



CARBON FOOTPRINT

“Servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile”

REV. 1

DATA: 24/01/2011

1	24/01/2011				Prima emissione
0	14/01/2011				Documento interno
REV.	DATA	REDATTA	VERIFICATA	APPROVATA	DESCRIZIONE





INDICE

1.1	ASPETTI GENERALI	4
1.1.1	PREMESSA	4
2.1	INQUADRAMENTO NORMATIVO	5
2.1.1	POLITICHE EUROPEE SULLA SOSTENIBILITÀ DEI PRODOTTI	5
2.1.2	LA METODOLOGIA LCA	6
2.1.3	LA CARBON FOOTPRINT	7
2.1.4	METODOLOGIE PER IL CALCOLO E LA COMUNICAZIONE DELLA CARBON FOOTPRINT	9
2.2	CARBON FOOTPRINT NEL SETTORE ACQUE	13
2.2.1.	ESPERIENZE - CARBON FOOTPRINT	13
2.2.2.	ESPERIENZE - LCA	14
2.2.3.	DATABASE	15
2.2.4.	METODOLOGIA	17
3.1	QUANTIFICAZIONE DELLA CARBON FOOTPRINT	18
3.1.1	OBBIETTIVO DELLO STUDIO	18
3.1.2	CAMPO DI APPLICAZIONE DELLO STUDIO	18
4.1.	ANALISI D'INVENTARIO DEL CICLO DI VITA	21
4.1.1.	GENERALITÀ	21
4.2.	CAPTAZIONE ACQUA	21
4.2.1.	PRELIEVO DELL'ACQUA	21
4.2.2.	ACQUISIZIONE DELL'ACQUA DA POZZI/SORGENTI	22
4.2.3.	ACQUISIZIONE DELL'ACQUA DA POTABILIZZATORI/DISSALATORI	22
4.3.	TRATTAMENTO ACQUA	23
4.3.1	POTABILIZZAZIONE ACQUA	23
4.3.2	DISSALAZIONE ACQUA	25
4.4.	adduzione ACQUA	28
4.4.1	ACQUEDOTTI	28
4.4.2	FUNZIONAMENTO, MANUTENZIONE, INFRASTRUTTURE	29
4.5.	RISULTATI DELL'INVENTARIO	31
5.1	VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DEL CICLO DI VITA	35
5.1.1	CATEGORIE D'IMPATTO	35
	Cambiamenti Climatici (GWP): emissione di gas serra	35
	Distruzione della fascia di ozono stratosferico (ODP): emissione di gas lesivi per l'ozono	35
	Formazione di Ossidanti Fotochimici (POCP)	36
	Acidificazione (AP)	36
	Eutrofizzazione (EP)	36
5.1.2	CARBON FOOTPRINT (GWP) ATTIVITÀ SICILIANE	37
5.1.3	CARBON FOOTPRINT CICLO DI VITA	38
5.1.4	CONTRIBUTO POTABILIZZATORI	40
5.1.5	CONTRIBUTO DISSALATORI	41
5.1.6	CONTRIBUTO ACQUEDOTTI	42
6.1	CONCLUSIONI	44



1.1 ASPETTI GENERALI

1.1.1 PREMESSA

La Società Siciliacque S.p.A. ha deciso nel corso dell'anno 2010 di predisporre uno studio di "Carbon Footprint (CF)" come metodologia per l'identificazione e la quantificazione degli emissioni di gas serra del "Servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile".

Lo studio è stato realizzato da docenti universitari del CE.Si.S.P. (Centro Interuniversitario per lo sviluppo della Sostenibilità dei Prodotti).

La Carbon Footprint del servizio in oggetto è stata quantificata, ove non diversamente specificato nel seguito, in conformità a quanto previsto dalla norma **ISO/CD 14067-1 Carbon footprint of products - Part 1: Quantification**.

Lo studio LCA, necessario per quantificare la CF, è stato condotto in accordo con le norme **ISO 14040** e **ISO 14044** seguendo le indicazioni del documento Product Category Rules (PCR - UN CPC code 6921 "Water distribution through mains, except steam and hot water") sviluppato all'interno dell'International EPD® system (www.environdec.com), un'applicazione della norma **ISO 14025**.

SOCIETÀ	
Siciliacque S.p.A.	Sede Legale e Operativa: Via G. di Marzo, 35 - 90145 - PALERMO (PA) Tel: (+39) 091 280.81 Fax: (+39) 091 280.859 E-mail: siciliacque@siciliacquespa.it Web: www.siciliacquespa.it
GRUPPO DI LAVORO STUDIO CF	
Prof. Ing. Adriana Del Borghi Dott.ssa Michela Gallo Ing. Carlo Strazza	Tel: (+39) 010 353.2918 Fax: (+39) 010 353.2586
CE.Si.S.P. - Centro Interuniversitario per lo sviluppo della Sostenibilità dei Prodotti	E-mail: cesisp@cesisp.unige.it Web: www.cesisp.unige.it



2.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO

2.1.1 POLITICHE EUROPEE SULLA SOSTENIBILITÀ DEI PRODOTTI

La rinnovata strategia europea sullo sviluppo sostenibile identifica nella promozione di un consumo e una produzione sostenibile (SCP, Sustainable Consumption and Production) uno degli elementi chiave della sfida per la sostenibilità. Per questo la Commissione UE ha sviluppato un Piano d'azione per la SCP e su una Politica Industriale sostenibile (Sustainable Consumption and Production and Sustainable Industrial Policy (SCP/SIP) Action Plan COM 2008/397), adottato nel dicembre 2008. Questo include una serie di proposte per migliorare le prestazioni ambientali dei prodotti e dei processi ed incoraggiare la loro domanda da parte delle aziende e dei consumatori e si propone di aumentare la quota di mercato mondiale nel campo delle tecnologie ambientali e delle eco-innovazioni.

In particolare, nelle sue conclusioni il Piano ha invitato la Commissione Europea a studiare l'introduzione della Carbon Footprint di prodotti all'interno degli strumenti di etichettatura ambientale. Inoltre, a partire dalle esperienze degli stati membri, il Consiglio ha invitato ad iniziare a lavorare il prima possibile su comuni metodologie volontarie per facilitare la futura costituzione di carbon audits per enti/organizzazioni ed il calcolo della Carbon Footprint di prodotti.

Attualmente in Europa sono già in vigore numerose politiche finalizzate a migliorare la performance energetica e ambientale dei prodotti. La direttiva Ecodesign (EuP)¹ stabilisce una struttura per fissare requisiti di ecodesign per i cosiddetti "energy-using products". Una serie di altre attività si indirizza ad aspetti specifici del ciclo di vita dei prodotti, come il rifiuto. Gli schemi di etichettatura regolati dalla direttiva Energy Labelling², dall'Energy Star Regulation³, dall'Ecolabel Regulation⁴ e da altri schemi sviluppati dagli Stati Membri e da operatori dei settori produttivi ed economici forniscono ai consumatori informazioni sulle performance energetica e ambientale dei prodotti. Incentivi e meccanismi di "public procurement" sono in corso di sviluppo al fine di stimolare migliori performance. Anche l'Energy Star Regulation impone alle autorità istituzioni europee di acquistare beni ed arredi da ufficio in linea con specifici livelli di efficienza energetica.

Il potenziale di queste politiche viene però ostacolato dal fatto che gran parte della legislazione sui prodotti si riferisce solo ad aspetti specifici del ciclo di vita di un prodotto. Sebbene la direttiva Ecodesign sia costruita in ottica life-cycle, l'impatto ambientale degli "energy-using products" coperti attualmente riguarda solo il 31-36% dell'impatto ambientale totale dei prodotti⁵.

¹ Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-using products

² Council Directive 92/75/EEC of 22 September 1992 on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by household appliances.

³ Regulation (EC) No 106/2008 of the European Parliament and of the Council of 15 January 2008 on a Community energy efficiency labelling programme for office equipment.

⁴ Regulation (EC) No 1980/2000 of the European Parliament and of the Council of 17 July 2000 on a revised Community ecolabel award scheme.

⁵ Staff Working Paper SEC (2008) 2110 Impact assessment for recast of Directive 2005/32/EC, Table 3.



L'informazione al consumatore all'interno della normativa europea si è focalizzata sull'efficienza energetica per elettrodomestici e forniture per l'ufficio (direttiva Energy Labelling e Energy Star Programme), o ha coperto solo un limitato numero di prodotti (Ecolabel). Inoltre, spesso le azioni a livello nazionale non vengono sviluppate in maniera coordinata. Da ciò l'esigenza di strumenti sistematici integrati basati su metodologie riconosciute, come l'analisi del ciclo di vita (LCA, Life Cycle assessment).

2.1.2 LA METODOLOGIA LCA

In tema di sostenibilità ambientale, l'Analisi del Ciclo di Vita rappresenta lo strumento ampiamente riconosciuto dalla comunità scientifica per misurare in termini oggettivi i costi ed i benefici di prodotti e servizi. Ampliare l'ottica con la quale si effettua la progettazione, permette di considerare tutti gli aspetti ambientali lungo l'intera filiera produttiva, senza trasferire impatti ambientali da una fase a quelle successive.

La metodologia LCA costituisce infatti un processo oggettivo di valutazione dei carichi ambientali connesso con un prodotto, un processo o un'attività, attraverso l'identificazione e quantificazione dell'energia e dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell'ambiente, per valutarne l'impatto e per valutare le opportunità di miglioramento ambientale. La caratteristica fondamentale di questa tecnica, che segue lo standard ISO 14040, è costituita dal metodo innovativo con cui affronta l'analisi dei sistemi industriali: dall'approccio tipico dell'ingegneria tradizionale, che privilegia lo studio separato dei singoli elementi, si passa ad una visione globale del sistema produttivo, in cui tutti i processi di trasformazione, a partire dall'estrazione delle materie prime fino allo smaltimento dei prodotti a fine vita, sono presi in considerazione.

L'LCA rappresenta un elemento chiave delle politiche UE quali la politica integrata dei prodotti, IPP (COM/2003/0302), la direttiva quadro sui rifiuti (Direttiva 2008/98/CE), il piano d'azione per la produzione e il consumo sostenibili (PCS) e la politica industriale sostenibile (PIS) (COM(2008) 397). Inoltre, le informazioni rese disponibili dall'LCA possono anche sostenere l'elaborazione di politiche pubbliche fornendo criteri di eco-progettazione, contribuendo ad esempio al raggiungimento di obiettivi relativi alle prestazioni nell'ambito del Piano d'azione per le tecnologie ambientali (ETAP - Environmental Technologies Action Plan) adottato dalla Commissione Europea il 28/01/2004. Lo studio dei processi in ottica "life-cycle" consente così di ottenere il quadro globale integrato degli effetti ambientali per effettuare valutazioni comparative tra le diverse strade alternative finalizzate alla riduzione dei potenziali impatti ambientali ed in particolare delle emissioni di gas serra.



2.1.3 LA CARBON FOOTPRINT

L'etichettatura ambientale dei prodotti, intesi come beni o servizi, ha come finalità principale quella di valorizzare le informazioni sul loro impatto nei confronti dell'ambiente, in modo tale da fornire all'utilizzatore o consumatore finale dei criteri di scelta non legati esclusivamente all'aspetto economico. L'informazione contenuta nell'etichetta, da un lato dovrebbe aiutare il consumatore ad orientare la scelta di prodotti e servizi di elevata qualità ambientale e nello stesso tempo incentivare il produttore ad intervenire nei processi di produzione con soluzioni tecniche ed organizzative maggiormente sostenibili. Grazie alla crescente attenzione che i media e le istituzioni hanno riservato al tema dei cambiamenti climatici, uno degli indicatori di maggior interesse per il consumatore è la cosiddetta impronta di carbonio del prodotto o servizio, cioè la quantità di gas serra emessa nei processi di produzione, trasformazione, distribuzione, vendita e fine vita. La Carbon Footprint rappresenta infatti il contributo che le attività umane, i prodotti od i servizi producono sull'effetto serra, espresso in tonnellate di anidride carbonica equivalente (CO_2eq)⁶ lungo il loro ciclo di vita, in relazione ad una definita unità funzionale. Tra i gas a effetto serra sono inclusi: anidride carbonica (CO_2), metano (CH_4), protossido di azoto (N_2O) e altre famiglie di gas tra cui gli idrofluorocarburi (HFC) e gli perfluorocarburi (PFC), sostanze utilizzate per definire il coefficiente di Global Warming Potential (GWP) dal Gruppo Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC).

La Carbon Footprint, focalizzandosi solo sulle emissioni di gas-serra, rappresenta quindi un indicatore sintetico e significativo, che consente ad ogni organizzazione di monitorare l'efficacia e l'efficienza delle politiche di gestione intraprese per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità.

Ad oggi esistono diverse metodologie differenti in corso di sviluppo per il calcolo della Carbon Footprint di prodotti sia in Europa che nel resto del mondo. Alcune di queste iniziative sono finalizzate alla quantificazione della Carbon Footprint all'interno di schemi di etichettatura, mentre altre si focalizzano sui benefici energetici che le aziende possono ottenere dallo sviluppo di tali analisi sui propri prodotti. Tra queste, vengono elencate nel seguito le metodologie maggiormente rappresentative dell'attuale quadro internazionale.

⁶ Indicatore che misura il potenziale di riscaldamento globale (GWP, Global Warming Potential), tenendo conto dell'effetto combinato del tempo di permanenza in atmosfera di ogni gas serra e la relativa efficacia specifica nell'assorbimento della radiazione infrarossa emessa dalla Terra. I GWP sono calcolati dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) e sono utilizzati come fattori di conversione per calcolare le emissioni di tutti i gas serra in emissioni di CO_2 equivalente.



Metodologie	Nazione
PAS 2050	(UK)
GHG Protocol - Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard	(worldwide)
BP X30-323	(France)
ISO/CD 14067 (General title: "Carbon Footprint of products", Part 1:"Quantification", Part 2: "Communication")	(worldwide)
Korea PCF	(Korea)
Carbon Footprint Program	(Japan PCF)
Sustainability consortium	(Wal-Mart)
Carbon index Casino	(France)
Greenext	(Leclerc - France)
Food labelling SE	(Sweden)
Climatop	(Switzerland)

Tabella 1 – Metodologie di CF a livello internazionale

Diverse sono anche le iniziative a livello internazionale che hanno consentito di sviluppare delle politiche di implementazione legate alla quantificazione e riduzione della Carbon Footprint. L'esempio più significativo è il "The Carbon Reduction Label" sviluppato da Carbon Trust nel Regno Unito già a partire dal 2007 ed applicato a diversi prodotti e servizi per attestare l'effettiva riduzione nel tempo della loro impronta ecologica.

Nel seguito solo elencate le politiche di implementazione più significative inerenti la CF ed avviate a livello internazionale.

Politiche di Implementazione	Nazione
Ecocheck	(Belgium)
Ecological Bonus-Malus	(France)
The "Grenelle 2" Act	(France)
The Korean PCF label	(in the frame of the Korean EDP Program) (Korea)
Carbon Label for California	(US)
The Carbon Reduction Label of Carbon Trust	(UK)
Carbon Disclosure Project	(worldwide)
Climate Bonus	(Finland)
Cities for Climate Protection (CCP) Campaign	(USA)
Carbon Tax	(Sweden)
"Japan as a low carbon society"	(Japan)

Tabella 2 – Politiche di implementazione a livello internazionale

Oltre alle metodologie ed alle politiche di implementazione, sono da segnalare anche i numerosi schemi di etichette legate alla quantificazione ed alla compensazione della Carbon Footprint, sviluppati principalmente per fini commerciali. Alcuni esempi sono rappresentati dal certificato "Carbon Free" utilizzato negli Stati Uniti e sviluppato da CarbonFund.org Foundation ed il "CarbonConnect" utilizzato in Canada e sviluppato da CarbonCounted.



In Italia si possono segnalare i marchi NoEffettoSerra di EcoWay, Impatto Zero di Life Gate e Azzero CO₂ di Ambiente Italia. Esperienze analoghe di recente si stanno sviluppando in Svizzera, Spagna e Svezia.

2.1.4 METODOLOGIE PER IL CALCOLO E LA COMUNICAZIONE DELLA CARBON FOOTPRINT

A livello metodologico, i due riferimenti più significativi per la quantificazione e/o la comunicazione della Carbon Footprint sono la cosiddetta PAS 2050 e la norma ISO/CD 14067.

La Publicly Available Specification "**PAS 2050 - Assessing the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services**" rappresenta uno dei primi standard internazionali utilizzati per il calcolo dell'impronta di carbonio nasce in Gran Bretagna su iniziativa del BSI (British Standards Institution), in cooperazione con Carbon Trust e il Dipartimento per l'Ambiente, Alimentazione e Affari Rurali (DEFRA) ed è stato pubblicato nel 2008 come norma. La PAS 2050 definisce i criteri per la valutazione delle emissioni di gas serra derivanti dal ciclo di vita dei prodotti o dei servizi basandosi sulle tecniche e sui principi della valutazione del ciclo di vita (LCA) definite secondo gli standard ISO 14040 e 14044. La PAS valuta solo la categoria d'impatto del riscaldamento globale e non considera altri potenziali impatti ambientali previsti dalla metodologia LCA, né gli impatti economici o sociali. La metodologia prevista dalla PAS si sviluppa attraverso le seguenti fasi:

1. Definizione degli obiettivi, scelta dei prodotti, coinvolgimento dei fornitori. Gli obiettivi possono andare da una valutazione interna delle prestazioni ambientali sulla base delle emissioni di CO₂eq fino alla scelta di realizzare un'azione di comunicazione nei confronti dei clienti o consumatori che tiene conto delle emissioni di gas serra del proprio prodotto o servizio. La scelta dei prodotti o servizi dovrebbe tenere conto delle potenzialità che possono garantire soluzioni tecniche finalizzate alla riduzione delle emissioni nelle varie fasi del ciclo di vita. Il coinvolgimento dei fornitori è di notevole importanza per ottenere dei dati affidabili ed avviene attraverso l'analisi del sito produttivo, la messa a punto di una mappa che ricostruisce il processo di approvvigionamento e uso finale del prodotto e l'utilizzo di schede di raccolta dei dati.
2. Definizione dell'unità funzionale e dei confini del sistema: i due aspetti vengono stabiliti in funzione degli obiettivi; in particolare l'unità funzionale, cioè la prestazione quantificata di un sistema di prodotto per essere utilizzata come differenti; i confini del sistema, che sono spesso uno dei fattori critici del processo, dovrebbero almeno considerare le fasi del ciclo di vita che generano la maggior quota di emissioni.
3. Raccolta dei dati: questa fase deve tener conto della rilevanza, completezza, coerenza, precisione e trasparenza delle informazioni e deve privilegiare i dati primari (raccolti nel sito produttivo, lungo la filiera delle forniture e nel fine vita) rispetto a quelli secondari (da banche dati e da letteratura).



4. Calcolo delle emissioni: è il calcolo delle emissioni di gas serra legate all'utilizzo di risorse (materie prime, combustibili, utilities,...) in base al loro fattore di emissione ($\text{kgCO}_2\text{eq./U.M.}$); inoltre trasforma i gas serra in $\text{CO}_2\text{eq.}$ /attraverso i potenziali di riscaldamento globale pubblicati dall'IPCC.
5. Controllo e validazione dei risultati: in funzione degli obiettivi e del tipo di comunicazione dei risultati, la verifica può essere affidata a un ente terzo oppure può essere divulgata come un'auto-dichiarazione.

La valutazione prevista dalla PAS può essere eseguita:

- da azienda-verso-consumatore (dalla culla alla tomba), che include le emissioni rilevanti derivanti dall'intero ciclo di vita del prodotto;
- da azienda-verso-azienda (dalla culla al cancello), che include le emissioni rilasciate e comprese fino al punto in cui l'input arriva ad una nuova organizzazione (comprese tutte le emissioni a monte).

Tra i requisiti rilevanti, va tenuto presente che:

- la PAS prevede che i dati a supporto della valutazione delle emissioni di gas serra lungo il ciclo di vita devono essere documentati e mantenuti in un registro per l'analisi e la verifica per un tempo maggiore tra un periodo di cinque anni o l'aspettativa di vita del prodotto;
- lo scenario di riferimento per la valutazione delle emissioni è di 100 anni a seguito della formazione del prodotto (GWP100);
- nella valutazione dei gas serra viene considerato l'impatto dello stoccaggio di carbonio nei prodotti, mentre non viene calcolato il peso della CO_2 di origine biogenica (non fossile).

La PAS 2050, utilizzata da organizzazioni di 80 Paesi al mondo, rappresenta quindi oggi una norma standard utile alle imprese per essere maggiormente responsabili e consapevoli delle emissioni di gas serra lungo il ciclo di vita dei propri prodotti e servizi. Nello stesso tempo essa rappresenta uno strumento di comunicazione nei confronti dei clienti e consumatori finali, che possono orientare le proprie scelte di acquisto sulla base di un rilevante fattore di impatto ambientale.

Lo standard che maggiormente interessa l'evoluzione della PAS 2050 è invece rappresentato dalla norma **ISO/CD 14067 "Carbon Footprint of Products"**, in fase di preparazione dagli enti di normazione internazionale. Lo standard è composto di due parti, la prima include i requisiti per le fasi di valutazione e quantificazione delle emissioni di gas serra, mentre la seconda i requisiti per la comunicazione. La prima parte è fondata sulla metodologia LCA (ISO 14044) ed è sostanzialmente analoga a quanto presente nella PAS 2050. L'interesse rilevante connesso a questo standard è legato al processo di comunicazione che, secondo il draft in discussione, si dovrebbe fondare su un processo



di reporting analogo a quello previsto per le Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (EPD, Environmental Product Declarations) regolate dalla norma ISO 14025, ovvero oggettive, confrontabili e credibili. In particolare la ISO 14025 introduce il concetto di PCR (Product Category Rules), ovvero di regole specifiche per effettuare l'LCA su categorie definite di prodotti e servizi che devono essere seguite per garantire la confrontabilità di studi LCA effettuati su tali categorie.

A livello internazionale sono in preparazione e disponibili altri standard per la valutazione delle emissioni di gas serra di prodotti e servizi. Uno di questi è il Greenhouse Gas Protocol (**GHG Protocol**), sviluppato da il World Resources Institute (WRI) ed il World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), e lanciato negli Stati Uniti ad agosto 2008. Lo scopo è quello di fornire alle organizzazioni una metodologia per effettuare un inventario delle emissioni di gas serra. Il protocollo attualmente operativo è finalizzato a calcolare le emissioni dirette di un'organizzazione (Scope 1) e quelle connesse all'acquisito di energia elettrica (Scope 2). Lo standard che viene proposto per valutare le emissioni nel ciclo di vita dei prodotti e nella catena delle forniture (Scope 3) è stato pubblicato nella forma di draft ed è attualmente in fase di consultazione. Il protocollo, che adotta in modo coerente la metodologia di LCA, è finalizzato a valutare le emissioni di gas serra per ogni singolo prodotto o servizio acquistato a livello di "corporate" e che tiene conto degli impatti a monte e a valle delle operazioni aziendali.

La crescente standardizzazione delle procedure di quantificazione e comunicazione esterna della Carbon Footprint consente di superare le perplessità legate all'utilizzo di etichette e marchi non sottoposti a certificazione esterna (auto-dichiarazioni) ed utilizzati principalmente a fini commerciali per divulgare la compensazione delle emissioni delle proprie attività, prodotti, servizi.

Nelle procedure di etichettatura il problema che rappresenta l'aspetto più delicato, messo in luce da diversi stakeholders, è infatti soprattutto la chiarezza nella comunicazione ai consumatori. Argomenti maggiormente critici sollevati nei confronti delle esperienze citate riguardano i seguenti punti:

- Perplessità legate al cosiddetto *green washing*, ovvero l'ingiustificata appropriazione di virtù ambientaliste da parte di aziende, industrie, entità politiche o organizzazioni finalizzata alla creazione di un'immagine positiva di proprie attività o prodotti o di un'immagine mistificatoria per distogliere l'attenzione da proprie responsabilità nei confronti di impatti ambientali negativi.
- Semplificazione della comunicazione sulle emissioni di gas serra, con il rischio di non considerare altri impatti significativi dei prodotti o dei servizi. Per i prodotti alimentari ad esempio il calcolo della sola impronta di carbonio non fornisce al consumatore finale altre importanti informazioni che possono essere legate alla salubrità dell'alimento, alle tecniche di



coltivazione o alla provenienza del prodotto (che possono peraltro comportare una forte variabilità nel calcolo della CO₂eq.).

- La presenza di una varietà di marchi ed etichette di prodotto, rispetto a quelli maggiormente riconosciuti e definiti da regolamenti europei (come l'Ecolabel), potrebbero generare al consumatore confusione e disorientamento, soprattutto quando i parametri di scelta ambientale sono rilevanti per l'acquisto.

Queste osservazioni critiche rappresentano oggetto di dibattito finalizzato a migliorare gli standard a disposizione, non dimenticando però che la nascita e la diffusione certe tipologie di marchi sono dovute ai forti limiti che i sistemi di etichettatura volontaria esistenti hanno evidenziato, in modo particolare in riferimento all'immediatezza della comunicazione nei confronti del consumatore, alla messa in evidenza dell'impatto ambientale più importante per quella specifica categoria di prodotto, alla risposta non sempre efficace che i marchi ambientali di prodotto hanno generato negli orientamenti di scelta dei clienti e consumatori verso prodotti e servizi verdi.

Dall'analisi del quadro attuale, si possono trarre le seguenti conclusioni:

- Le metodologie specifiche per il calcolo della Carbon Footprint sono alquanto recenti e nessuna di queste è stata al momento sufficientemente sperimentata su tutte le categorie di prodotto per poter concludere sulla sua implementazione su larga scala.
- I sistemi attuali non sono ancora abbastanza maturi per implementare uno schema obbligatorio basato su un approccio di CF. Esiste la necessità di definire regole metodologiche appropriate e comunemente accettate che forniscano il giusto equilibrio tra robustezza e complessità/costo di implementazione per gli utilizzatori, permettendo scelte oggettive e consapevoli per il consumatore. Questo può essere raggiunto attraverso lo sviluppo di documenti del tipo PCR (Product Category Rules) specifici.
- Gli schemi europei futuri dovranno considerare la consistenza con le iniziative internazionali esistenti finalizzate all'omogeneizzazione delle metodologie per il calcolo della CF (come la ISO/CD 14067) e prendere in considerazione le esperienze dai loro più maturi predecessori (come la PAS 2050).

2.2 CARBON FOOTPRINT NEL SETTORE ACQUE

Nei paragrafi seguenti è presente un'analisi dello stato dell'arte relativamente all'applicazione della Carbon Footprint (o dell'LCA) alla fornitura di acqua potabile ed alla disponibilità di database e di riferimenti metodologici specifici.

2.2.1. ESPERIENZE - CARBON FOOTPRINT

In **Sudafrica**, è stato realizzato uno studio di carbon footprint relativo alla fornitura di acqua potabile in una municipalità metropolitana (eThekweni – include Durban e le città limitrofe)⁷. Lo studio ha implicato l'applicazione della metodologia LCA alle singole sezioni del sistema acque urbano (raccolta delle acque nei bacini, trattamento, distribuzione e raccolta, trattamento dei liquami e riciclo). Per la fornitura delle acque potabili e il raccordo delle fognature ai clienti non ancora connessi al servizio sono stati considerati e analizzati due diversi scenari (urbano e peri-urbano) e tre diverse opzioni tecnologiche. Nella tabella seguente sono riportati i valori relativi alla situazione esistente, in kg di CO₂ equivalenti considerando una quota del 30% per le perdite relative alla distribuzione di acqua potabile.

Unit	Volume produced (ML)	Impact (kg/kL)	Total impact (kg)
Inanda Dam	52	5.11E-02	2657
Wiggins Waterworks	52	2.19E-01	11 388
Distribution	52	1.39E-01	7228
Collection	24	1.50E-01	3600
Primary treatment	24	1.12E-01	2688
Total			27561

Tabella 3 – Carbon footprint della fornitura di acqua potabile in Sudafrica (kg di CO₂ eq.). Inanda Dam è la denominazione del bacino di raccolta, Wiggins Waterworks quella dell'impianto di trattamento acque prima della distribuzione.

Il River Network ha pubblicato nel 2009 un report intitolato "The Carbon Footprint of Water"⁸, in cui vengono analizzati i consumi energetici e le emissioni di anidride carbonica legati alla fornitura di acqua negli **Stati Uniti**. È stata quindi sviluppata una stima "baseline" dei consumi energetici relativi a queste attività negli Stati Uniti, insieme ad un'analisi comparativa dell'energia contenuta nelle differenti fasi di fornitura ed utilizzo dell'acqua. L'importanza del consumo di energia relativo alla gestione dell'acqua negli Stati Uniti risulta considerevole. Con 521 milioni di kWh, si attesta al 13% del consumo elettrico totale e corrisponde ad una carbon footprint di almeno 290 milioni di tonnellate. Per ciò che concerne in particolare il sistema di fornitura di acqua potabile, la tipologia, la qualità e la

⁷ Friedrich E., Pillay S., Buckley C.A. Carbon footprint analysis for increasing water supply and sanitation in South Africa: a case study. *Journal of Cleaner Production* 2009;17: 1-12.

⁸ Griffiths-Sattenspiel B., Wilson W. *The Carbon Footprint of Water*. Report funded by The Energy Foundation. Published by © River Network, May, 2009.

posizione sono i fattori primari che influenzano il consumo energetico. Altri importanti fattori includono le perdite del sistema, l'efficienza delle pompe e le caratteristiche spaziali e topografiche del sistema di distribuzione. In generale, l'energia richiesta dalla maggior parte dei servizi per il trattamento e distribuzione di acqua potabile variano da 250 kWh/MG⁹ a 3500 kWh/MG. La movimentazione richiede un alto dispendio energetico, e i costi del pompaggio sono collegati all'altezza a cui l'acqua deve essere sollevata. In Tabella 5 vengono riportati alcune stime generiche della richiesta energetica per il servizio di fornitura a seconda della provenienza dell'acqua.

Source Types	Energy Intensity (kWh/MG)
Surface Water (Gravity Fed)	0
Groundwater	2000
Brackish Groundwater	3200
Desalinated Seawater	13800
Recycled Water	1100

Tabella 4 - Richiesta energetica per il servizio di fornitura dell'acqua

Nel panorama internazionale si possono registrare anche alcune recenti iniziative private, come quella dell'azienda di distribuzione acque **Maynilad¹⁰ (Philippines)**, che ha lanciato nel 2010 un progetto denominato Greenhouse Gases and Air Emissions Inventory Development Project, in partnership con Philippine Business for the Environment (PBE) e Clean Air Initiatives for Asian Cities (o CAI Asia). Il progetto consentirà a Maynilad di quantificare la propria Carbon Footprint. Identificando i propri dati "baseline" di emissioni di GHG, l'azienda potrà fissare obiettivi di riduzione precisi ed avanzare una proposta di progetto per crediti di CO₂ con un CDM (Clean Development Mechanism).

2.2.2. ESPERIENZE - LCA

Nel 2007 una review sull'uso delle tecniche di LCA all'interno dell'industria delle acque è stata svolta a livello internazionale da Friedrich et al.¹¹. Lo studio ha evidenziato che negli LCA del trattamento acque (potabili e reflue) la maggior parte degli impatti ambientali è imputabile all'uso di energia, nella maggior parte dei casi, energia elettrica. Ad esempio, per quanto riguarda la produzione e distribuzione di acqua potabile, uno studio di Raluy et al.¹² ha utilizzato l'LCA per confrontare tre diverse tecnologie di dissalazione (osmosi inversa, dissalazione multi-effetto e flash multi-stadio); per ciascuna opzione tecnologica la fase d'uso è risultata essere quella più impattante, legata ai relativi consumi energetici.

⁹ MG = milioni di galloni

¹⁰ <http://www.mayniladwater.com.ph/>

¹¹ Friedrich E., Pillay S., Buckley C.A. The use of LCA in the water industry and the case for an environmental performance indicator. *WaterSA* 2007;33(4): 443-51.

¹² Raluy G. R., Serra L., Uche J. Life Cycle Assessment of Water Production Technologies – Part 1: Life Cycle Assessment of Different Commercial Desalination Technologies. *Int. J. LCA* 2005;10(4): 285-293.



Un altro studio LCA per la fornitura di acqua potabile è stato sviluppato da Strokes e Horwath¹³, che hanno utilizzato un approccio ibrido combinando elementi di processo ed economici per confrontare tre diverse alternative: importare, riciclare e dissalare acque nella California settentrionale e meridionale; per ciascuna sorgente e caso studio gli autori hanno rilevato che la fase d'uso rappresenta il maggior consumo energetico per l'intero ciclo di vita.

2.2.3. DATABASE

A livello di LCI (Life Cycle Inventory), il database Ecoinvent v2.0¹⁴ contiene uno specifico dataset per la fornitura di acqua potabile relativamente ad Europa e Svizzera.

Per le infrastrutture, la maggior parte dei dati provengono direttamente da un'analisi effettuata a Marin (NE) in Svizzera¹⁵, accompagnati da assunzioni proprie per il trasporto di materiali, consumi energetici per le opere civili e smaltimento dei materiali.

I relativi dati di processo sono riportati nella tabella seguente.

¹³ Strokes J., Horvath A. Life Cycle Energy Assessment of Alternative Water Supply. Int. J. LCA 2006;11(5): 335-343.

¹⁴ Althaus H.-J., Chudacoff M., Hischier R., Jungbluth N., Osses M. and Primas A. (2007) Life Cycle Inventories of Chemicals. ecoinvent report No. 8, v2.0. EMPA Dübendorf, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, from www.ecoinvent.org.

¹⁵ Crettaz P., Jolliet O., Cuanillon J.-M. and Orlando S. (1998) Analyse du cycle de l'eau et récupération de l'eau pluviale. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Laboratoire de Gestion des Ecosystèmes (GECOS), Groupe du Développement Durable, Lausanne, CH.

	Name	Location	Infrastructure	Process	Unit	water supply network	pump station	water storage	water works	Uncertainty StandardID evaluation95	GeneralComment
						CH 1 km	CH 1 unit	CH 1 unit	CH 1 unit		
resource	Occupation, Industrial area	-	-	-	m2a	0	4.38E+4	1.75E+5	7.00E+5	1 1.77	(5,na,1,1,1,na); Rough estimation for 70a life time
	Transformation, from unknown	-	-	-	m2	0	6.25E+2	2.50E+3	1.00E+4	1 2.23	(5,na,1,1,1,na); Rough estimation
	Transformation, to Industrial area	-	-	-	m2	0	6.25E+2	2.50E+3	1.00E+4	1 2.23	(5,na,1,1,1,na); Rough estimation
technosphere	cast iron, at plant	RER	0	kg	2.13E+4	4.49E+3	0	1.82E+4	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	pig iron, at plant	GLO	0	kg	0	0	0	5.10E+2	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	brass, at plant	CH	0	kg	2.18E+0	6.30E-1	0	1.90E+0	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	bronze, at plant	CH	0	kg	0	1.05E+0	0	3.20E+0	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	aluminium, production mix, at plant	RER	0	kg	0	1.10E+1	0	1.12E+1	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	chromium steel 18/8, at plant	RER	0	kg	1.23E+1	0	0	0	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	reinforcing steel, at plant	RER	0	kg	0	1.80E+4	6.27E+4	8.11E+4	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	steel, low-alloyed, at plant	RER	0	kg	0	3.22E+3	4.54E+3	2.55E+4	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	copper, at regional storage	RER	0	kg	0	8.61E+2	0	2.75E+3	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	zinc, primary, at regional storage	RER	0	kg	1.47E+2	0	0	1.02E+3	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	bitumen sealing, at plant	RER	0	kg	5.35E+2	0	0	0	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	synthetic rubber, at plant	RER	0	kg	3.31E+1	4.20E-1	0	1.30E+0	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	polyvinylchloride, bulk polymerised, at plant	RER	0	kg	0	1.16E+3	0	2.56E+3	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	polyurethane, rigid foam, at plant	RER	0	kg	5.35E+2	0	0	0	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	tetrafluoroethylene, at plant	RER	0	kg	5.94E-2	0	0	0	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	flat glass, coated, at plant	RER	0	kg	0	3.23E+2	0	2.64E+1	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	cement, unspecified, at plant	CH	0	kg	0	5.28E+4	0	0	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	brick, at plant	RER	0	kg	0	0	0	1.35E+5	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	silica sand, at plant	DE	0	kg	0	0	0	2.09E+5	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	expanded vermiculite, at plant	CH	0	kg	0	0	0	1.44E+4	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	concrete, normal, at plant	CH	0	m3	0	2.27E+2	7.03E+2	1.17E+4	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	poor concrete, at plant	CH	0	m3	0	1.61E+1	2.93E+1	0	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Literature
	excavation, hydraulic digger	RER	0	m3	5.45E+3	0	0	0	0	1 1.41	(3,5,3,1,3,5); Rough estimation with data for class 3 sewer system
	diesel, burned in building machine	GLO	0	MJ	2.94E+4	0	0	0	0	1 1.41	(3,5,3,1,3,5); Rough estimation with data for class 3 sewer system
	transport, lorry 20-28t, fleet average	CH	0	tkm	1.13E+3	1.48E+4	3.56E+4	5.38E+5	0	1 2.09	(4,5,na,na,na,na); Standard distance 50km
	transport, freight, rail	CH	0	tkm	1.35E+4	4.85E+4	4.03E+4	2.94E+5	0	1 2.09	(4,5,na,na,na,na); Standard distance 600km
	disposal, building, bitumen sheet, to final disposal	CH	0	kg	5.35E+2	0	0	0	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Estimation for materials used
	disposal, polyurethane, 0.2% water, to municipal incineration	CH	0	kg	5.35E+2	0	0	0	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Estimation for materials used
	disposal, building, reinforced concrete, to sorting plant	CH	0	kg	0	5.36E+5	1.61E+6	2.57E+7	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Estimation for materials used
	disposal, polyvinylchloride, 0.2% water, to municipal incineration	CH	0	kg	0	1.16E+3	0	2.56E+3	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Estimation for materials used
	disposal, rubber, unspecified, 0% water, to municipal incineration	CH	0	kg	3.31E+1	4.20E-1	0	1.30E+0	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Estimation for materials used
	disposal, plastics, mixture, 15.3% water, to municipal incineration	CH	0	kg	5.94E-2	0	0	0	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Estimation for materials used
	disposal, building, glass pane (in burnable frame), to final disposal	CH	0	kg	0	3.23E+2	0	2.64E+1	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Estimation for materials used
	disposal, building, reinforcement steel, to sorting plant	CH	0	kg	2.13E+4	4.49E+3	0	1.82E+4	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Estimation for materials used
	disposal, building, cement (in concrete) and mortar, to sorting plant	CH	0	kg	0	5.28E+4	0	3.58E+5	0	1 1.22	(2,3,1,1,1,5); Estimation for materials used
life time					a	70	70	70	70		
capacity					m3/70a	4.86E+7	4.86E+7	4.86E+7	8.40E+7		

Tabella 5 – Dati di processo fornitura di acqua potabile (Ecoinvent v.2.0)

I dati che invece riguardano il trattamento sono riportati nella tabella seguente. Questi sono stati estrapolati per la situazioni europea dallo studio svizzero sopra citato e da uno studio tedesco dell'Università di Monaco¹⁶. Il consumo elettrico può essere soggetto ad ampie variazioni a seconda delle tipologie di trattamento utilizzate.

¹⁶ Ebersperger R. (1995) Methodik zur Ermittlung der energieoptimierten Nutzungsdauer von Produkten. Ph.D. thesis. TU München, München, DE.

	Name	Location	Infrastructure	Unit	tap water, at user	tap water, at user	Uncertainty analysis of efficiency	General/Comment	tap water, at user	tap water, at user	tap water, at user
					RER	CH			CH	DE	CH
	Location Infrastructure Process Unit				kg	kg			kg	kg	kg
product	tap water, at user			RER	0	kg	1.00E+0				
	tap water, at user			CH	0	kg	0				
resource, in water	Water, river	-	-	m3	4.78E-4		4.78E-4	1	1.07	(1,3,1,3,1,1); Literature for CH, efficiency 95%	
	Water, lake	-	-	m3	1.91E-4		1.91E-4	1	1.07	(1,3,1,3,1,1); Literature for CH, efficiency 95%	
	Water, well, in ground	-	-	m3	3.83E-4		3.83E-4	1	1.07	(1,3,1,3,1,1); Literature for CH, efficiency 95%	
technosphere	electricity, medium voltage, production			UCTE	0	kWh	3.90E-4	0	1	4.00	Average for Germany and deviation found in CH
	electricity, medium voltage, at grid			CH	0	MWh	0	3.90E-4	1	4.00	Average for Switzerland and deviation found in the country.
	chlorine, liquid, production mix, at plant			RER	0	kg	1.00E-7	1.00E-7	1	1.22	(2,3,1,3,1,5); Literature
	hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant			RER	0	kg	8.80E-7	8.80E-7	1	1.22	(2,3,1,3,1,5); Literature
	ozone, liquid, at plant			RER	0	kg	3.33E-6	3.33E-6	1	1.22	(2,3,1,3,1,5); Literature
	charcoal, at plant			GLO	0	kg	4.17E-6	4.17E-6	1	1.22	(2,3,1,3,1,5); Literature
	aluminium sulphate, powder, at plant			RER	0	kg	6.33E-6	6.33E-6	1	1.22	(2,3,1,3,1,5); Literature, approximation for WAC (aluminium polychlorid)
	water supply network			CH	1	km	3.14E-10	3.14E-10	1	3.05	(2,3,1,3,1,5); Average for Switzerland
	pump station			CH	1	unit	2.06E-11	2.06E-11	1	3.05	(2,3,1,3,1,5); Literature
	water storage			CH	1	unit	2.06E-11	2.06E-11	1	3.05	(2,3,1,3,1,5); Literature
	water works			CH	1	unit	1.19E-11	1.19E-11	1	3.05	(2,3,1,3,1,5); Literature
	disposal, wood untreated, 20% water, to municipal incineration			CH	0	kg	4.17E-6	4.17E-6	1	1.22	(2,3,1,3,1,5); charcoal disposal
	treatment, sewage, unpolluted, to wastewater treatment, class 3			CH	0	m3	5.00E-6	5.00E-6	1	1.57	(5,3,1,3,1,5); Rough estimation for efficiency
	transport, freight, rail			RER	0	tkm	8.89E-6	8.89E-6	1	2.09	(4,5,na,na,na,na); Standard distance 600km
	transport, lorry 32t			RER	0	tkm	1.48E-6	1.48E-6	1	2.09	(4,5,na,na,na,na); Standard distance 100km
emission air, high population density	Heat, waste	-	-	MJ	1.40E-3		1.40E-3	1	1.22	(2,3,1,3,1,5); Literature	
emission water,	Aluminium	-	-	kg	1.29E-6		1.29E-6	1	1.77	(5,na,1,1,1,na); Estimation for chemical (WAC)	
	Chlorine	-	-	kg	1.00E-7		1.00E-7	1	1.77	(5,na,1,1,1,na); Estimation for chemical (Cl2) use	
	Chloride	-	-	kg	5.04E-6		5.04E-6	1	1.77	(5,na,1,1,1,na); Estimation for chemical (WAC)	
efficiency							95%	95%			
source											www.n (Ebers (Cretta euwelle pergerl z et al. rag.ch 996) 1995)

Tabella 6 - Dati di potabilizzazione acqua (Ecoinvent v.2.0)

2.2.4. METODOLOGIA

A livello metodologico, all'interno dell'International EPD® system è in corso di preparazione un documento Product Category Rules (PCR) per l'ottenimento di una Etichetta di Tipo III (EPD, Dichiarazione Ambientale di Prodotto) per il servizio di distribuzione acque tramite tubazioni (UN CPC code 6921). Attualmente è disponibile solo una bozza del documento¹⁷, sviluppata da ERVET (Emilia-Romagna Valorizzazione Economica Territorio SpA). Questo documento contiene il set di regole per la redazione dello studio LCA completo per lo sviluppo di un'etichetta ambientale di tipo III (ISO 14025). Al suo interno, vengono quindi definiti unità funzionale (1 m³ di acqua addotta), i confini del sistema, regole di allocazione e di calcolo per l'LCA.

¹⁷ <http://www.environdec.com/pageID.asp?id=131&menu=3,7,0&pcrId=282>



3.1 QUANTIFICAZIONE DELLA CARBON FOOTPRINT

La quantificazione della carbon footprint è stata effettuata in accordo con la norma internazionale ISO/CD 14067 "Carbon Footprint of Products", utilizzando la norma ISO 14040 come base metodologica per lo studio.

3.1.1 OBIETTIVO DELLO STUDIO

L'obiettivo dello studio è quello di valutare le emissioni di gas serra totali (GHG) associabili al ciclo di vita del **servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile**.

3.1.2 CAMPO DI APPLICAZIONE DELLO STUDIO

Funzioni e unità funzionale

Funzione del sistema che si vuole studiare è il servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile nella rete afferente a Siciliacque S.p.A..

La rete considerata nello studio è la seguente:

- 13 **sistemi acquedottistici** (Alcantara, Ancipa, Blufi, Casale, Dissalata Gela – Aragona, Dissalata Nubia, Fanaco – Madonie Ovest, Favara di Burgio, Garcia, Madonie Est, Montescuro Est, Montescuro Ovest e Vittoria – Gela)
- 1.764 km di **rete di adduzione**
- 66 **impianti di sollevamento**
- 7 **invasi artificiali**: Ancipa (gestione Enel Green Power), Disueri (gestione Consorzio Di Bonifica 5 Gela), Fanaco (gestione Siciliacque), Garcia (gestione Consorzio Di Bonifica 3 Agrigento), Leone (gestione Siciliacque), Prizzi (gestione Enel Green Power), Ragoletto (gestione Raffinerie Gela)
- 8 campi **pozzi** e 11 **gruppi sorgenti**
- 6 **impianti di potabilizzazione**: Blufi (fiume Imera meridionale), Troina (invaso Ancipa), Piano Amata (invasi Fanaco, Leone e Raja Prizzi), Sambuca (invaso Garcia), Quota 905 (fiume Imera), Gela (invasi Ragoletto e Disueri)
- 3 **impianti di dissalazione** di acqua marina: Gela (gestione Raffinerie Gela), Porto Empedocle, Trapani (gestione Siciliacque).

L'unità funzionale è rappresentata da 1 m³ di acqua addotta

Ove non diversamente specificato, i dati raccolti si riferiscono all'anno **2009**.

Nella figure seguenti sono riportati i principali acquedotti ed impianti in Sicilia.



Figura 1 – Sistema degli acquedotti in Sicilia

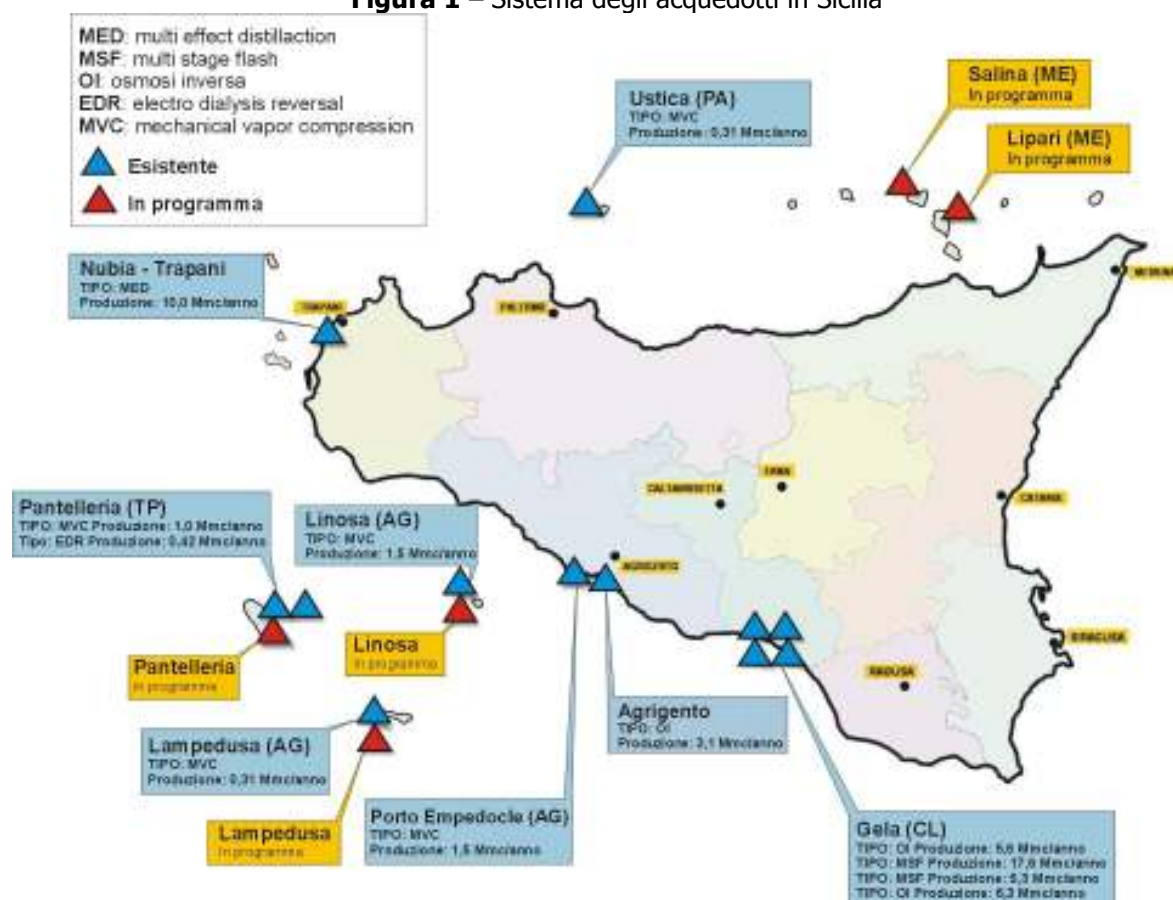


Figura 2 – Principali impianti di dissalazione in Sicilia

Confini del sistema

Sia PAS 2050 che ISO 14067 indicano che se esistono documenti Product Category Rules (PCR), sviluppati secondo ISO 14025 e rilevanti per il prodotto o servizio considerato, i confini del sistema specificati nel PCR dovranno essere adottati per lo studio.

I confini del sistema sono definiti in accordo alla bozza di PCR in corso di sviluppo all'interno dell'International EPD® System e sono rappresentati nella figura seguente.

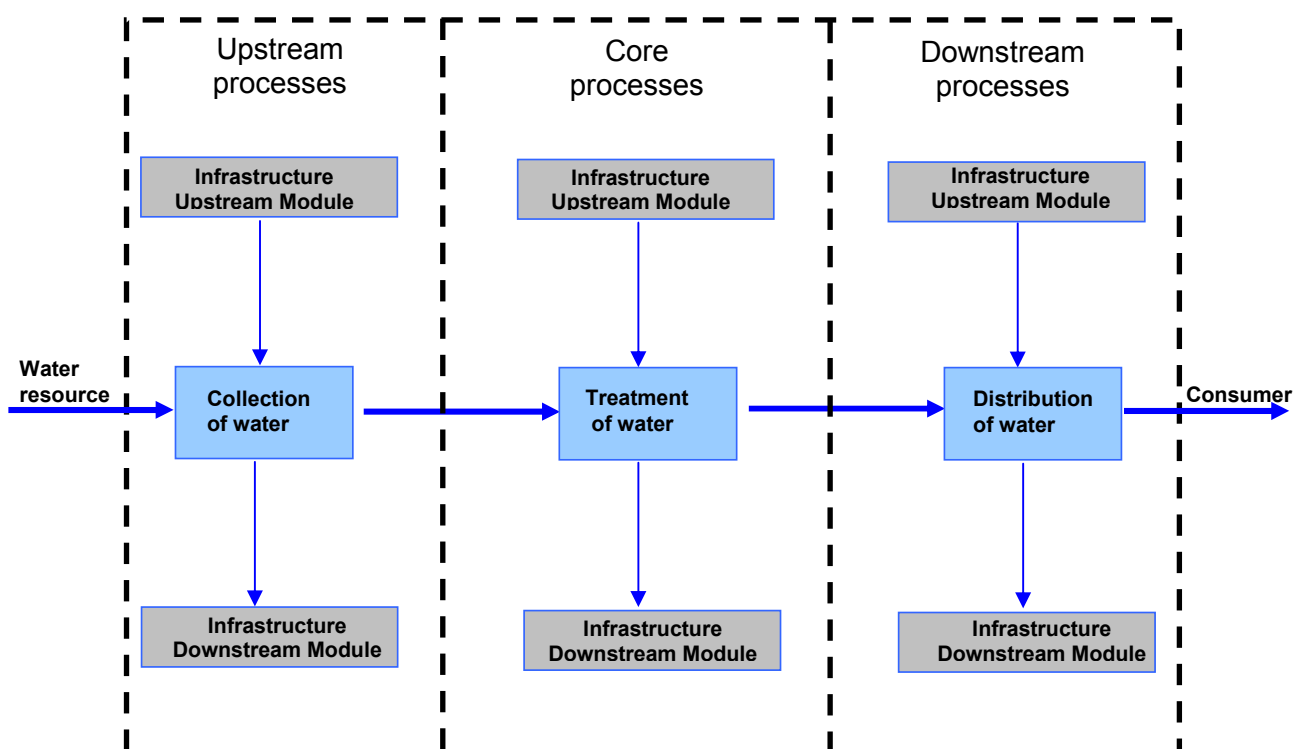


Figura 3 – Confini del sistema (Fonte: draft version PCR - UN CPC code 6921 "Water distribution through mains, except steam and hot water")

Nel presente studio, i confini del sistema considerati comprendono le seguenti fasi del ciclo di vita:

1. CAPTAZIONE ACQUA (Up-stream processes)

- Acquisizione dell'acqua da pozzi/sorgenti
- Acquisizione dell'acqua da invasi/fiumi
- Acquisizione dell'acqua di mare

2. TRATTAMENTO ACQUA (Core processes)

- Potabilizzazione acqua
- Dissalazione acqua

3. ADDUZIONE ACQUA (Down-stream processes)

- Perdite associate all'adduzione di acqua attraverso gli acquedotti.
- Funzionamento, manutenzione ed infrastrutture della rete di adduzione.



4.1. ANALISI D'INVENTARIO DEL CICLO DI VITA

4.1.1. GENERALITÀ

L'analisi d'inventario comprende la **raccolta dei dati** ed i **procedimenti di calcolo** che consentono di quantificare i flussi in entrata ed in uscita di un sistema di prodotto. Questi flussi in entrata e in uscita possono comprendere l'utilizzo di risorse e i rilasci nell'aria, nell'acqua e nel terreno associati al sistema. Partendo da questi dati, si possono ricavare delle interpretazioni, in relazione agli obiettivi ed al campo di applicazione dell'LCA. Questi dati costituiscono anche la base per la valutazione dell'impatto del ciclo di vita.

4.2. CAPTAZIONE ACQUA

4.2.1. PRELIEVO DELL'ACQUA

Nel seguito sono riportati i dati relativi al prelievo totale 2009.

Acqua prelevata totale 2009	93.350.092 m³	
	m³	m³ / m³
Acqua da potabilizzatori	45.542.726	0,4879
Acqua da dissalatori	12.694.688	0,1360
Acqua da pozzi/sorgenti	35.112.678	0,3761

Tabella 7 – Suddivisione prelievi tra potabilizzatori/dissalatori e pozzi/sorgenti

Nello studio di CF, tutti i dati raccolti devono essere riferiti al m³ di acqua addotta. Nel seguito sono riportati i dati relativi al 2009.

Acqua addotta totale 2009	77.254.041 m³	
ACQUA ADDOTTA (1m³)	1,2084	Acqua immessa in rete (1m³)
ACQUA IMMESSA IN RETE		
	m³	m³ / m³
Acqua da potabilizzatori	37.689.943	0,4879
Acqua da dissalatori	10.505.785	0,1360
Acqua da pozzi/sorgenti	29.058.314	0,3761
		100%

Tabella 8 – Suddivisione acqua addotta tra potabilizzatori/dissalatori e pozzi/sorgenti



La suddivisione dell'acqua prelevata tra potabilizzatori, dissalatori e pozzi/sorgenti è stata ricavata ripartendo le perdite (date dal rapporto tra l'acqua addotta e prelevata totale nell'anno) percentualmente sull'acqua da potabilizzatori, da dissalatori e da pozzi/sorgenti.

4.2.2. ACQUISIZIONE DELL'ACQUA DA POZZI/SORGENTI

Relativamente a questa fase, i dati raccolti si riferiscono al consumo elettrico delle pompe per il prelievo dell'acqua (**35.112.678 m³**). I dati 2009 sono riassunti nella tabella seguente.

Utenze	u.m.	
	kWh	
POZZI – Utenze maggiori		
Pozzi C.da "Moio Alcantara"	177.797	
Sollevamento Pozzi Favara	1.803.604	
Pozzo Callisi	1.032.145	
Sollevamento Pozzi Feudotto	960.554	
Sollevamento Pozzi Giardinello	615.675	
	6.147.936	
POZZI – Utenze minori	kWh	kWh/m³ trattati
C.da Staglio - pozzi 7 e 8 [216816]	69.013	
C.da Staglio - pozzo 12 [216760]	0	
C.da Staglio - pozzo 9 (bt)	324.600	
C.da Staglio - pozzo 10 (bt) [934232712]	101.522	
C.da Staglio - pozzo 11 (bt) [642 966 600]	24.287	
C.da Staglio - Centrale [216776]	28.959	
Sollevamento Pozzi Favara (Monoraria bt)	809.262	
Pozzo Avola 2	343.549	
	1.701.192	
Totale pozzi	7.849.128	0,2253

Tabella 9 – Consumi relativi al prelievo di acqua da pozzi/sorgenti

4.2.3. ACQUISIZIONE DELL'ACQUA DA POTABILIZZATORI/DISSALATORI

Relativamente a questa fase, i dati raccolti si riferiscono al consumo elettrico delle pompe per il prelievo dell'acqua dagli invasi/fiumi e dal mare. I dati 2009 sono compresi in quelli relativi al funzionamento degli impianti e riassunti nei paragrafi seguenti.



4.3. TRATTAMENTO ACQUA

4.3.1 POTABILIZZAZIONE ACQUA

Nelle tabelle seguenti sono riportati i dati relativi al prelievo totale 2009, i consumi elettrici e di reagenti e la produzione di rifiuti, suddivisi tra i vari potabilizzatori.

Potabilizzatore	Acqua prelevata	(solo potabizz.) m ³	Acqua in uscita	% potabilizzatori (sull'uscita)
	m ³		m ³	
TROINA (invaso ANCIPA)	19.639.000	19.639.000	18.853.440 ¹⁸	0,4012
BLUFI (Fiume Imera merid.)	2.757.010	2.757.010	2.757.010 ¹⁹	0,0587
FANACO - Piano Amata	16.545.315 ²⁰	13.165.958	16.242.462	0,3457
SAMBUCA (invaso Garcia)	6.895.371 ²¹	6.895.371	6.446.880 ²²	0,1372
GELA (invasi Ragoletto e Disueri)	3.085.387	3.085.387	2.689.537	0,0572
	49.922.083	45.542.726	46.002.630	100,00%

Tabella 10 – Suddivisione prelievi tra i potabilizzatori

	Consumi elettrici		
	kWh	kWh/m ³ trattati	MJ/m ³ trattati
TROINA (invaso ANCIPA)	3.385.968	0,1724	0,6207
BLUFI	231.287	0,0839	0,3020
FANACO	1.116.855	0,0848	0,3054
SAMBUCA	12.194.605	1,7685	6,3667
GELA	260.700	0,0845	0,3042
	17.189.415		

Tabella 11 – Consumi elettrici suddivisi tra i potabilizzatori

¹⁸ Stimato in base alle perdite 2010 (4%)

¹⁹ Assunto uguale a quello prelevato, in quanto manca il valore in ingresso

²⁰ Comprende Pozzi e Sorgenti

²¹ Non comprende il prelevato dalla diga

²² MOW + GAR (Totale in uscita)



	Ipoclorito		Policloruro	
	kg	kg/m ³ trattati	kg	kg/m ³ trattati
TROINA (invaso ANCIPA)	142.505	0,0073	730.394	0,0372
BLUFI	34.940	0,0127	211.420	0,0767
FANACO	287.600	0,0218	624.814	0,0475
SAMBUCA	118.600	0,0172	157.156	0,0228
GELA	46.933	0,0152	99.052	0,0321
	630.578		1.822.836	

	Acido Solforico		Purate™	
	kg	kg/m ³ trattati	kg	kg/m ³ trattati
TROINA (invaso ANCIPA)	107.386	0,0055	28.644	0,0015
BLUFI	0	0,0000	0	0,0000
FANACO	60.555	0,0046	40.683	0,0031
SAMBUCA	32.460	0,0047	22.037	0,0032
GELA	0	0,0000	0	0,0000
	200.401		91.364	

	Clorito di Sodio		Acido Cloridrico	
	kg	kg/m ³ trattati	kg	kg/m ³ trattati
TROINA (invaso ANCIPA)	41.593	0,0021	38.411	0,0020
BLUFI	5.560	0,0020	10.320	0,0037
FANACO	0	0,0000	0	0,0000
SAMBUCA	0	0,0000	0	0,0000
GELA	24.537	0,0080	29.338	0,0095
	71.690		78.069	

Tabella 12 – Consumi di reagenti suddivisi tra i potabilizzatori

	Fanghi prodotti	
	kg	kg/m ³ trattati
TROINA (invaso ANCIPA)	474.940	0,0242
BLUFI	169.480	0,0615
FANACO	214.200	0,0163
SAMBUCA	90.220	0,0131
GELA	54.400	0,0176
	1.003.240	

Tabella 13 – Produzione di rifiuti suddivisi tra i potabilizzatori

4.3.2 DISSALAZIONE ACQUA

Nelle tabelle seguenti sono riportati i dati relativi al prelievo totale 2009, i consumi elettrici e di reagenti e la produzione di rifiuti, suddivisi tra i vari dissalatori.

Solo la gestione del dissalatore di Trapani è in carico a Siciliacque, per cui solo per questo impianto sono stati utilizzati dati relativi al 2009. Per i dissalatori di Gela e Porto Empedocle si sono utilizzati o dati 2008 o stime.

Dissalatore	Acqua prelevata		% dissalatori
	m ³		
TRAPANI	7.623.585		0,6005
GELA	4.455.488 ²³		0,3510
PORTO EMPEDOCLE	615.615		0,0485
	12.694.688		100,00%

Tabella 14 – Suddivisione prelievi tra i dissalatori

Dissalatore	Consumi elettrici		kWh/m ³ trattati	MJ/m ³ trattati
	m ³	kWh		
TRAPANI (MED-Multi Effect Distillation) 2009	7.623.585	29.495.534	3,8690	13,9283
GELA 2008	7.334.729	31.243.833	4,2597	15,3350
Osmosi Inversa 2008	2.404.880	24.220.113		
V Modulo (Multiflash) 2008	4.929.849	7.023.720		
MSF (Multi Stage Flash)	n.d.	n.d.		
PORTO EMP. (MVC- Mech. Vapor Compr.)	n.d.	n.d.		

Tabella 15 – Consumi elettrici suddivisi tra i dissalatori

²³ TOTALE moduli VMOD BIS + OI + MSF



Dissalatore	Consumi Metano		Nm ³ /m ³ trattati	MJ/m ³ trattati
	Euro	Nm ³		
TRAPANI	€ 10.868.380,21	52.360.289	6,8682	227,6391
GELA	7.334.729	58.185.716	7,9329	262,9278
Osmosi Inversa 2008	0	0		
V Modulo (Multiflash) 2008	€ 12.077.559,00	58.185.716 ²⁴		
MSF (Multi Stage Flash)	n.d.	n.d.		
PORTO EMPEDOCLE	n.d.	n.d.		

Tabella 16 – Consumi di metano suddivisi tra i dissalatori

Dissalatore	Chemicals
TRAPANI	kg
Belgard Ev 2005	89.642
Nalco 131 S	4.605
Carbonato di Sodio	183.005
Anidride Carbonica	964.300
Acido Demi HCl	2.420
Soda Demi	7.200
Deox Sg. Ex Nalco BWT 15	1.662
Control Po Ex Nalco BWT 18	2.815
Calce Idrata	663.420
Olio Lubrificante	590
Grasso	60
GELA	m³
Osmosi Inversa 2008	2.404.880
Acido Solforico	143.300
Cloruro Ferrico	103.240
Sodio Metabilsolfito	473.133
Hypersperse MD 220	59.180
V Modulo (Multiflash) 2008	4.929.849
Acido Solforico	1.675.757 ²⁵
PORTO EMPEDOCLE	m³
MVC (Mechanical Vapor Compression)	kg
n.d.	n.d.

Tabella 17 – Consumi di reagenti suddivisi tra i dissalatori

²⁴ Ricavati i consumi di metano dal costo dell'impianto di Trapani

²⁵ Ricavati i consumi di H₂SO₄ dal costo dell'O.I.



TRAPANI	Rifiuti prodotti	
	kg	
Soluzione acquosa di lavaggio e acque madri	406	
Imballaggi contaminati da sostanze pericolose	1120	
Olio minerale esausto	700	
Rifiuti la cui raccolta e smaltimento prevedono precauzioni	-	
Contenitori vuoti in metallo (Fusti)	-	
Piastrine di Battereologico	2,75	
Sostanze Chimiche di Laboratorio	-	
Guanti Sporchi	3	
Materiale Isolante	1350	
Manufatti in gomma	20	
Rottami Ferrosi	7776	
Apparecchiature fuori uso non pericolose	-	
Cartucce Toner	-	
Batterie Esauste	-	kg/m³ trattati
Fanghi	-	
	11.378	0,0015

Tabella 18 – Rifiuti prodotti nel dissalatore di Trapani



4.4. ADDUZIONE ACQUA

4.4.1 ACQUEDOTTI

Nel seguito sono riportati i dati relativi al prelievo totale 2009 suddivisi per acquedotto.

Acquedotto	Acqua prelevata m ³	Fonte	Acqua addotta m ³	%
ALCANTARA	3.489.908	pozzi/sorgenti	3.173.044	4,11%
ANCIPA	19.639.000	potabilizzatori/invasi	7.928.903	10,26%
BLUFI	2.757.010	potabilizzatori/invasi	4.837.856	6,26%
MADONIE EST	5.829.408	pozzi/sorgenti	4.760.428	6,16%
FANACO - MADONIE OVEST	13.165.958	potabilizzatori/invasi		
	3.379.357	pozzi/sorgenti	12.168.613	15,75%
MONTESCURO EST	4.472.387	pozzi/sorgenti	2.882.120	3,73%
MONTESCURO OVEST	3.862.813	pozzi/sorgenti	6.761.483	8,75%
DISSALATA DA NUBIA	7.623.585	dissalatore TRAPANI		
	340.578	pozzi/sorgenti	7.696.888	9,96%
DISSALATA GELA ARAGONA	3.085.387	potabilizzatori/invasi		
	4.455.488	dissalatore GELA	11.900.427	15,40%
FAVARA DI BURGIO	615.615	dissalatore PORTO EMP.		
	8.411.333	pozzi/sorgenti	8.978.058	11,62%
GARCIA	7.175.943	potabilizzatori/invasi		
	1.784.589	pozzi/sorgenti	2.957.277	3,83%
CASALE	1.784.003	pozzi/sorgenti	1.486.060	1,92%
VITTORIA-GELA	1.477.731	pozzi/sorgenti	622.884	0,81%
	93.350.092		76.154.041	
Totale Utenze rete esterna			1.100.000	
	93.350.092		77.254.041	

Tabella 19 – Suddivisione prelievi tra gli acquedotti

Relativamente al 2009, quindi l'acqua addotta è pari a **1,2084 m³** della quantità di acqua immessa in rete.



4.4.2 FUNZIONAMENTO, MANUTENZIONE, INFRASTRUTTURE

Relativamente al funzionamento, i dati raccolti si riferiscono al consumo elettrico delle pompe per il pompaggio e sollevamento dell'acqua. I dati 2009 sono riassunti nella tabella seguente.

ACQUEDOTTI+POZZI	kWh	kWh/m ³ addotti
Alcantara	870.250	0,2743
Ancipa	1.211.203	0,1528
Blufi	5.500.043	1,1369
Madonie Est	27.159	0,0057
Fanaco	12.019.149	0,9877
Montescuro Est	3.323.276	1,1531
Montescuro Ovest	9.115.516	1,3482
Nubia	0	0,0000
Favara	10.848.400	0,1565
Casale	1.032.145	1,2083
Dissalata Gela Aragona	1.862.185	0,0000
Garcia	0	0,6946
Vittoria Gela	2.320.322	3,7251
	48.129.648	0,6230

Tabella 20 – Consumi relativi al pompaggio e sollevamento dell'acqua negli acquedotti (incluse le pompe)

Dettaglio	kWh	kWh/m ³ addotti
Acquedotti + pozzi	48.129.648	0,6230
Acquedotti	40.280.520	0,5214
Pozzi	7.849.128	

Tabella 21 – Suddivisione consumi relativi al pompaggio e sollevamento dell'acqua negli acquedotti

Relativamente alla manutenzione, i dati raccolti si riferiscono ai viaggi effettuati dai mezzi (automobili) lungo gli impianti gestiti da Siciliacque.

	km	km/m ³
km percorsi	1.852.450	0,0240

Tabella 22 – km percorsi dai mezzi per le operazioni di manutenzione



Relativamente alle infrastrutture, il materiale utilizzato per le tubazioni si può ricavare dalla lunghezza degli acquedotti riassunto in tabella.

ACQUEDOTTI	km
Alcantara	68
Ancipa	221
Blufi	121
Madonie Est	159
Fanaco	284
Montescuro Est	109
Montescuro Ovest	256
Nubia	83
Favara	168
Casale	168
Dissalata Gela Aragona	47
Garcia	31
Vittoria Gela	28
TOTALE	1.743

Tabella 23 – Lunghezza acquedotti

Riferendo il consumo di materiale utilizzato per le infrastrutture all'unità funzionale, ovvero a tutta l'acqua addotta nella vita degli impianti interessati, tale valore diventa però trascurabile.



4.5. RISULTATI DELL'INVENTARIO

I risultati di un Inventario sono normalmente presentati in sei principali categorie di parametri:

1. materie prime;
2. combustibili primari;
3. feedstock;
4. rifiuti solidi;
5. emissioni gassose;
6. emissioni liquide.

Risultati energetici

Obiettivo principale dell'analisi energetica è quello di stabilire il carico energetico connesso ad un processo produttivo o alla fornitura di un servizio: in linea di principio questo carico comprende un numero elevato di voci, ma nella pratica comune basta prenderne in considerazione un numero limitato, che dipende sostanzialmente dall'obiettivo specifico dell'analisi.

I contributi più rilevanti al carico energetico complessivo sono dati dall'**energia diretta** e dall'**energia indiretta**: la prima rappresenta la quota di energia consumata per il funzionamento del processo (definita dalla letteratura anglosassone "delivered energy" o "energy content of fuel"), mentre la seconda comprende l'energia necessaria per produrre e trasportare l'energia e i materiali utilizzati nel processo medesimo.

Per quanto riguarda l'energia indiretta, è da sottolineare il contributo fondamentale dovuto all'energia di produzione e trasporto dei combustibili utilizzati direttamente nel processo indagato: questa quota è definita come "production and delivery energy" e la sua contabilizzazione rappresenta una delle parti peculiari dell'analisi LCA.

Dal punto di vista operativo, per la determinazione delle quote di energia diretta ed indiretta di un sistema produttivo si utilizza il criterio base dell'analisi dei processi, che consiste essenzialmente nel dividere la produzione in due fasi: la prima comprendente l'ottenimento delle materie prime (cioè i materiali e l'energia) che devono essere utilizzate dal sistema produttivo ed il loro trasporto; l'altra, la trasformazione di queste nel prodotto desiderato.

Risulta perciò corretto considerare come consumo diretto di materiali e di energia quello relativo all'attività oggetto dello studio (e a questo proposito si parla anche di "energia di funzionamento" oppure "energia di processo"), mentre sarà consumo indiretto quello relativo a tutto ciò che a monte o



parallelamente all'attività considerata consente la realizzazione della stessa (corrispondentemente, si parla allora di "energia di impianto").

Oltre all'energia diretta ed indiretta esiste poi un'altra quota importante di energia (**energia feedstock**) legata al processo in esame, quella contenuta nei materiali, potenzialmente combustibili, che sono utilizzati come tali e non come combustibili: un tipico esempio è quello dei prodotti organici utilizzati nell'industria petrolchimica.

Questa quota, chiamata feedstock, e definita come il contenuto energetico dei materiali input che in linea di principio può essere eventualmente recuperato dai prodotti in uscita (ad esempio bruciando i prodotti, come avviene quando si tratta di plastica o di carta).

Il tenere separate la quota di energia spesa come combustibile del processo e quella contenuta nei materiali solo potenzialmente combustibili è importante proprio perché, mentre la prima è irreversibilmente consumata, la seconda è ancora potenzialmente disponibile alla fine della vita utile del prodotto.

Con feedstock si intende di solito il potenziale calorifico dei materiali input del sistema, facendo convenzionalmente riferimento al loro potere calorifico superiore.

Riassumendo, è possibile allora dire che il consumo di energia globale relativo ad un sistema produttivo o di servizi è dato dalla somma dei contributi di tutte le quote rilevanti di energia di ogni singola operazione, ovvero:

- energia diretta
- energia indiretta
- energia feedstock.

In altre parole, il consumo globale di energia di un sistema produttivo corrisponde all'energia complessiva che occorre "estrarre" dalla terra per poter disporre di quella unità di bene economico.

Tale quota viene detta "**gross energy requirement**" (GER), che può anche essere definita come l'energia che complessivamente deve essere resa disponibile in condizioni normali dalle risorse energetiche allo stato naturale e consumata dal sistema in modo tale da mantenere lo stesso sistema in produzione.

Per quanto riguarda i soli **RISULTATI ENERGETICI** è possibile quindi operare la seguente suddivisione dell'**energia cumulativa**:

- energia direttamente consumata ("fuel use"): è la quota di energia ricevuta dall'operatore finale. È indipendente dalla nazione (e cioè dal mix energetico di riferimento) ed è direttamente correlata al tipo di tecnologia utilizzata nei vari processi produttivi.



- energia feedstock: rappresenta il contenuto energetico dei materiali usati come tali e non come combustibili dal processo produttivo in analisi.
- energia dei trasporti ("transport"): raggruppa i consumi di energia associati alle operazioni di trasporto coinvolte nel sistema indagato.
- energia di produzione ("fuel production"): rappresenta infine l'energia che viene utilizzata dalle industrie produttrici dei combustibili per l'estrazione dei combustibili primari dalla terra, il loro trattamento e il loro recapito presso il consumatore nonché per la produzione dell'energia feedstock. Dipende dal mix energetico della nazione considerata.

I **vettori energetici** sono suddivisi in tre categorie principali: energia elettrica, combustibili derivati da petrolio e altri combustibili.

Il *vettore elettrico* costituisce il primo gruppo ed è tenuto separato per le spiccate caratteristiche di bassa efficienza e di dipendenza dal mix energetico nazionale.

Nella categoria dei *combustibili derivati da petrolio* ("oil fuels", nella letteratura anglosassone) si raggruppano tutti i combustibili derivanti direttamente dall'olio greggio, mentre nella categoria degli *"altri combustibili"* ("other fuels") si raggruppano i combustibili solidi (carbone, coke), il gas naturale e i combustibili biologici.

Il passo successivo è quello di identificare quantitativamente le risorse energetiche primarie che hanno contribuito alla formazione del valore totale di energia cumulata.

La stessa gross energy viene quindi ulteriormente suddivisa nei combustibili primari (primary fuels) che hanno permesso il funzionamento del sistema indagato (coal, oil, gas, nuclear, ecc.). Inoltre viene riportato il consumo di materiali (raw materials) che contiene le quantità di tutte le materie prime consumate. Oltre a tale consumo, viene riportato quello dell'acqua (water usage), anch'esso riferito ai diversi contributi (public supply, river/canal, sea, well, ecc.).

Sulla base del potere calorifico superiore è infine possibile ottenere le quantità in massa dei combustibili primari effettivamente consumate per ottenere il prodotto considerato.



Risultati ambientali

Per quanto riguarda i **RISULTATI AMBIENTALI**, è bene ribadire a questo punto l'importanza di una corretta e completa quantificazione dei rilasci nell'ambiente.

I risultati di un Inventario restituiscono i valori di impatto relativi al sistema analizzato e la precisione sarà tanto più elevata quanto il modello analogico del sistema e la contabilizzazione dei rilasci nell'ambiente avrà rappresentato la realtà in esame nella maniera più fedele possibile.

Come nel caso dell'energia, le **emissioni** vengono classificate a seconda del processo che le ha generate: con emissioni "*dirette*" intenderemo quelle imputabili al processo in esame, mentre con "*indirette*" quelle relative ai processi a monte, che hanno consentito lo svolgersi dell'operazione in esame (come la produzione dei vettori energetici utilizzati nel processo, i trasporti, ecc.).

Anche per i risultati di carattere ambientale è possibile identificare i diversi contributi alle emissioni complessive, dovuti a:

- produzione e trasporto dell'energia utilizzata nel processo;
- trasporti coinvolti nel ciclo di vita analizzato;
- singolo processo indagato;
- utilizzo di combustibili durante il processo;
- biomasse per le emissioni in aria.
- per le emissioni in aria.

Ai fini della carbon footprint, gli unici risultati considerati sono quelli ambientali ed in particolare le **emissioni di gas serra** valutate lungo il ciclo di vita.

5.1 VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DEL CICLO DI VITA

5.1.1 CATEGORIE D'IMPATTO

Dopo aver effettuato l'Analisi dell'Inventario, è necessario imputare i consumi e le emissioni ottenuti in questa fase a specifiche categorie di impatto riferibili ad effetti ambientali conosciuti (**classificazione**), e nel quantificare, con opportuni metodi di **caratterizzazione**, l'entità del contributo complessivo che il processo arreca agli effetti considerati.

Le categorie d'impatto considerate per i potenziali impatti ambientali sono le seguenti:

- **GWP:** Global Warming Potential (Cambiamenti climatici)
- **ODP:** Ozone Depletion Potential (Distruzione della fascia di ozono stratosferico)
- **POCP:** Photochemical Ozone Creation Potential (Formazione di ossidanti fotochimici)
- **AP:** Acidification Potential (Acidificazione)
- **EP:** Eutrophication Potential (Eutrofizzazione)

Cambiamenti Climatici (GWP): emissione di gas serra

L'anidride carbonica rappresenta il principale gas serra di origine antropica.

Gli altri gas che contribuiscono all'effetto serra sono il metano (CH₄), il protossido di azoto (N₂O), i cloro-fluoro-carburi (CFC) ed gli idro-cloro-fluoro-carburi (HCFC).

Il GWP (Global Warming Potential) di una sostanza è dato dal rapporto tra il contributo all'assorbimento della radiazione calda che viene fornito dal rilascio istantaneo di 1 kg di tale sostanza e quello fornito dall'emissione di 1 kg di CO₂.

Tali contributi sono valutati per un periodo di 100 anni di permanenza dei gas nell'atmosfera.

Distruzione della fascia di ozono stratosferico (ODP): emissione di gas lesivi per l'ozono

Le sostanze che contribuiscono all'assottigliamento della fascia di ozono stratosferico sono principalmente CFC e HCFC prodotti dall'attività antropica.

Il potenziale di riduzione dell'ozono ODP (Ozone Depletion Potential) di una singola sostanza viene definito come il rapporto tra il numero di reazioni di rottura della molecola di ozono in uno stato di equilibrio conseguente all'emissione nell'atmosfera di una data quantità di sostanza durante un anno di tempo ed il corrispondente numero di reazioni di rottura provocato, nelle stesse condizioni, da un'eguale quantità di CFC-11.



Formazione di Ossidanti Fotochimici (POCP)

L'immissione in atmosfera di idrocarburi incombusti e di ossidi di azoto deriva in primo luogo dalla combustione del petrolio e dei suoi derivati. Questi composti, in presenza di radiazione solare, reagiscono formando ozono (fenomeno di Smog Fotochimico).

Attraverso i potenziali di formazione di ozono fotochimico POCP (Photochemical Ozone Creation Potentials), si impiegano fattori di standardizzazione che riportano ai kg di etilene equivalenti.

Acidificazione (AP)

L'emissione di determinati composti nell'ambiente, soprattutto derivanti dalla combustione di combustibili fossili, provoca l'abbassamento del pH (di laghi, foreste, suoli agricoli) con pesanti e gravi conseguenze sugli organismi viventi.

Le emissioni potenzialmente acide (SO_2 , NO_x , ecc.) sono aggregate, per questo impatto, in base alla loro tendenza a formare ioni H^+ per poi determinare il potenziale complessivo esprimendolo in termini di sostanze acidificanti.

La sostanza di riferimento è SO_2 ed il coefficiente di peso prende il nome di potenziale di acidificazione (AP, Acidification Potential).

Eutrofizzazione (EP)

La crescita degli organismi viventi è naturalmente limitata dall'apporto di sostanze nutrienti essenziali quali l'azoto e il fosforo. Un rilascio di tali sostanze nell'ambiente può ridurre questa limitazione a causa di un abbassamento della concentrazione di ossigeno dovuta all'aumento dell'attività biologica. L'uso agricolo di fertilizzanti e gli scarichi industriali e urbani, in genere ricchi in azoto e fosforo, sono le fonti principali di eutrofizzazione.

Questo indicatore valuta l'effetto di eutrofizzazione, ovvero l'aumento della concentrazione delle sostanze nutritive in ambienti acquatici. Le sostanze che concorrono al fenomeno dell'eutrofizzazione sono i composti a base di fosforo e di azoto.

La sostanza di riferimento è PO_4^{3-} ed il coefficiente di peso prende il nome di potenziale di eutrofizzazione (EP, Eutrophication Potential).

Ai fini della carbon footprint, la valutazione dell'impatto viene effettuata solo sul **GWP**.

I fattori di caratterizzazione utilizzati sono quelli pubblicati da: IPCC (Intergovernmental Panel on Climatic Change), Climate Change 2001: the Scientific Basis. Cambridge University Press, Cambridge UK.

5.1.2 CARBON FOOTPRINT (GWP) ATTIVITÀ SICILIACQUE

Considerando solo le attività gestite da Siciliacque, gli impatti ambientali del servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile, possono essere quantificati in **2,474 kg CO₂eq/m³ addotto**.

Il dettaglio ed il contributo delle varie componenti, sono riassunti nella tabella e figura seguenti.

	kg CO ₂ eq/m ³
TOTALE	2,474
Utilities	2,313
Chemical	0,157
Waste	0,000
Transport	0,005

Tabella 24 – CF delle attività gestite direttamente da Siciliacque

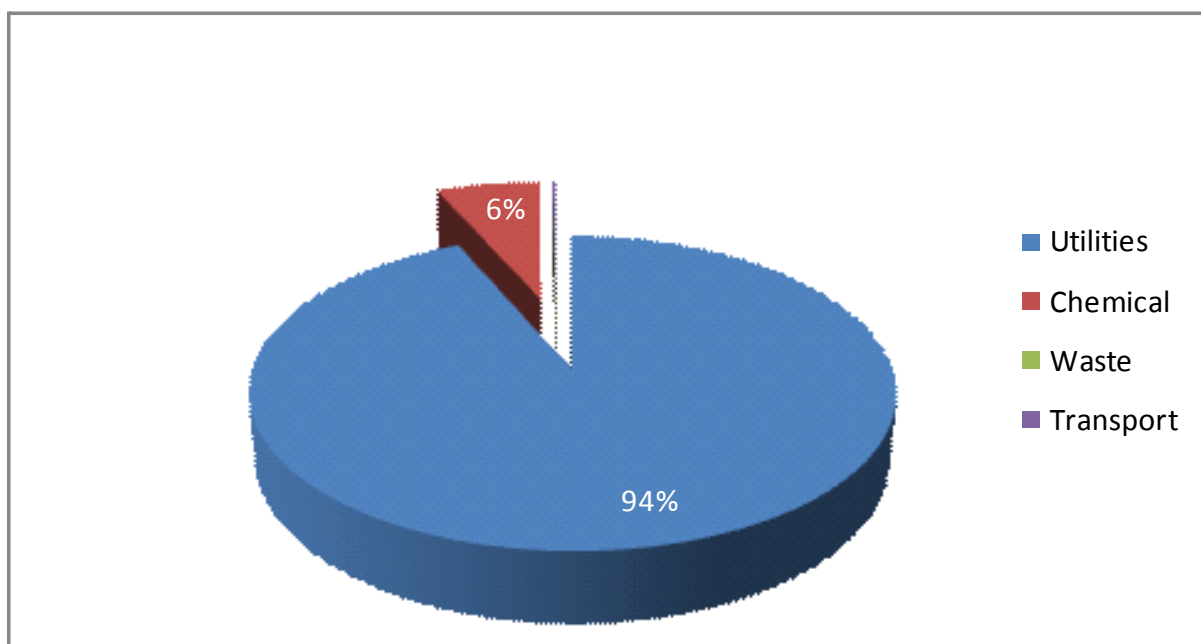


Figura 4 – Contributo % delle varie componenti

Dai risultati precedenti, si evince che la quasi totalità degli impatti è da imputarsi ai consumi di energia elettrica (35%) o termica (65%).

5.1.3 CARBON FOOTPRINT CICLO DI VITA

Considerando tutte le attività legate al ciclo di vita del servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile, ovvero considerando anche i dissalatori non gestiti direttamente da Siciliacque, la carbon footprint complessiva può essere quantificata circa in **3,4 kg CO₂eq/m³ addotto**.

Il dettaglio ed il contributo delle varie componenti, sono riassunti nella tabella e figura seguenti.

	kg CO ₂ eq/m ³
TOTALE	3,398
Acqua immessa in rete	2,735
Potabilizzatori	0,206
Dissalatori	2,515
Pozzi/Sorgenti	0,014
Perdite	0,570
Acquedotti/Manutenzione	0,093

Tabella 25 – CF del servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile

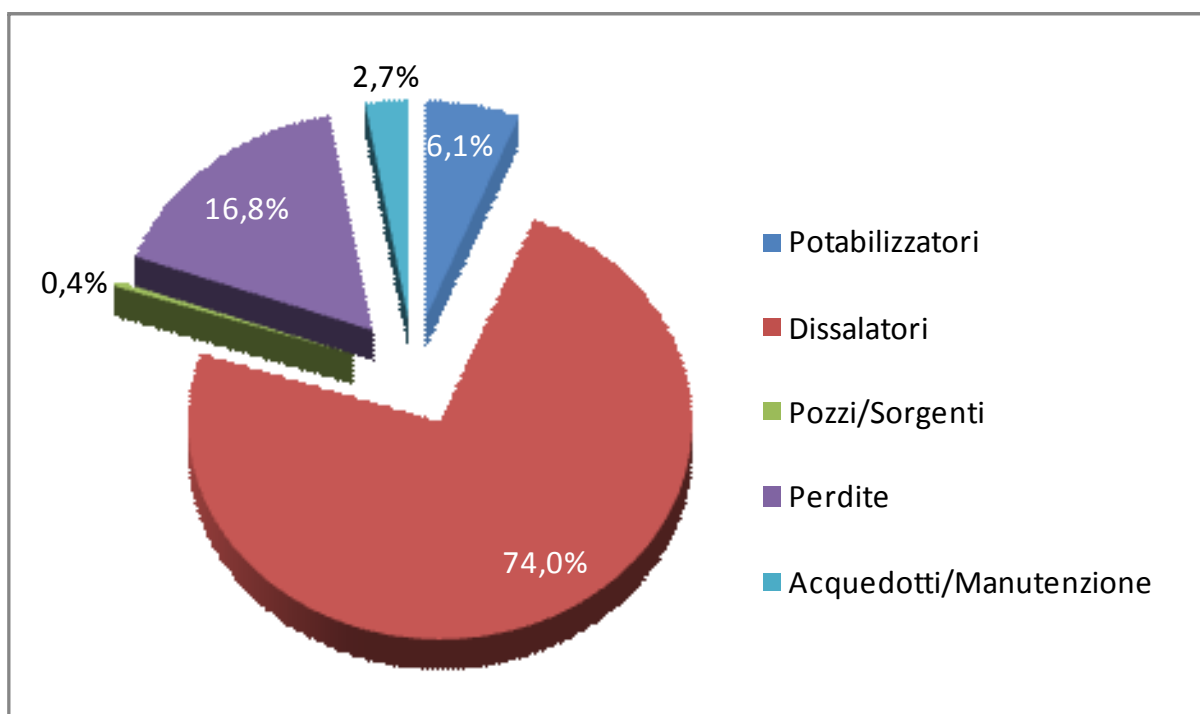


Figura 5 – Contributo % delle varie componenti



In questo caso l'analisi è stata effettuata differenziando gli impatti per impianto.

Dai risultati precedenti, si evince che la maggior parte degli impatti è da imputarsi agli impianti di dissalazione (74%). I potabilizzatori hanno un impatto sul totale limitato (6,1%), mentre un contributo minimo è legato al consumo di energia per il pompaggio dell'acqua negli acquedotti e per il prelievo da pozzi e sorgenti.

Il 17% degli impatti è invece dovuto alle perdite, che causano il prelievo ed il trattamento di un ulteriore 20% di acqua.

5.1.4 CONTRIBUTO POTABILIZZATORI

Analizzando i POTABILIZZATORI, l'impatto totale si distribuisce tra i vari impianti come rappresentato nella figura seguente.

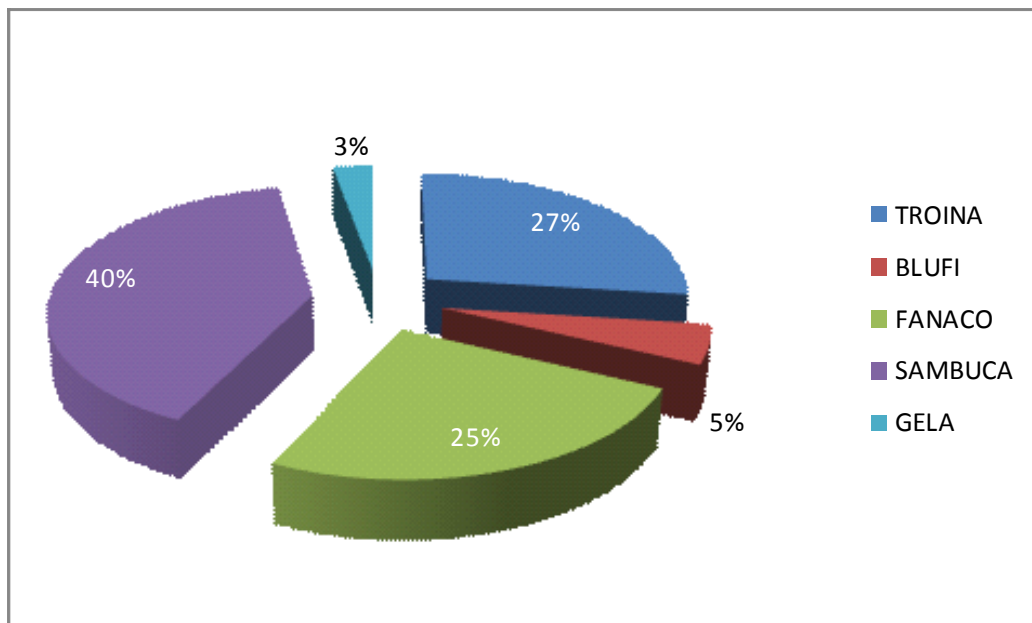


Figura 6 – Contributo % dei vari potabilizzatori

Gli impianti che danno il maggior contributo alla CF sono Sambuca, Fanaco e Troina.

Analizzando invece le prestazioni specifiche di ogni singolo impianto per m³ di acqua trattata, si rileva che l'impianto di Sambuca presenta un impatto in termini di emissioni di CO₂ triplo rispetto agli altri potabilizzatori.

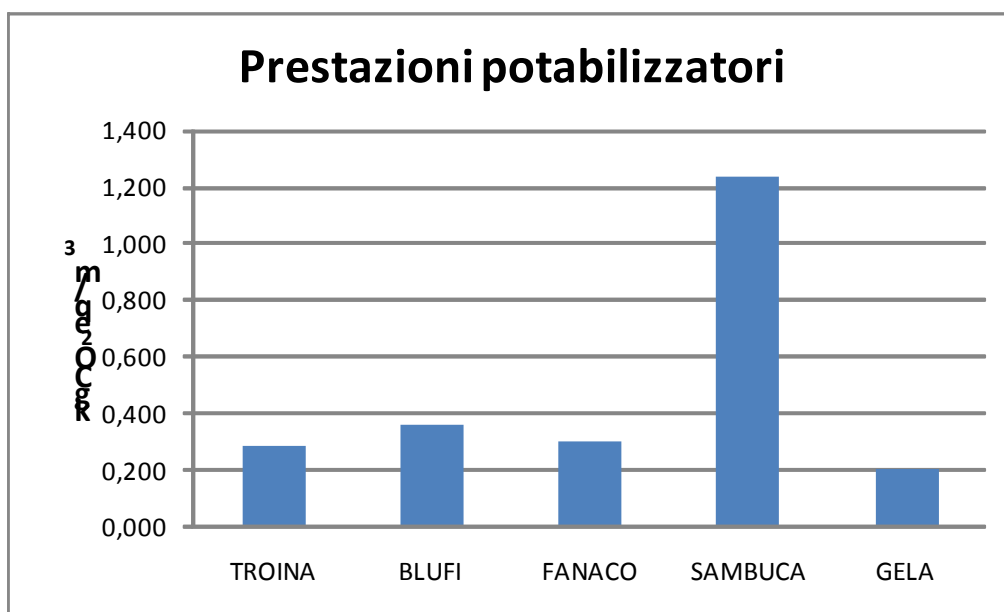


Figura 7 – Prestazioni specifiche dei singoli potabilizzatori

5.1.5 CONTRIBUTO DISSALATORI

Analizzando i DISSALATORI, l'impatto si distribuisce tra i vari impianti come rappresentato nella figura seguente. L'impianto di Porto Empedocle non è stato incluso nello studio.

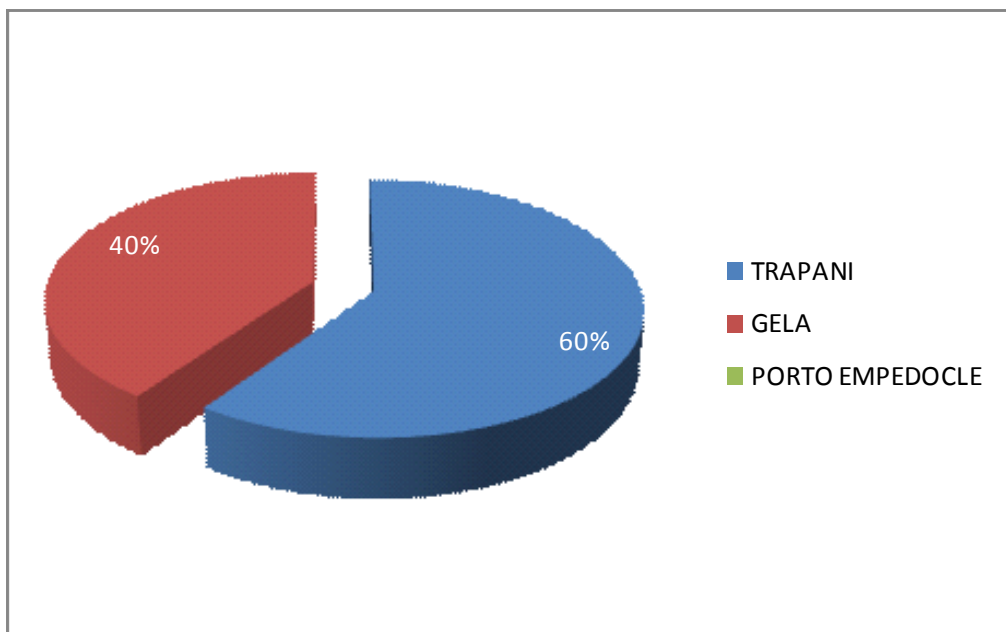


Figura 8 – Contributo % dei vari dissalatori

L'impianto che dà il maggior contributo alla CF è quello di Trapani che però, a livello di prestazioni specifiche per m³ di acqua trattata, ha un impatto pari al 15% in meno rispetto a quello di Gela.

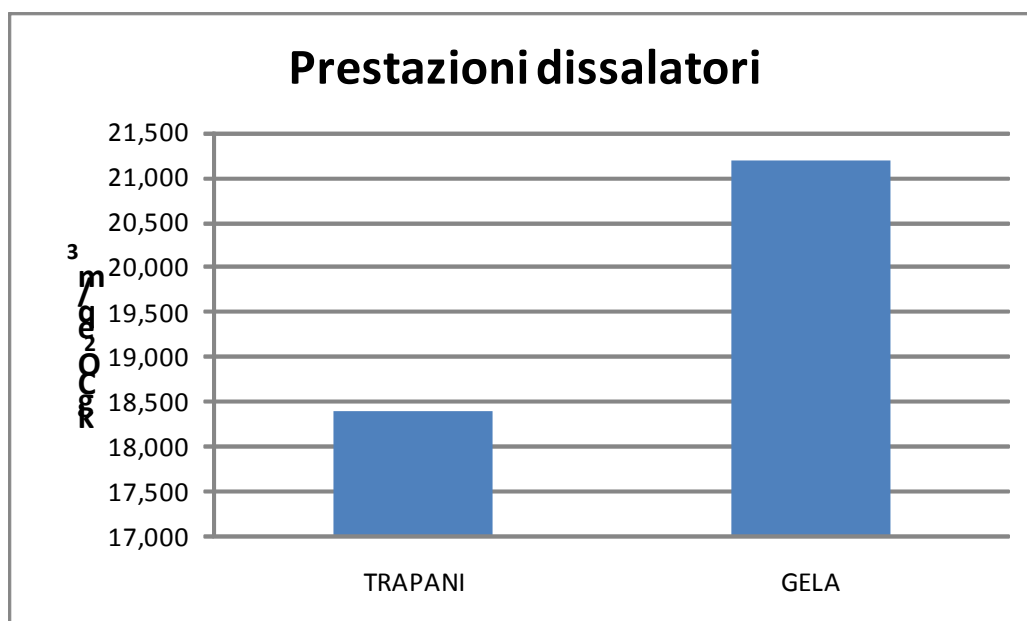


Figura 9 – Prestazioni specifiche dei singoli dissalatori

5.1.6 CONTRIBUTO ACQUEDOTTI

Analizzando gli ACQUEDOTTI, l'impatto del pompaggio dell'acqua (inclusi anche i pozzi) si distribuisce percentualmente tra i vari impianti come rappresentato nella figura seguente.

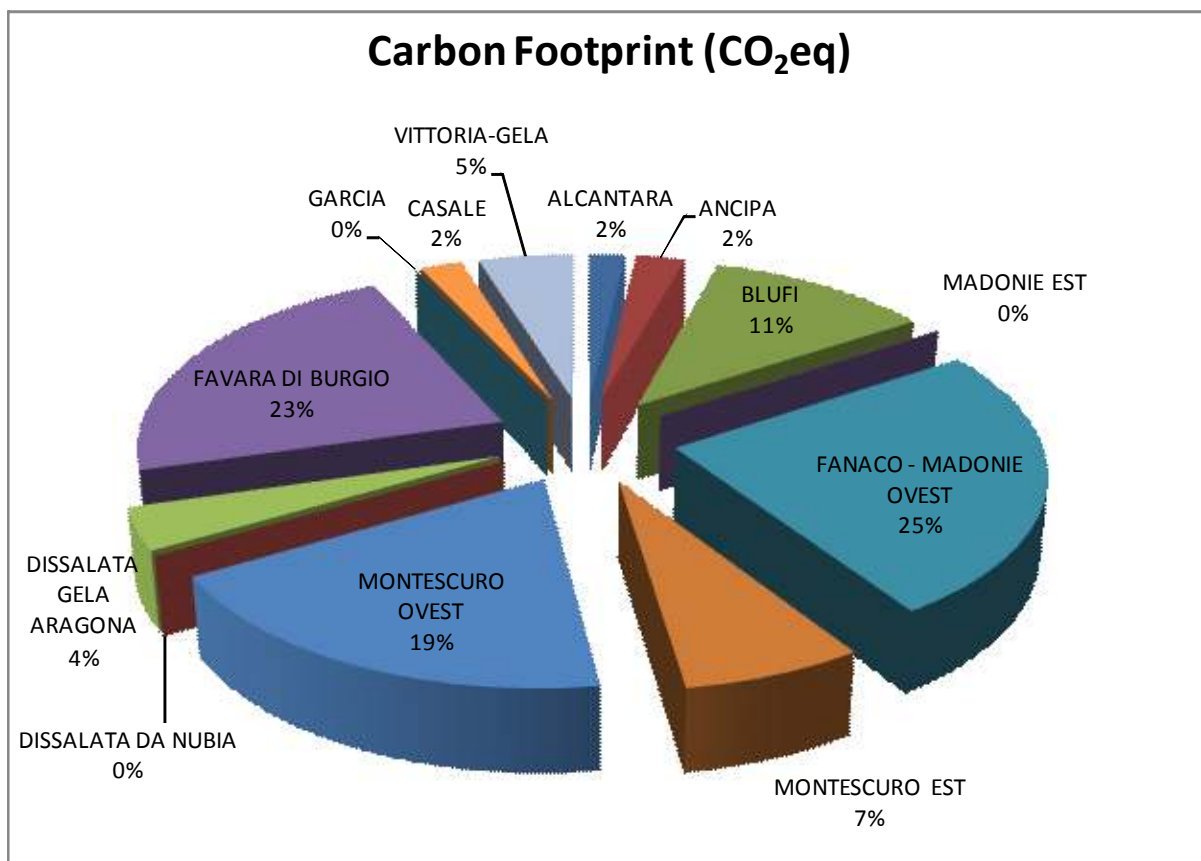


Figura 10 – Contributo % dei vari acquedotti

Gli impianti che danno il maggior contributo alla CF sono quelli di Fanaco-Madonie Ovest, Favara di Burgio, Montescuro Ovest e Blufi.

A livello di prestazioni specifiche per m³ di acqua trattata, tali impianti hanno un impatto confrontabile (circa 0,2 kgCO₂eq/m³ acqua), mentre l'acquedotto che presenta l'impatto maggiore è quello di Vittoria-Gela.

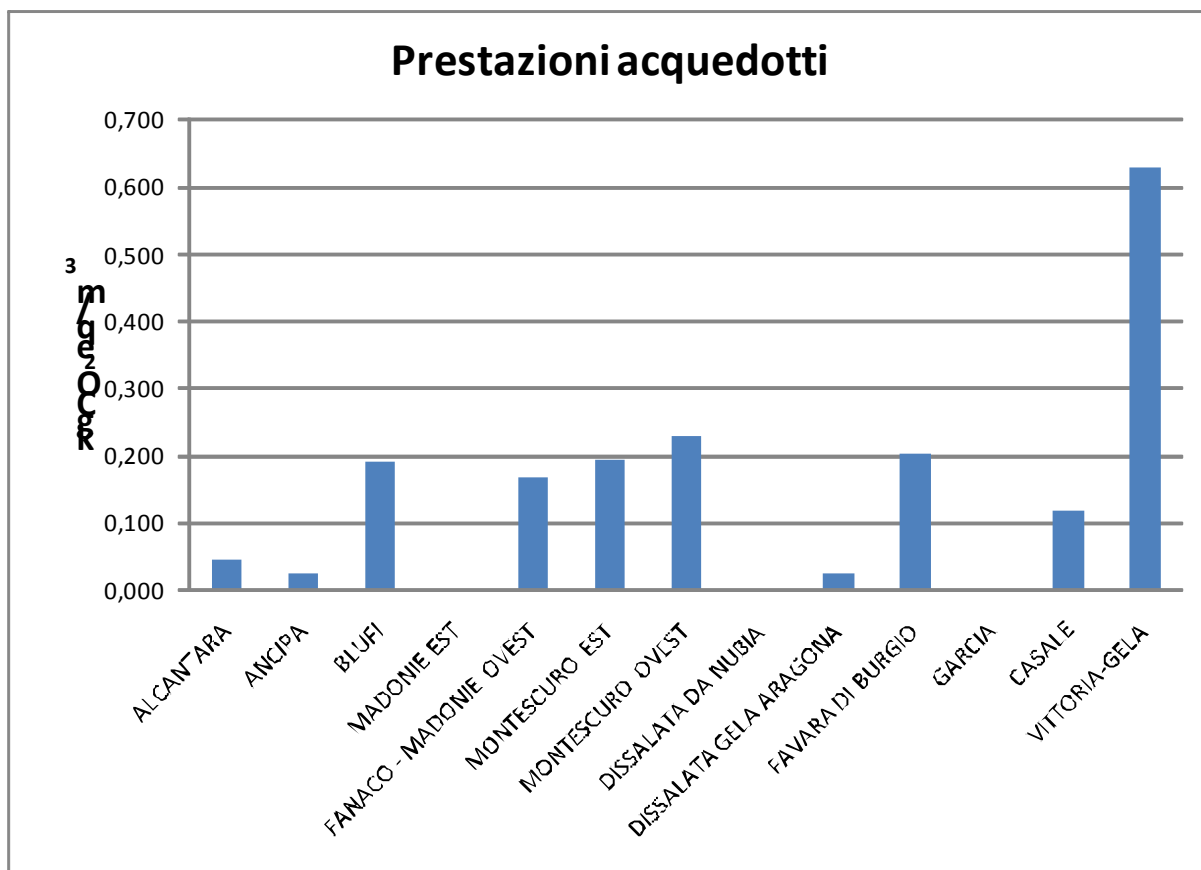


Figura 11 – Prestazioni specifiche dei singoli acquedotti



6.1 CONCLUSIONI

Dai risultati dello studio, l'impatto in termini di CO₂ equivalente (GWP) emessa lungo tutto il ciclo di vita del servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile in Sicilia (Carbon Footprint) è risultata essere pari a: **3,4 kg CO₂eq/m³ addotto**.

Nella tabella seguente è riportato il confronto con altri studi effettuati nello stesso settore.

Distribuzione di acqua	kg CO ₂ eq/m ³	Fonte	Rif.
Acqua da sorgente	0,06	Comune di Lizzano in Belvedere (www.comune.lizzano.bo.it)	ISO 14025
Acqua potabile (solo da potabilizzatori)	1,04	Studio condotto in Sudafrica (Friedrich E. et al, 2009)	ISO 14040
Acqua potabile (studio corrente)	3,40	Carbon Footprint Siciliacque	ISO 14067
Acqua minerale in bottiglia di PET (1,5 l)	180	Cerelia S.r.l. (www.acquacerelia.com)	ISO 14025
Acqua minerale in bottiglia di vetro (1 l)	600	Cerelia S.r.l. (www.acquacerelia.com)	ISO 14025

Tabella 26 – Confronto studi

Da tale confronto si evince come la carbon footprint della captazione ed adduzione di acqua potabile, e quindi l'impatto dell'acqua addotta in Sicilia, sia superiore a quello dell'acqua da sorgente e nettamente più basso rispetto all'acqua in bottiglia.

Il risultato è confrontabile con lo studio condotto in Sudafrica, che però include solamente la captazione, la potabilizzazione e la distribuzione dell'acqua.

Se dallo studio condotto sulla rete in Sicilia si escludessero i dissalatori, la CF scenderebbe da 3,4 a circa 0,88 kg CO₂eq/m³ addotto, quindi il valore sarebbe analogo a quello dello studio descritto in precedenza.