche ai SGA, effettuando innanzitutto uno spostamento degli sforzi dal perfezionamento del SGA a quello delle prestazioni ambientali dei prodotti, in modo tale da limitarne emissioni e consumi connessi alla loro creazione.

La valutazione delle prestazioni ambientali deve inoltre essere effettuata integrando all'interno del SGA la prospettiva del ciclo di vita (*Life Cycle Perspective*), espandendo il controllo dell'organizzazione agli impatti connessi a beni e servizi non direttamente forniti da questa.

Queste innovazioni sono denominate all'interno della ISO 14001:2015: *Environmental performance e Life cycle perspective*.

In sintesi, un SGA conforme alla norma ISO 14001:2015, ha lo scopo di migliorare le prestazioni ambientali dei prodotti/servizi, forniti dall'organizzazione, analizzandone l'intero ciclo di vita.

Le prestazioni ambientali dei prodotti sono misurate sulla base del quantitativo e della natura dei flussi, di risorse e di emissioni, che generano durante il loro ciclo di vita.

In questo senso, un'analisi sull'OEF, come quella svolta in questo studio, oltre che a rappresentare un risultato certificabile, fornisce gli elementi per dare risalto alle prestazioni dei prodotti e per operare l'integrazione del LCA all'interno di un SGA.

Questa fornisce infatti una valutazione quantitativa, basata sul LCA, delle prestazioni ambientali dell'intera organizzazione, suddividendo l'impatto totale generato tra i processi che costituiscono la catena di approvvigionamento del portafoglio prodotti.

I risultati dell'OEF vengono integrati nel SGA, durante la fase di classificazione degli aspetti ambientali, dall'Equazione 5 per il calcolo della significatività dei singoli processi ed in particolare all'interno del parametro I_{EUC} .

Quest'ultimo rappresenta il potenziale impatto di tutti i flussi sull'ambiente lungo l'intera catena di approvvigionamento del portafoglio prodotti in relazione agli impatti di un cittadino europeo rappresentativo, a seguito della procedura di normalizzazione.

L'utilizzo dei risultati di un OEF nella formula per il calcolo di S_p , consente quindi di introdurre un approccio quantitativo nella classificazione degli aspetti ambientali e di valutare le prestazioni ambientali del portafoglio prodotti lungo l'intero ciclo di vita.

Tuttavia, una classificazione degli aspetti ambientali basata esclusivamente sui valori di I_{EUc} potrebbe non rispecchiarne una realmente sfruttabile dall'organizzazione nell'ambito del SGA a causa della scala dei valori "comunitaria" scaturita dalla normalizzazione.

Per questa ragione, ogni valore di I_{EUc} è affiancato da uno di G_w a scala "locale" che valuta le reali possibilità di intervento dell'organizzazione nella gestione del processo.

Spesso, vista la grande importanza data agli impatti delle attività antropiche su scala globale, si trascura la visione locale e, per certi versi, pratica, dei problemi che si affrontano nel quotidiano, incorrendo nello spreco di risorse e di energie, senza considerare l'attuabilità e la praticabilità delle azioni con i mezzi gestiti.

Tramite l'inserimento dei valori di G e G_w nelle rispettive metodologie, si cerca di effettuare quella che è stata definita dal sociologo Zygmunt Bauman come "glocalizzazione" (Bauman, Globalizzazione e glocalizzazione, 2005) ovvero il comportamento teso a inserire le tipicità della globalizzazione all'interno di una realtà locale, in modo da garantire il rispetto del territorio, valorizzandone le peculiarità.

5 CONCLUSIONI

Questo lavoro di tesi mira all'analisi di due strumenti di tipo volontario, OEF e SGA basati sulla norma ISO 14001, ideati per il conseguimento degli obiettivi dello sviluppo sostenibile e della *green economy*.

Questi strumenti, indipendenti l'uno dall'altro, sono stati di recente indirettamente collegati da un fattore comune rappresentato dal LCA.

L'OEF è infatti una misura multi-criteriale delle prestazioni ambientali basata sul ciclo di vita, relativa ai prodotti che costituiscono il portafoglio di una organizzazione.

Un SGA (ISO 14001) è invece uno strumento utilizzabile dalle organizzazioni che vogliono gestire i propri aspetti ambientali e che solamente nel 2015, con la pubblicazione della revisione della norma ISO14001:2015, hanno visto l'integrazione all'interno delle loro procedure del concetto di ciclo di vita per un miglioramento delle prestazioni ambientali.

Da questa relazione nascono gli obiettivi di questa tesi, ovvero una prima applicazione della metodologia per il calcolo dell'OEF al soggetto di studio, l'ente gestore dell'aeroporto di Palermo (GESAP), e la creazione di un metodo da utilizzare per la classificazione degli aspetti ambientali nell'ambito di un SGA che soddisfi i parte dei requisiti della ISO 14001:2015.

Lo svolgimento delle varie fasi della metodologia OEF ha richiesto un lavoro di ricerca che ha portato alla selezione della documentazione adeguata per la creazione del portafoglio prodotti, per la stesura del profilo di utilizzo e per la realizzazione di un modello rappresentativo di GESAP.

Questo lavoro, di per sé, determina un importante risultato in quanto si tratta del primo tentativo di applicazione della metodologia ad un ente di gestione aeroportuale, di conseguenza ogni materiale e metodo utilizzato rappresenta un elemento innovativo.

Tuttavia, trattandosi di una fase preliminare dello studio, l'analisi effettuata non consente ad oggi di valutare la totalità degli impatti dell'organizzazione: l'utilizzo di dati generici finora raccolti nell'ambito del SGA e coerenti con la norma ISO 14001:2004 non permettono, visto il loro alto grado di aggregazione, di riuscire a definire in maniera approfondita tutti i flussi di materia e di energia che interessano il sistema.

Dai risultati dell'applicazione della metodologia OEF, è stato però possibile stimare sia il contributo dei diversi processi all'impatto sulle categorie, sia la variazione annuale

delle diverse categorie d'impatto probabilmente dovuta alle attività di miglioramento introdotte dal SGA.

Si può quindi affermare che questa metodologia risulta adeguata al calcolo dell'impronta ambientale di questo tipo di organizzazioni, proponendo i materiali ed i metodi utilizzati in questo studio come un possibile punto di partenza per lo sviluppo delle OEFSR.

Mediante l'introduzione del LCP all'interno del SGA come previsto dalla norma ISO 14001:2015 sarà possibile migliorare le prestazioni ambientali dei prodotti/servizi forniti dall'organizzazione valutandone gli impatti lungo l'intero ciclo di vita.

Allo scopo di avviare il processo di aggiornamento del SGA attualmente applicato da GESAP (conforme alla ISO 14001:2004), sono state proposte alcune possibili modifiche del metodo di classificazione degli aspetti ambientali.

In questa tesi viene proposto di effettuare la classificazione degli aspetti ambientali di GESAP, attualmente realizzata sulla base del valore di S calcolato con la metodologia EMRG, tramite l'utilizzo dei valori di S_p calcolati mediante l'applicazione della formula per il calcolo della significatività di un processo. La creazione di una gerarchia degli aspetti ambientali classificati sulla base del loro valore di S_p potrebbe rispondere alle richieste della ISO 14001:2015 oltre che fornire i benefici dell'applicazione di uno studio sull'OEF.

La presenza all'interno della formula suddetta del parametro I_{EUc} , ricavato tramite l'utilizzo dei risultati dell'OEF normalizzati, consente di integrare all'interno del SGA, una valutazione quantitativa delle prestazioni ambientali dei prodotti basata sul LCA.

L'introduzione dei fattori di normalizzazione europei (*domestic NFs per person*) ha consentito di valutare il contributo degli impatti alle varie categorie che l'organizzazione genera su "scala comunitaria" e, tramite l'introduzione del concetto di *governance*, rappresentata dal valore di G_w , è stato possibile valutare la reale capacità di gestione di un processo su "scala locale".

La creazione di una gerarchia degli aspetti ambientali classificati sulla base del loro valore di S_p risulta differente rispetto a quella attualmente in uso, in quanto fornisce un valore quantitativo dell'impatto relativo alla stima delle emissioni e dei consumi europei relativi all'anno 2010.

Questa nuova concezione del valore di significatività potrebbe, oltre che fornire i benefici dell'applicazione di uno studio sull'OEF, rispondere alle richieste della ISO 14001:2015.

Con la prospettiva di uno sviluppo del metodo e di una sua eventuale applicazione, risulterà necessario ampliare e perfezionare il profilo di utilizzo e di conseguenza la modellizzazione dell'organizzazione all'interno del *software* GaBi7, al fine di includere i flussi di materia non considerati all'interno del piano "*OEF Aeroporto 1 year*".

Le categorie di impatto non considerate in questo lavoro, saranno oggetto di future discussioni, così da non tralasciare nessun aspetto all'interno del quadro totale degli impatti.

I risultati dello studio si riferiscono a dati relativi al consumo e alle emissioni raccolti nell'anno 2014 e a strutture che attualmente sono oggetto di sostanziali modifiche. Di conseguenza sarà necessaria un'ulteriore analisi per fornire un profilo aggiornato degli impatti di GESAP sull'ambiente.

6 BIBLIOGRAFIA

Anderson, N. J., & Rippey, B. (1994). «Monitoring lake recovery from point- source eutrophication: the use of diatom- inferred epilimnetic total phosphorus and sediment chemistry.» *Freshwater Biology*, 32(3), 625-639.

Aneja, V. P., Roelle, P. A., Murray, G. C., Southerland, J., Erisman, J. W., Fowler, D., & Patni, N. (2001). «Atmospheric nitrogen compounds II: emissions, transport, transformation, deposition and assessment. .» *Atmospheric Environment*, 35(11), 2001: 1903-1911.

Arpa Emilia-Romagna,. «Annuario regionale dei dati ambientali 2004.» 2004.

Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C. S., & Pimentel, D.(1996). «Economic growth, carrying capacity, and the environment.» *Ecological Applications*, 13-15.

Bauman, Z. (2005). *Globalizzazione e glocalizzazione*. Armando editore, 2005.

Benini, L., Mancini, L., Sala, S., Manfredi, S., Schau, E. M., & Pant, R. (2014). «Normalisation method and data for Environmental Footprints.» *European Commission, Joint Research Center. Institute for Environment and Sustainability, Publications Office of the European Union, Luxemburg*, 2014: 978-92.

Bocci, V., Valacchi, G., Corradeschi, F., Aldinucci, C., Silvestri, S., Paccagnini, E., & Gerli, R. (1997). «Studies on the biological effects of ozone: 7. Generation of reactive oxygen species (ROS) after exposure of human blood to ozone.» *Journal of biological regulators and homeostatic agents*, 12(3), 1997: 67-75.

Brenner, D. J., Doll, R., Goodhead, D. T., Hall, E. J., Land, C. E., Little, J. B., & Ron, E. (2003). «Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know. .» *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(24), 2003: 13761-13766.

Civit, B., Arena, A. P., & Puliafito, E. (2006). «ESTUDIO DE DEPOSICIONES DE NITROGENO EN SUELOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA EUTROFIZACIÓN TERRESTRE EN LA REGIÓN CENTRO OESTE ARIDA ARGENTINA. CASO DE ESTUDIO.» *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 2006: 23-26.

Cruz, R. V., Harasawa, H., Lal, M., & Wu, S. A. ML Parry, OF Canziani, JP Palutikof, PJ van der Linden, and CE Hanson, editors. (2007). «Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change.» *Climate change 2007, impacts, adaptation and vulnerability.*, 2007: 469-506 .

Czepiel, P. M., Mosher, B., Harriss, R. C., Shorter, J. H., McManus, J. B., Kolb, C. E., ... & Lamb, B. K. (1996). «Landfill methane emissions measured by enclosure and atmospheric tracer methods. .» *Journal of Geophysical Research: Atmospheres (1984–2012)*, 101(D11), 1996: 16711-16719.

da Fonseca, L. M. C. M.(2015). «ISO 14001: 2015: An improved tool for sustainability.» *Journal of Industrial Engineering and Management*, 2015: 8(1), 37-50.

Daddi, T., Frey, M., De Giacomo, M. R., Testa, F., & Iraldo, F.(2015). «Macro-economic and development indexes and ISO14001 certificates: a cross national analysis.» *Journal of Cleaner Production*, 108, 2015: 1239-1248.

en Waterstaat, M. V. V., & Waterbouwkunde, D. W. E. (2002). Abiotic resource depletion in LCA.

Eng Ann, G., Zailani, S., & Abd Wahid, N. (2006). «A study on the impact of environmental management system (EMS) certification towards firms' performance in Malaysia. .» *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 17(1) , 2006: 73-93.

Eriksson, O., Reich, M. C., Frostell, B., Björklund, A., Assefa, G., Sundqvist, J. O., ... & Thyselius, L.(2005). «Municipal solid waste management from a systems perspective.» *Journal of Cleaner Production*, 13(3), 2005: 241-252.

Fagateanu, A. M., Nicolaescu, S. Ş., & Kifor, C. V. (2015). «Analyse And Graphical Representation On Implementation Of New ISO/DIS 14001: 2015 Revision In Automotive Industry. .» *ACTA Universitatis Cibiniensis*, 2015: 67(1), 205-209.

Finlayson-Pitts, B. J., & Pitts, J. N. (1997). «Tropospheric air pollution: ozone, airborne toxics, polycyclic aromatic hydrocarbons, and particles. .» *Science*, 276(5315), 1997: 1045-1051.

Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., .& Helkowski, J. H. (2005). «Global consequences of land use.» *science*, 309(5734), 2005: 570-574.

Fura, B. (2013). «Improving ISO 14001 Environmental management systems. .» *Polish Journal of Environmental Studies*, 22(6), 2013: 1711-1721.

Gao, F., Nie, Z., Wang, Z., Gong, X., & Zuo, T. (2009). «Characterization and normalization factors of abiotic resource depletion for life cycle impact assessment in China. Science in China Series E: .» *Technological Sciences*, 52(1), 2009: 215-222.

Gebauer, G., Giesemann, A., Schulze, E. D., & Jäger, H. J. (1994). «Isotope ratios and concentrations of sulfur and nitrogen in needles and soils of *Picea abies* stands as influenced by atmospheric deposition of sulfur and nitrogen compounds. .» *Plant and Soil*, 164(2), 1994: 267-281.

GES.A.P. S.p.A. (2012). «PROGETTO DI RIMODULAZIONE (aree land side) DEL MASTERPLAN AEROPORTUALE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE.» *Quadro di riferimento progettuale*. Palermo, PA, 1 2012.

GES.A.P. S.p.A. (2008). «Sviluppo di un Sistema di Gestione Ambientale secondo lo standard ISO14001:2004 .» *ANALISI AMBIENTALE* . A cura di Luca Magagnini, Marta Nardella, Francesca Piccini – GSQ Diego Marazza, Ilaria Manganelli, Devarghes Savelli – CIRSA Elisa Ulazzi. Ravenna, RA, 15 12 2008.

GESAP. (2012). «PROGETTO DI RIMODULAZIONE (aree land side) DEL MASTERPLAN AEROPORTUALE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE .» *Quadro di riferimento progettuale* . Palermo, PA, 1 2012.

Glavič, P. and Lukman, R. (2007). «Review of sustainability terms and their definitions.» *Journal of Cleaner Production*, 15 (18), 2007: 1875 – 1885.

Houghton, J. (2009). *Global warming: the complete briefing*. Cambridge University Press.

ISO (2004) «14001: 2004. Environmental management systems-Requirements with guidance for use (ISO 14001: 2004).» 2004.

Jenkin, M. E., Saunders, S. M., & Pilling, M. J. (1997). «The tropospheric degradation of volatile organic compounds: a protocol for mechanism development. .» *Atmospheric Environment*, 31(1), 1997: 81-104.

Johnson, C. N. (2002). «The benefits fo PDCA.» *Quality Progress*, 35(5),: 120.

Kendall, M.G.(1955). «Rank Correlation Methods.» *Charles Griffin e co*.

Kerr, J. B., & McElroy, C. T. (1993). «Evidence for large upward trends of ultraviolet-B radiation linked to ozone depletion.» *Science*, 262(5136), 1993: 1032-1034.

Lanza, A. (2006). «Lo sviluppo sostenibile.» *Il mulino*, 2006.

Lee, G. F. (1973). «Role of phosphorus in eutrophication and diffuse source control.» *Water Research*, 7(1), 1973: 111-128.

Leonard, B. (2011). *Solid waste management and greenhouse gases: a life-cycle assessment of emissions and sinks*. DIANE Publishing, 2011.

Liu, K. F. R., Ko, C. Y., Fan, C., & Chen, C. W. (2012). «Combining risk assessment, life cycle assessment, and multi-criteria decision analysis to estimate environmental aspects in environmental management system. .» *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17(7), 2012: 845-862.

Marazza, D., Bandini, V., & Contin, A. (2010). «Ranking environmental aspects in environmental management systems: A new method tested on local authorities. .» *Environment international*, 36(2), 2010: 168-179.

Martens, P.(2014). *Health and climate change: modelling the impacts of global warming and ozone depletion*. Routledge, 2014.

Moreno, A. I., Arnáiz, N., Font, R., & Carratalá, A. (2014). «Chemical characterization of emissions from a municipal solid waste treatment plant. .» *Waste Management*, 34(11), 2014: 2393-2399.

N.J. ANDERSON, B. RIPPEY. (1994). «Monitoring lake recovery from point- source eutrophication: the use of diatom- inferred epilimnetic total phosphorus and sediment chemistry.» *Freshwater Biology*, 32(3), 1994: 625-639.

Park, C. (2013). *Acid Rain (Routledge Revivals): Rhetoric and Reality*. Routledge.

Peischl, J., Ryerson, T. B., Brioude, J., Aikin, K. C., Andrews, A. E., Atlas, E., ... & Frost, G. J. (2013). «Quantifying sources of methane using light alkanes in the Los Angeles basin, California.» *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(10), 2013: 4974-4990.

Pelletier, N., Allacker, K., Pant, R., & Manfredi, S. (2014). «The European Commission Organisation Environmental Footprint method: comparison with other methods, and rationales for key requirements. .» *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(2), 2014: 387-404.

Pereira-Moliner, J., Claver-Cortés, E., Molina-Azorín, J.F., Tari, J.J. (2012). «Quality management, environmental management and firm performance: direct and mediating effects in the hotel industry.» *J. Clean. Prod.*37,, 2012: 82e92.

Poder, T. (2006). «Evaluation of environmental aspects significance in ISO 14001.» *Environmental Management*, 37(5), 2006: 732-743.

Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste. (2008). «Programma di sviluppo rurale Sicilia 2007/2013.».

Riebesell, U. (2008). «Climate change: Acid test for marine biodiversity.» *Nature Reports Climate Change*, 2008: 46-47.

Rockstrom, J., W. Steffen, K. Noone, A. Persson, F. S. Chapin, III, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sorlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, and J. Foley. (2009). «Planetary boundaries:exploring the safe operating space for humanity.» *Ecology and Society* 14(2): 32, 2009: 4(2): 32.

Simon, A., Bernardo, M., Karapetrovic, S., Casadesús, M. (2011). «Integration of standardized environmental and quality management systems audits.» *Journal of Cleaner Production* 19(17), 2011: 2057-2065.

Sleeswijk, A. W., van Oers, L. F., Guinée, J. B., Struijs, J., & Huijbregts, M. A. (2008). «Normalisation in product life cycle assessment: An LCA of the global and European economic systems in the year 2000.» *Science of the total environment*, 390(1) (2008): 227-240.

Smith, V. H., Tilman, G. D., & Nekola, J. C. (1999). «Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems.» *Environmental pollution*, 100(1), 1999: 179-196.

Solomon, S. (1999). «Stratospheric ozone depletion: A review of concepts and history.» *S REVIEWS OF GEOPHYSICS-RICHMOND VIRGINIA THEN WASHINGTON-*, 37, 1999: 275-316.

Solomon, S., Garcia, R. R., Rowland, F. S., & Wuebbles, D. J.(1986). «On the depletion of Antarctic ozone. » *Nature*, 321(6072), 1986: 755-758.

- Spath, P. L., & Mann, M. K. (2000). «Life cycle assessment of a natural gas combined-cycle power generation system. .» *Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory.*, 2000.
- Spray, S. L., & McGlothlin, K. L. (2003). *Loss of biodiversity*. Rowman & Littlefield, 2003.
- Steen, B. A. (2006). «Abiotic resource depletion different perceptions of the problem with mineral deposits. .» *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 11(1), 2006: 49-54.
- Stranddorf, H. K., Hoffmann, L., & Schmidt, A. (2003). «LCA technical report: Impact categories, normalisation and weighting in LCA. Update on selected EDIP97-data.».
- Ulén, B., Bechmann, M., Fölster, J., Jarvie, H. P., & Tunney, H. (2007). «Agriculture as a phosphorus source for eutrophication in the north- west European countries, Norway, Sweden, United Kingdom and Ireland: a review. .» *Soil Use and Management*, 23(s1), 2007: 5-15.
- U.N.S.C.E.A.R. (1996). «Sources and effects of ionizing radiation.» *UNSCEAR 1996 report to the General Assembly, with scientific annex.*, 1996.
- Ustohalova, V., Ricken, T., & Widmann, R.(2006). «Estimation of landfill emission lifespan using process oriented modeling.» *Waste management*, 26(4), 2006: 442-450.
- WCED (1987). «Our common future.» *World Commission on Environment and Development*Oxford University Press., 1987.
- Yellishetty, M., Mudd, G. M., & Ranjith, P. G. (2011). «The steel industry, abiotic resource depletion and life cycle assessment: a real or perceived issue?. .» *Journal of Cleaner Production*, 19(1), 2011: 78-90.

SITOGRAFIA

ACCREDIA. <https://www.accredia.it>.

https://www.accredia.it/context.jsp?ID_LINK=1231&area=6 (consultato il giorno 12 13, 2015).

ANSA. «www.ansa.it.» 16 06 2013.

http://www.ansa.it/web/notizie/rubriche/economia/2013/06/16/Italiani-mangiano-meno-cala-peso-medio_8878563.html (consultato il giorno 10 10, 2015).

ARPA ER. 1 2 2016.

http://www.arpa.emr.it/dettaglio_generale.asp?id=3013&idlivello=1679 (consultato il giorno 2 2, 2016).

ARPAT. «www.arpat.toscana.it.» <http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/monitoraggio/inquinanti-monitorati/pm2-5> (consultato il giorno 1 17, 2016).

Autorità per la vigilanza sui contratti pubblici di lavori, servizi e forniture. La gestione aeroportuale. 2013.

<http://www.anticorruzione.it/portal/rest/jcr/repository/collaboration/Digital%20Assets/Pdf/La%20Gestione%20Aeroportuale.pdf> (consultato il giorno 11 5, 2015).

Chiarini & Associati srl. *Chiarini & Associati srl*. <http://www.qualityi.it/lca.htm> (consultato il giorno 12 8, 2015).

Andrea Contin, Diego Marazza, Ilaria Manganelli. «EMRG.» 2008 04 2008.

http://www.emrg.it/Lezioni_Gestione_Ambientale/GESAP_161208_P2_I_1_rev_3.pdf (consultato il giorno 9 20, 2015).

Dipartimento dei vigili del fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile direzione centrale per la formazione. 2005.

<file:///Users/alessandrointile/Desktop/TESI/aeroporto/manuale-di-formazione-aeroportuale.pdf> (consultato il giorno 11 6, 2015).

Regione Emilia-Romagna,. 2000.

https://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiO09HQ35LKAhWGXBQKH5DCmcQFgghMAA&url=http%3A%2F%2Fambiente.regione.emilia-romagna.it%2Fentra-in-regione%2Falleghati%2Fpiano.pdf%2Fdownload%2Ffile%2Fpiano.pdf&usg=AFQjCNHzpkGCyo0LSfmosk2QkaPcGcQOhg&sig2=_DRXIP13W_oDTet8wPIP0g (consultato il giorno 12 4, 2015).

ENAC - Ente Nazionale per l'Aviazione Civile. «minambiente.»

<http://www.va.minambiente.it/>. 14 06 2012. <http://www.va.minambiente.it/en-GB/Oggetti/MetadatoDocumento/58058> (consultato il giorno 12 10, 2015).

ENAC. «<http://www.enac.gov.it/>» 2014.

http://www.enac.gov.it/repository/ContentManagement/information/P1826179810/Dati_di_traffico_2014_150518.pdf (consultato il giorno 12 22, 2015).

ENAC —. «www.enac.gov.it/» 2014.

http://www.enac.gov.it/repository/ContentManagement/information/P1826179810/Dati_di_traffico_2014_150518.pdf (consultato il giorno 11 5, 2015).

European Commission. 17 09 2015.

http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/organisation_footprint.htm (consultato il giorno 10 10, 2015).

European Commission-Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability . November 2011 . <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Recommendation-of-methods-for-LCIA-def.pdf> (consultato il giorno 1 7, 2016).

ISO/IEC. 2015. http://www.iso.org/iso/annex_sl_excerpt_-_2015__6th_edition_-_hls_and_guidance_only.pdf (consultato il giorno 12 10, 2015).

ISO/TC 207/TC 1. «<http://www.iso.org/>» <http://www.iso.org/>. 02 luglio 2014.

http://www.iso.org/iso/1n1000_iso_14001_revision_information_note_update_july2014.pdf (consultato il giorno 12 10, 2015).

ISPRA. <http://www.isprambiente.gov.it>. <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/mercato-verde/life-cycle-assessment-lca> (consultato il giorno 12 14, 2015).

ISTAT. «Ambiente ed energia.» 2014.—. *ISTAT*. 2015.

<http://www.istat.it/it/strumenti/definizioni-e-classificazioni/ateco-2007> (consultato il giorno 12 13, 2015).

Comune di modena,. «www.comune.modena.it.»

<http://www.comune.modena.it/ambiente/documenti/progetti/energia-e-ambiente/poteri-calorifici-e-fattori-di-conversione> (consultato il giorno 11 15, 2015).

Roberto Cavallo, Enzo Favoino, Luca Mercalli, Federica Stupino. «Rifiuti e cambiamento climatico: dallo smaltimento corretto alla prevenzione Il protocollo di Kyoto e gli obiettivi di riduzione delle emissioni.» *cooperica*. 2008.

<http://www.cooperica.it/pubblicazioni/Pubblicazioni%20tecnico-scientifiche/Rifiuti%20e%20cambiamento%20climatico.pdf> (consultato il giorno 1 5, 2016).

thinkstep. «<https://www.thinkstep.com/>.» 2015. <http://www.gabi-software.com/databases/gabi-databases/professional/> (consultato il giorno 12 12, 2015).

wikipedia. *wikipedia*. 17 4 2007.

https://it.wikipedia.org/wiki/Sviluppo_sostenibile#/media/File:Sviluppo_sostenibile.svg (consultato il giorno 10 3, 2015).

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio la Prof.ssa Serena Righi per avermi concesso l'opportunità a lavorare a questo progetto innovativo, per la fiducia dimostratami e per l'enorme disponibilità concessami.

Ringrazio l'agenzia ENEA nella persona dell'Ing. Paolo Masoni per la disponibilità manifestata nell'applicare una metodologia in via di sviluppo ad un nuovo contesto e per avermi concesso di frequentare le strutture di ENEA Bologna, esperienza per me utile e costruttiva al fine della mia formazione.

Ringrazio il *Environmental Management Research Group* in particolare Diego Marazza e Marta Quaranta per avermi fornito i materiali indispensabili e soprattutto degli ottimi consigli per la realizzazione di questo lavoro di tesi.

Ringrazio il mio correlatore Dott. Bruno Tomasello, risorsa indispensabile e persona con cui condividere meriti e colpe di questo lavoro, per l'inesauribile pazienza, la simpatia e per i piacevoli incontri per le strade di Ravenna, ricchi di buona musica e balli.

Un doveroso Ringraziamento va al Dott. Pier Luigi Porta per la sua vasta conoscenza della materia, per aver prontamente risposto a qualsiasi mia richiesta con infinita disponibilità e professionalità e per la compagnia nella favolosa mensa ENEA.

Il ringraziamento più grande va alla mia famiglia che mi ha sostenuto e accompagnato in tutte le scelte della mia vita.

Ringrazio e abbraccio i miei colleghi di AGAE e la POPOLAZIONE di via Sant'Agata con cui ho condiviso le fatiche ma soprattutto le soddisfazioni di questi anni, consapevole che seppur dispersi negli angoli più lontani del mondo rimarrete per me la cosa che più si avvicina al concetto di famiglia.