

**CIRIAF**  
Centro Interuniversitario  
di Ricerca sull'Inquinamento  
e sull'Ambiente - "Mauro Felli"

Progetto CFP SICILIACQUE 2016  
Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa  
ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque  
S.p.A. per l'anno 2016

Relazione tecnica finale

Data: Agosto 2017

Foglio 1 di 21

## Progetto CFP SICILIACQUE 2016

"Quantificazione dell'impronta ecologica Carbon Footprint relativa ai sistemi di captazione  
e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per l'anno 2016 "

### RELAZIONE TECNICA FINALE

Agosto 2017

#### GRUPPO DI LAVORO

Responsabile scientifico:

Prof. Ing. Franco Cotana

Gruppo di lavoro:

Prof. Ing. Andrea Nicolini – responsabile del progetto

Dott. Ing. Sara Rinaldi – responsabile del progetto

Dott. Emanuele Bonamente – responsabile del progetto

Dott. Ing. Marco Barbanera



**CRIAF**  
Centro Interuniversitario  
di Ricerca sull’Inquinamento  
e sull’Ambiente - “Mauro Felli”

**Progetto CFP SICILIACQUE 2016**  
**Quantificazione dell’impronta ecologica “Carbon Footprint” relativa  
ai sistemi di captazione e adduzione dell’acqua potabile di Siciliacque  
S.p.A. per l’anno 2016**

Relazione tecnica finale

Data: Agosto 2017

Foglio 2 di 21

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1 CARBON FOOTPRINT DI PRODOTTO/SERVIZIO .....	3
<b>2. PROGETTO CFP SICILIACQUE 2016 .....</b>	<b>4</b>
<b>3. DEFINIZIONE OBIETTIVO E CAMPO DI APPLICAZIONE DEL PROGETTO CFP SICILIACQUE 2016 .....</b>	<b>4</b>
3.1 OBIETTIVO.....	4
3.2 CAMPO DI APPLICAZIONE.....	5
<b>4. ANALISI DELL’INVENTARIO .....</b>	<b>8</b>
<b>5. VALUTAZIONE DELL’IMPATTO.....</b>	<b>13</b>
5.1 FATTORI DI EMISSIONE.....	13
5.2 IMPATTI DI CARATTERIZZAZIONE .....	13
5.3 CONTRIBUTO PROCESSI .....	13
5.4 ANALISI DI INCERTEZZA DEL RISULTATO.....	15
<b>6. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI .....</b>	<b>16</b>
<b>7. CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI .....</b>	<b>19</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>20</b>
<b>9. ALLEGATI.....</b>	<b>21</b>

## 1. Introduzione

Il presente CFP Study Report è relativo al progetto CFP SICILIACQUE 2016 che nasce dalla collaborazione tra il Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente "Mauro Felli" (CIRIAF) e Siciliacque S.p.A. con lo scopo di quantificare la Carbon Footprint relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. Costituisce il prosieguo dell'attività relativa al calcolo dell'impronta carbonica, già avviata con le valutazioni del 2012, 2013 e 2014 e mira all'ottenimento di uno scenario completo, nell'arco di tempo considerato, delle variazioni di impatto relative alle attività sovrambito dell'Azienda.

### 1.1 Carbon Footprint di prodotto/servizio

La Carbon Footprint di prodotto è la quantificazione dell'impatto climatico di un determinato bene o servizio e rappresenta la somma dei gas ad effetto serra che vengono emessi durante tutte le fasi del suo ciclo di vita.

I GHG (Greenhouse Gases), gas ad effetto serra, sono secondo la Convenzione di Rio sui cambiamenti climatici, i gas di origine naturali o prodotti da attività umane, che fanno parte dell'atmosfera e assorbono e riflettono i raggi infrarossi. In accordo a quanto riportato nel IV Rapporto IPCC e contenuto nell'allegato II della Direttiva 2003/87/CE e nel D.Lgs. 216/2006 sono da considerarsi tali: Biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), Idrofluorocarburi (HFC), Perfluorocarburi (PFC) e Esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>).

Il valore numerico della CFP viene espresso in chilogrammi di CO<sub>2</sub> equivalenti, convertendo il contributo dei singoli GHG moltiplicando i diversi quantitativi per il rispettivo valore di potenziale di riscaldamento globale (GWP). Il GWP è un indice che rappresenta il contributo di un determinato gas all'effetto serra, rispetto a quello caratteristico della CO<sub>2</sub>, il cui valore di GWP è pari a 1.

La Carbon Footprint può essere calcolata tramite uno studio di LCA nel quale la categoria d'impatto è rappresentata dalle emissioni di GHG.

 <p><b>CRIAF</b> Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"</p>	<p align="center"><b>Progetto CFP SICILIACQUE 2016</b> Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per l'anno 2016</p>	
Relazione tecnica finale	Data: Agosto 2017	Foglio 4 di 21

## 2. Progetto CFP SICILIACQUE 2016

Il presente documento è il rapporto conclusivo dello studio di *Life Cycle Assessment* (LCA) e di *Carbon Footprint* (CFP) condotto nell'ambito del progetto CFP SICILIACQUE 2016.

Il progetto, come già effettuato per i due anni precedenti, è finalizzato alla quantificazione della Carbon Footprint del servizio offerto dall'azienda Siciliacque S.p.A. nei sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile per l'anno 2016 al fine di poterne dare pubblica comunicazione e nello stesso tempo avere un quadro aggiornato sugli impatti delle attività. A tal fine il progetto prevede l'analisi dell'impronta di carbonio (CFP) del servizio selezionato nelle diverse fasi del ciclo di vita, espressa in kgCO<sub>2</sub>e, e la sua distribuzione percentuale nelle fasi del ciclo di vita definite nel campo di applicazione. Un altro risultato previsto dalla fase sono le interpretazioni del valore numerico, fatte anche in base alle peculiarità del sistema analizzato ed emerse durante l'analisi dell'inventario.

L'approccio metodologico adottato è conforme agli standard normativi ISO 14040-44, che regolano uno studio di tipo LCA.

## 3. Definizione obiettivo e campo di applicazione del progetto CFP SICILIACQUE 2016

### 3.1 Obiettivo

L'obiettivo del progetto è quello di valutare le emissioni di gas serra totali associabili al ciclo di vita del servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile di Siciliacque S.p.A. 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. Lo studio è inteso in ottica *business to business* (B2B), pertanto prevede di effettuare la valutazione dell'impatto sul *global warming* in ottica *cradle to gate* e di poterla comunicare. Lo studio è stato condotto in accordo alla PCR (2013-07-18) all'interno dell'International EPD® System. Il presente studio è relativo all'aggiornamento della valutazione per l'anno 2016.

 <p><b>CRIAF</b> Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"</p>	<p align="center"><b>Progetto CFP SICILIACQUE 2016</b> Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per l'anno 2016</p>	
Relazione tecnica finale	Data: Agosto 2017	Foglio 5 di 21

### 3.2 Campo di applicazione

Per uniformità alle elaborazioni dei due anni precedenti si riporta di seguito la definizione del campo di applicazione nelle sue principali peculiarità.

#### Il sistema di prodotto da studiare e le sue funzioni

Il presente studio di LCA è uno studio della tipologia "cradle-to-gate", ovvero dalla culla al cancello; si considerano quindi tutte le fasi del ciclo di vita che rientrano nelle fasi di captazione, trattamento e adduzione dell'acqua (consegna dell'acqua potabile alla rete di distribuzione).

#### Unità funzionale

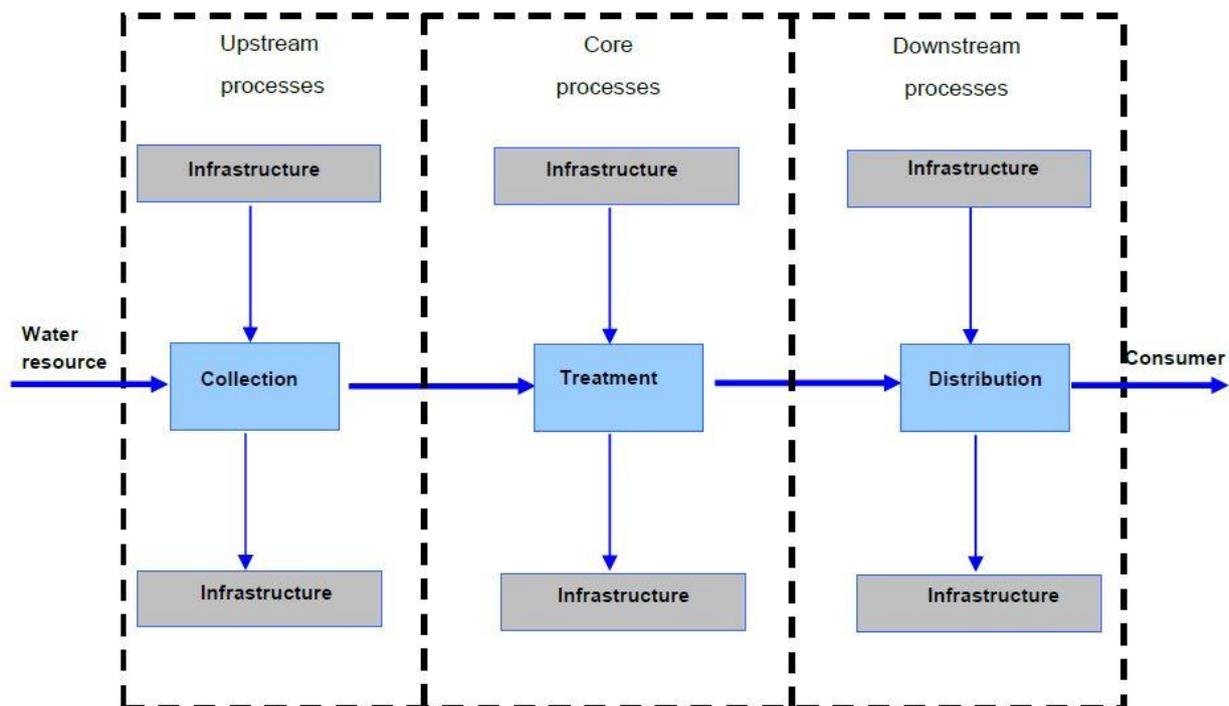
L'unità funzionale costituisce una misura della prestazione funzionale del sistema prodotto. Lo scopo principale dell'unità funzionale è di fornire un riferimento a cui legare i flussi in entrata e in uscita, essa deve essere perciò definita e misurabile.

L'unità funzionale oggetto di studio è rappresentata da 1 m<sup>3</sup> di acqua consegnata.

#### Confini di sistema e applicazione geografica del sistema di prodotto

I confini di sistema determinano le unità di processo da includere nello studio di CFP e quali dati in "ingresso" e/o in "uscita" possono essere omessi. La definizione dei confini di sistema riduce il numero di dati poco significativi da inserire senza che vengano tralasciate le informazioni rilevanti.

I confini vengono tracciati inizialmente per includere tutte le macro-fasi del ciclo di vita da considerare e secondo l'obiettivo posto. Man mano che si raccolgono i dati, durante l'inventario, questi confini vengono ulteriormente rifiniti e ristretti, perché è solo in questi passaggi che è possibile valutare il peso che i singoli processi hanno sull'impatto totale e quindi valutare quanto la loro eventuale esclusione potrebbe modificare il risultato complessivo. Il sistema di prodotto analizzato si estende dalla culla al cancello. Per rappresentare questo sistema sono stati tracciati i confini di sistema in accordo alla PCR come detto sopra. Sono rappresentati in figura 1.



**Figura 1:** Confini del sistema (Fonte: version 1.01 2011:12 PCR - UN CPC code 6921 "Water distribution through mains, except steam and hot water").

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

1. CAPTAZIONE ACQUA (Upstream process)

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

2. TRATTAMENTO ACQUA (Core process)

- Potabilizzazione acqua
- Dissalazione acqua
- Clorazione acqua
- Infrastrutture e manutenzione

 <p><b>CIRIAF</b> Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"</p>	<p align="center"><b>Progetto CFP SICILIACQUE 2016</b> <b>Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per l'anno 2016</b></p>	
<p>Relazione tecnica finale</p>	<p>Data: Agosto 2017</p>	<p>Foglio 7 di 21</p>

### 3. ADDUZIONE ACQUA (Downstream process)

- Adduzione di acqua attraverso gli acquedotti
- Infrastrutture e manutenzione

#### Metodi applicati per trattare aspetti particolari

Per la quantificazione della CFP vengono considerati tutti i tipi di GHG con il rispettivo GWP (fonte ISO 14067). Per la quantificazione della CFP non sono stati trattati aspetti particolari come il carbon storage.

#### Requisiti per i dati utilizzati e la loro qualità

Sono stati raccolti i dati specifici relativi alle fasi di captazione, trattamento ed adduzione dell'acqua. In particolare sono stati reperiti i consumi di energia (elettricità e gas naturale) e di reagenti chimici eventualmente utilizzati nei singoli impianti e centri di trattamento, le specifiche delle condotte idriche, le caratteristiche delle infrastrutture interessate, la dislocazione territoriale delle condotte e dei nuclei di processamento, e la produzione di energia da fonti rinnovabili. Sono state opportunamente misurate e, là dove non disponibili, stimate, le portate di acqua in ingresso e in uscita per ogni fase del processo al fine di garantire una corretta allocazione degli impatti relativamente all'unità funzionale scelta. Per questo studio di LCA si utilizzano quindi dati specifici (dati primari) per i processi che riguardano le fasi di upstream, core process e downstream. Per il fine vita vengono considerati dati sito specifici riguardanti la quantità e la tipologia dei materiali trattati e la diversa metodologia di processamento (discarica, riciclo). Laddove il materiale specifico utilizzato non risulti presente nel database *Ecoinvent* si utilizzano i dati più recenti disponibili, adottando però come criterio di selezione aspetti qualitativi, scegliendo sostanze o processi il più simile possibile alla realtà oggetto dello studio.

Il metodo utilizzato per la valutazione d'impatto nel software *SimaPro* 8.2.0 è IPCC 2013 GWP 100a per la quantificazione della Carbon Footprint. L'analisi di incertezza è stata calcolata tramite la tecnica Montecarlo (i risultati vengono riportati al paragrafo 5.4).

I dati sono stati raccolti ed elaborati secondo i criteri di rilevanza, completezza, consistenza, coerenza, accuratezza e trasparenza richiesti dalla ISO/TS 14067 e secondo i criteri temporali e geografici definiti nel presente capitolo di obiettivo e campo di applicazione.

 <p><b>CIRIAF</b> Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"</p>	<p align="center"><b>Progetto CFP SICILIACQUE 2016</b> <b>Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per l'anno 2016</b></p>	
<p>Relazione tecnica finale</p>	<p>Data: Agosto 2017</p>	<p>Foglio 8 di 21</p>

### Procedure di allocazione

L'allocazione permette di attribuire alla quantità di prodotto definita nell'unità funzionale la corretta quantità di uno specifico consumo e di conseguenza l'impatto relativo.

Ogni volta che è necessario ripartire gli input del sistema, quali ad esempio consumi di energia nella produzione, per il trasporto e gli output quali ad esempio materiali da smaltire, si impiegano dei criteri basati sul volume di acqua e in particolar modo considerando i volumi di acqua prelevata, addotta e consegnata. Per il trattamento di potabilizzazione sono stati considerati i volumi in ingresso e in uscita dalle infrastrutture. L'allocazione su base volume è quindi da considerarsi equivalente a quella sulla massa.

### Confini temporali

Il periodo di riferimento per il calcolo della CFP 2016 va da gennaio 2016 a dicembre 2016. Pertanto, tutti i dati primari raccolti da parte dell'azienda sono relativi a questo periodo.

## 4. Analisi dell'inventario

Il ciclo di vita è suddiviso nelle tre fasi che seguono:

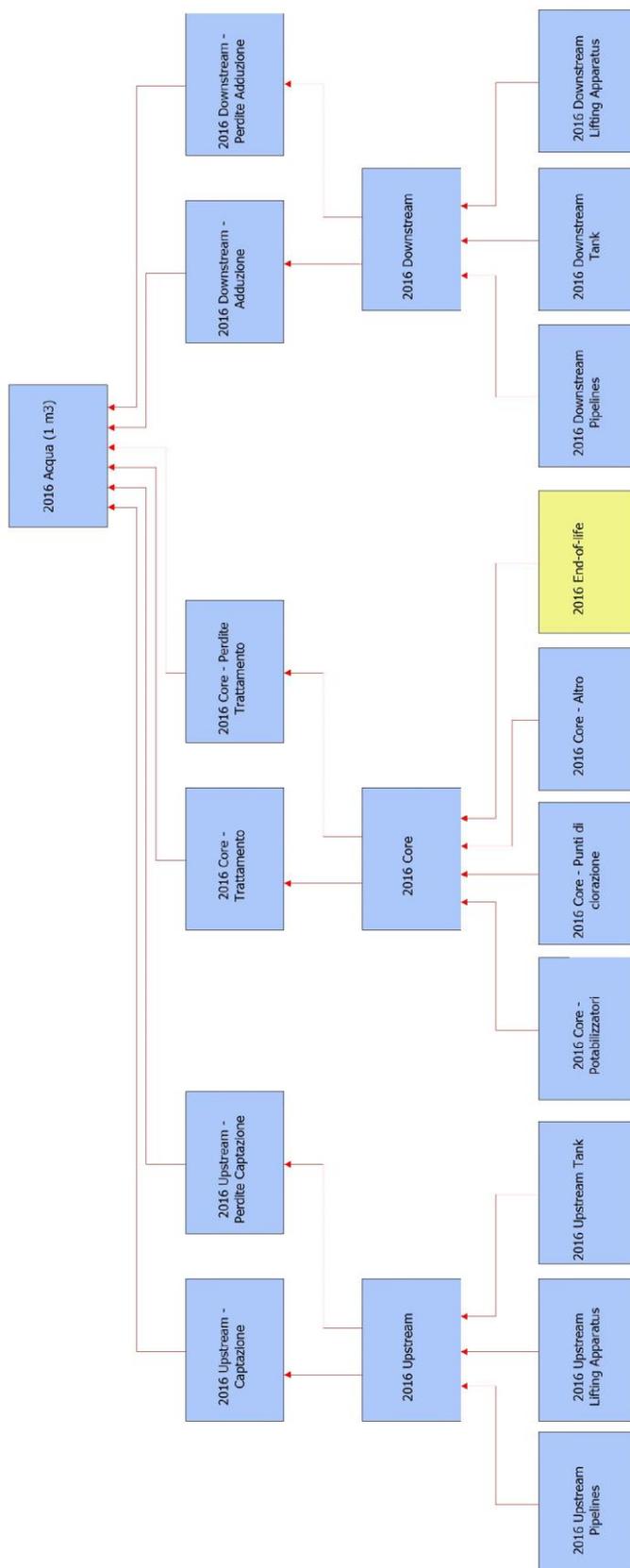
**Upstream:** comprende la captazione dell'acqua e l'invio alle infrastrutture di trattamento, nello specifico ai potabilizzatori, ai punti di clorazione e al dissalatore;

**Core Process:** comprende le operazioni di trattamento dell'acqua (dissalazione, potabilizzazione, clorazione) e le attività di gestione (amministrativa);

**Downstream:** comprende la distribuzione dell'acqua e la consegna ai relativi serbatoi di distribuzione.

La Figura 2 mostra uno schema semplificato del ciclo di vita.

I dati relativi all'anno 2016 sono riportati in Tabella 1-Tabella 5.



**Figura 2:** Schema semplificato del ciclo di vita.

<b>POZZI/SORGENTI</b>	
<b>Elenco di pozzi/sorgenti</b>	<b>ipoclorito di sodio (kg)</b>
sorgenti Alcantara	29,400
pozzi Favara di Burgio + pozzo Callisi	44,790
sorgente Casale	3500
sorgenti Liste e s. Andrea	5,000
pozzi Feudotto	3,750
sorgenti gruppo Cella Gisa	5,600
sorgenti gruppo Urrà	3,125
sorgenti Montescuro	6,250
sorgente Grancio	
sorgente Madonna della Scala	
sorgente Fontana Grande	6,250
pozzi Staglio	15,080
pozzi Giardinello	
pozzo Avola	19,105
<b>ALTRI PUNTI DI CLORAZIONE IN LINEA_Ipoclorito di Sodio</b>	
<b>Elenco punti</b>	<b>ipoclorito di sodio (kg)</b>
Centrale Cannavecchia	12,875
Serbatoio Castelluccio	6,850
Serbatoio N° 1	0
Partitore Celle	0
Centrale Cozzo della Guardia	16,250
Partitore Gargitella	1,000
Partitore Belvedere	4,990
Partitore Madonna della Rocca	0
Vasche di Partanna	5,000
Centrale S. Elia	1,250
Partitore Pianetti	19,710
Piezometro di Sciacca	7,500
Serbatoio Don Pasquale	0
Centrale Serradifalco	6,250
Centrale Torretta	9900
<b>ALTRI PUNTI DI CLORAZIONE IN LINEA_Acido Cloridrico</b>	
<b>Elenco punti</b>	<b>Acido Cloridrico 10% (kg)</b>
Partitore Taverna	4,000
Vasca di San Leo	33,000
Vasche di Partanna	50,060
Centrale Torretta	68,060
<b>ALTRI PUNTI DI CLORAZIONE IN LINEA_Clorito Sodico</b>	
<b>Elenco punti</b>	<b>Clorito sodico 10% (kg)</b>
Partitore Taverna	4,000
Vasca di San Leo	31,000
Vasche di Partanna	40,000
Centrale Torretta	57,060

**Tabella 1:** Core (pozzi, sorgenti e punti di clorazione).



POTABILIZZATORI	Troina	Blufi	Fanaco	Gela	Sambuca
Acqua trattata (m <sup>3</sup> )	21,595,973	0	19,298,544	1,876,428	15,184,025
Elettricità (kWh)	3,280,950	88,703	1,531,592	356,218	17,829,788
<i>Ipoclorito (kg)</i>	80,247	0	193,290	19,619	67,594
<i>Policloruri (kg)</i>	1,022,465	0	649,570	55,179	390,198
<i>Acido Solforico (kg)</i>	72,900	0	97,560	0	124,288
<i>Purate™ (kg)</i>	49,124	0	83,051	0	76,944
<i>Clorito di sodio 10%(kg)</i>	0	0	0	35,414	0
<i>Acido Cloridrico 10%(kg)</i>	0	0	0	34,598	0
<i>Clorito di sodio 20%(kg)</i>	62,049	0	16,240	0	5,887
<i>Acido Cloridrico 32% (kg)</i>	48,595	0	11,980	0	4,086
<i>Permanganato (kg)</i>	4,225	0	3,200	900	0
<i>Carbone attivo (kg)</i>	0	0	0	0	1,440
<i>Polielettrolita (kg)</i>	6,000	0	1,000	675	1,000
<i>Fanghi prodotti (kg)</i>	2,121,690	24,950	312,000	2,660	231,750

**Tabella 2:** Core (potabilizzatori).

Condutture di captazione	Serbatoi	Apparati di sollevamento
Alcantara	Calamaro (EN)	Pozzi Moio Alcantara
Ancipa	Blufi (CL)	Cutò Diga Ancipa
Blufi	Piano Amata (AG)	Centrale Faguara
Fanaco- Madonie Ovest	Catarratti (AG)	Centrale Liste
Garcia	Vasca Vaccarizzo	Centrale Montescuro
Madonie Est	Sambuca (AG)	Pozzi Favara di Burgio in MT
Montescuro Est	Molinello (RG)	Pozzi Favara di Burgio in bt
Montescuro Ovest		Pozzo Callisi
Vittoria Gela		Pozzi Giardinello
		Pozzo Avola 2
		Pozzo Staglio N° 7-8
		Pozzo Staglio N° 9
		Pozzo Staglio N° 10
		Pozzo Staglio N° 11
		Pozzo Staglio N° 12
		Centrale Staglio
		Centrale Madonna della Scala
		Centrale Grancio
		Pozzi Feudotto 1
		Pozzi Feudotto 2
		Diga Garcia
		Diga Leone
		Diga Fanaco

**Tabella 3:** Elenco delle infrastrutture coinvolte nell'upstream.



**CIRIAF**  
 Centro Interuniversitario  
 di Ricerca sull'Inquinamento  
 e sull'Ambiente - "Mauro Felli"

**Progetto CFP SICILIACQUE 2016**  
**Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa  
 ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque  
 S.p.A. per l'anno 2016**

Relazione tecnica finale

Data: Agosto 2017

Foglio 12 di 21

Condutture di captazione	Serbatoi	Apparati di sollevamento
Alcantara	Centrale Rina Savoca	Pianetti (EN)
Ancipa	Centrale Gaggi	S. Silvestro (EN)
Blufi	Centrale Gallodoro	Santa Barbara (CL)
Casale	Centrale Forza d'Agrò	Cozzo della Guardia (CL)
Dissalata da Nubia	Centrale S. Anna	S. Leo (CL)
Dissalata da Gela Aragona	Centrale per Pietraperzia	Vasca "terminale" di Licata (AG)
Fanaco - Madonie Ovest	Rilancio per Aidone	Conca Ginisi (AG)
Favara di Burgio	Centrale per Calascibetta	Piezometro S. Cataldo (CL)
Garcia	Centrale Cozzo della Guardia	S. Elia (CL)
Madonie Est	Centrale Serradifalco	Piezometro Sciacca (AG)
Montescuro Ovest	Centrale S. Elia	Serb. N° 1 (PA)
Vittoria Gela	Centrale Mazzarino	Porco (CL)
	Centrale Campanella	Pietre Cadute (PA)
	Centrale Casaleno	Castelluccio (PA)
	Centrale per Campofranco	Vasca Partanna (TP)
	Centrale S. Biagio Mendolito	
	Centrale Palma di Montechiaro	
	Centrale Torre di Gaffe	
	Centrale Cannavecchia	
	Centrale Villasetta	
	Centrale Favarella	
	Centrale per Cattolica Eraclea	
	Centrale Rocca Corvo	
	Centrale Mosè	
	Centrale per Realmonte	
	Centrale Milo	
	Centrale Giuliana	
	Centrale per Santa Ninfa	
	Centrale Vita	
	Centrale San Giovannello	
	Rilancio per Valderice	
	Centrale Ballata	

**Tabella 4:** Elenco delle infrastrutture coinvolte nel downstream.

Anno	Unità di misura	Upstream	Core – Potabilizzazione	Core – Dissalazione	Core_Pozzi Sorgenti Punti di Clorazione	Core – PV	Downstream
2016	kWh	1,600,309	23,087,251	0	21,113,948	307,497	19,517,034

**Tabella 5:** Riepilogo dei consumi elettrici relativi al 2016.

## 5. Valutazione dell'impatto

### 5.1 Fattori di emissione

I fattori di emissione utilizzati nella valutazione d'impatto sono relativi al database *Ecoinvent* come riportato in bibliografia.

### 5.2 Impatti di caratterizzazione

La valutazione dell'impatto è stata calcolata con il software *SimaPro* 8.2.0 applicando il metodo IPCC 2013 GWP 100a, version 1.02.

Lo studio evidenzia che 1 m<sup>3</sup> di acqua consegnata ha un valore di Carbon Footprint pari a **0.656 kgCO<sub>2</sub>e** relativo all'anno 2016.

### 5.3 Contributo processi

Le varie fasi del ciclo di vita contribuiscono all'impatto complessivo come illustrato in tabella 6.

ANNO	Unità	Upstream process	Perdite Upstream	Core process	Perdite Core	Downstream process	Perdite Downstream	Totale
2016	kgCO <sub>2</sub> e	0.0254	0.000370	0.385	0.00884	0.195	0.0414	0.656
	%	3.88	0.0565	58.7	1.35	29.7	6.31	100

**Tabella 6:** Distribuzione impatto per macro-fasi.

Le perdite riportate in Tabella 6 sono state calcolate facendo un'allocazione per volume considerando i flussi di acqua entranti ed uscenti dalla rete di captazione (Upstream), entranti ed uscenti dalle infrastrutture di trattamento (Core) ed entranti ed uscenti dalla rete di adduzione (Downstream). Le perdite complessive, calcolate considerando il volume totale di acqua captata e consegnata nel 2016, sono pari a 20.33%.

In Figura 3 è riportata la rete del processo, in cui si evidenziano i contributi derivanti dalle fasi di upstream, core e downstream con le relative perdite. La rete dettagliata è riportata nell'Allegato 1.

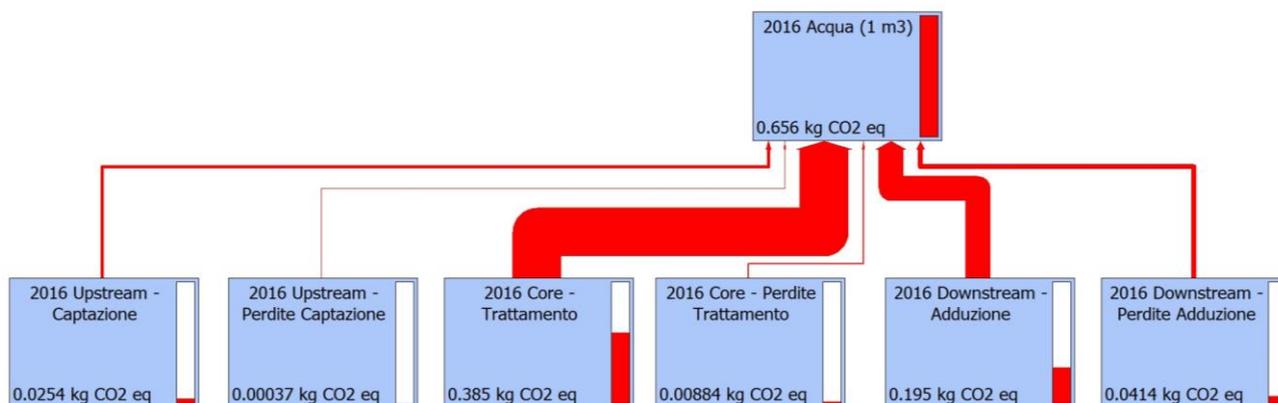


Figura 3: Rete risultati CFP 2016.

L'analisi dettagliata dell'impatto derivante dalle fasi di Upstream, Core e Downstream è mostrata in Tabella 7, Tabella 8 e Tabella 9.

ANNO	Unità	Condutture	Serbatoi	Apparati di sollevamento	Totale Upstream
2016	kg CO <sub>2</sub> e	0.007454	0.0007629	0.01759	0.02581
	%	28.89	2.96	68.16	100

Tabella 7: Distribuzione impatto per Upstream.

ANNO	Unità	Potabilizzatori	Punti di clorazione	Altro	End-of-life	Totale Core
2016	kgCO <sub>2</sub> e	0.2247	0.1557	0.01291	0.0002999	0.3936
	%	57.08	39.56	3.28	0.076	100

Tabella 8: Distribuzione impatto per Core Process.

ANNO	Unità	Condutture	Serbatoi	Apparati di sollevamento	Totale Downstream
2016	kg CO <sub>2</sub> e	0.09091	0.001635	0.1439	0.2365
	%	38.44	0.69	60.86	100

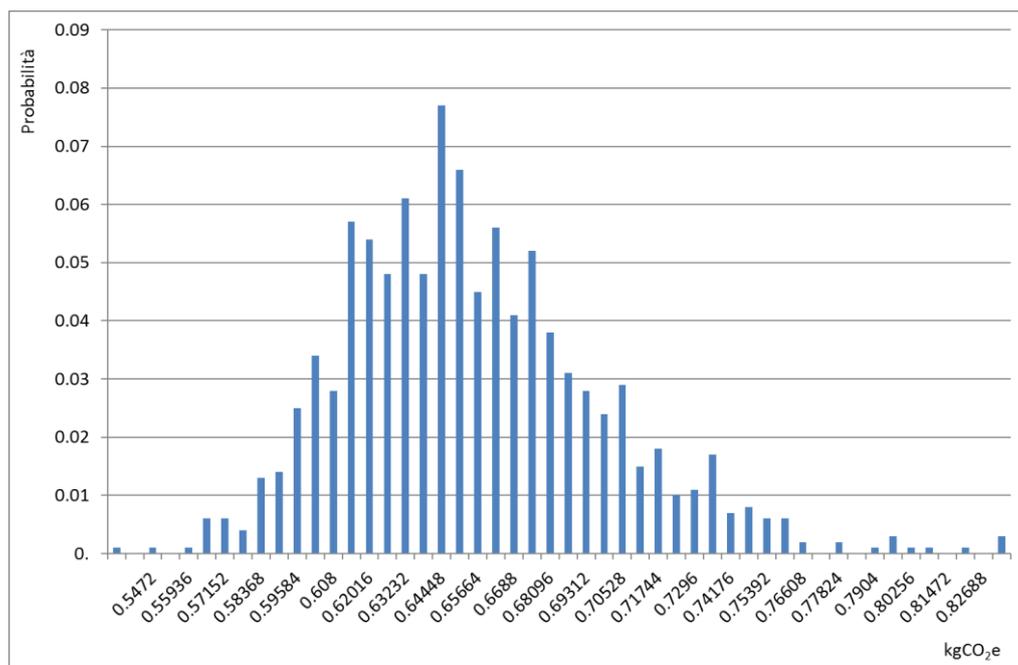
Tabella 9: Distribuzione impatto per Downstream.

#### 5.4 Analisi di incertezza del risultato

La Carbon Footprint indica l'impatto in termini di emissioni di gas serra di un metro cubo di acqua consegnata. Per la composizione del valore della CFP sono stati selezionati processi nel database di *SimaPro* provenienti dal database *Ecoinvent*. I fattori di emissione associati a tali processi presentano una distribuzione statistica attorno al valore di riferimento, o nominale. Il risultato dello studio è stato condotto considerando i valori nominali di tali grandezze. La stima della variabilità del risultato (intervallo di confidenza = 99.9%) è stata effettuata tramite l'analisi dell'incertezza. Con il software *SimaPro* è stata eseguita un'analisi Montecarlo per determinare l'incertezza del valore complessivo della Carbon Footprint. Questo valore di incertezza è la convoluzione delle incertezze proprie dei processi unitari utilizzati per comporre la CFP presenti nel database *ecoinvent*. In considerazione dell'elevato grado di attendibilità dei dati in input utilizzati, non si è reso necessario effettuare ulteriori analisi di sensitività. Dall'analisi di incertezza risulta che la CFP per il 2016 presenta i valori riportati in Tabella 10.

ANNO	Unità	Media	Mediana	Deviazione standard
2016	kg CO <sub>2</sub> e	0.655	0.650	0.044

**Tabella 10:** Risultati dell'analisi di incertezza.



**Figura 4:** Risultato dell'analisi Montecarlo.

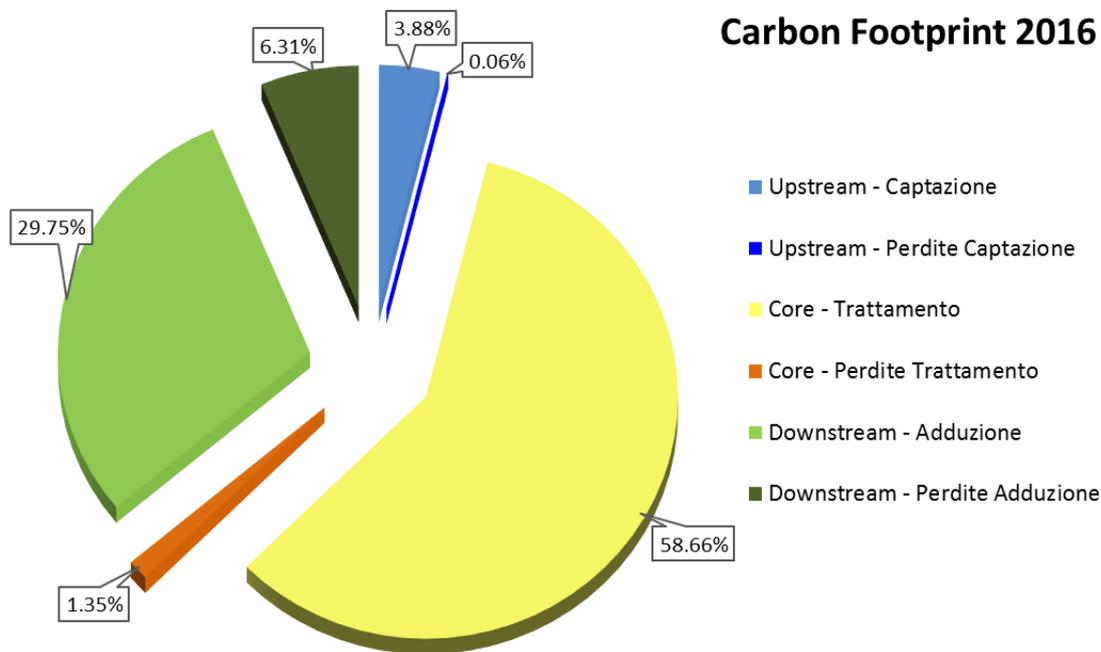
 <p><b>CRIAF</b> Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"</p>	<p align="center"><b>Progetto CFP SICILIACQUE 2016</b> <b>Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per l'anno 2016</b></p>	
<p>Relazione tecnica finale</p>	<p>Data: Agosto 2017</p>	<p>Foglio 16 di 21</p>

## 6. Interpretazione dei risultati

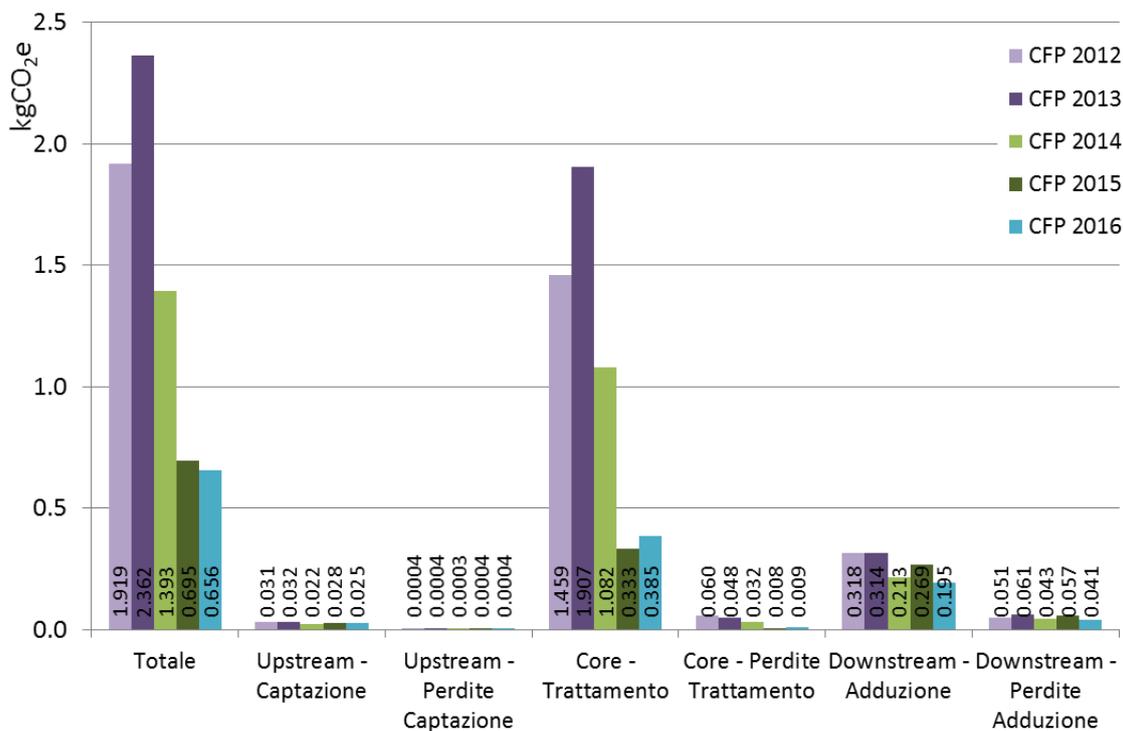
L'interpretazione dei risultati è basata su uno studio comparativo tra i risultati del valore della carbon footprint di prodotto derivante da studi precedenti e relativo agli anni compresi tra il 2009 ed il 2016.

Dal punto di vista metodologico, le analisi relative agli anni 2012-2016 sono state effettuate utilizzando lo stesso approccio in termini di modellazione del ciclo di vita, confini del sistema e suddivisione nelle sottofasi in accordo con la Product Category Rule per la distribuzione di acqua attraverso la rete. La presente valutazione (2016) è stata ottenuta utilizzando la versione aggiornata del database Ecoinvent (v 3.2), per l'anno 2015 si è utilizzata la versione 3.1, mentre per il periodo 2012-2014 la versione 3.0. I risultati relativi agli anni 2009-2011 fanno riferimento ad un approccio semplificato che non include gli impatti associati alle infrastrutture e che fa uso di una differente suddivisione in sottofasi. I confini del sistema nel presente studio includono gli impatti derivanti da tutte le infrastrutture: dissalazione, potabilizzazione, clorazione, condutture e centrali di pompaggio. In conformità alla *PCR 2011:12 Water distribution through mains (except steam and hot water)* le fasi del ciclo di vita sono raggruppate in Upstream, Core, Downstream e differiscono dalla schematizzazione di calcolo adottata negli studi precedenti che si articola in acqua immessa in rete, perdite, acquedotti/manutenzione. La Figura 5 evidenzia i contributi percentuali alla CFP totale per l'anno 2016 oggetto di studio, suddivisi nelle tre fasi con le relative perdite. In Figura 6 e Figura 7 si mostra il raffronto per gli anni dal 2012 al 2016 delle singole fasi ed in Figura 8 il dettaglio delle perdite. La comparazione dei risultati complessivi per gli anni 2009-2016 è rappresentato in Figura 9.

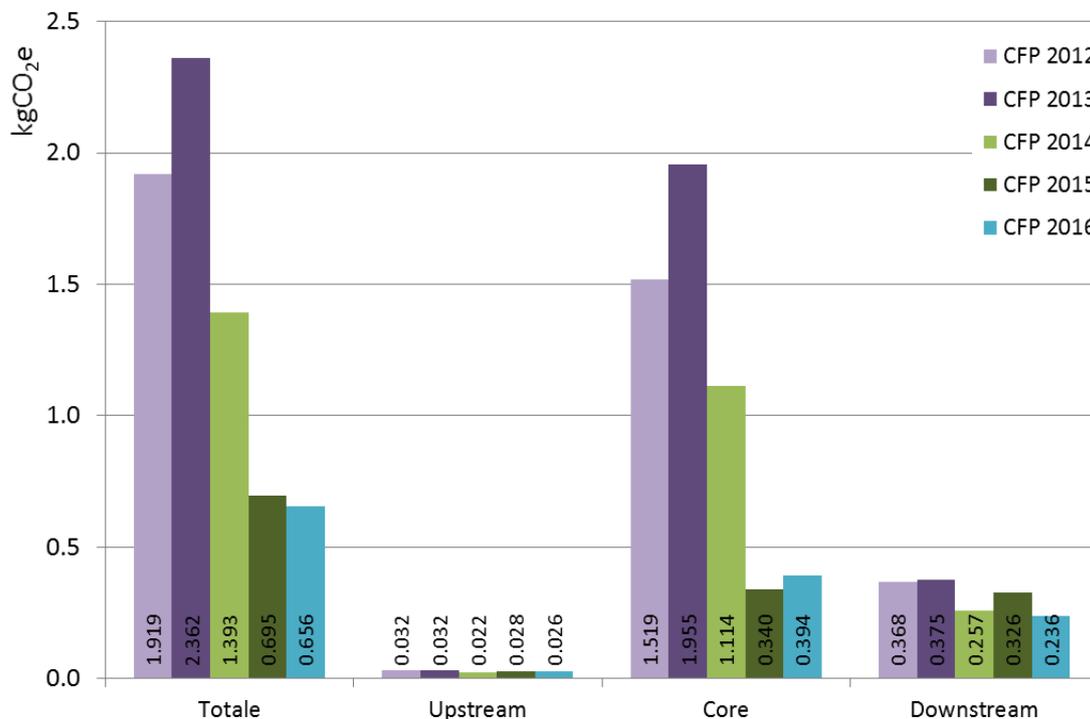
Va sottolineato, infine, che nello studio CFP relativo all'anno 2016, sono stati inclusi gli impatti derivanti dalle attività amministrative della sede centrale di Siciliacque S.p.A. e le emissioni fuggitive dei refrigeranti, in accordo con i confini di calcolo individuati dallo studio per la valutazione delle emissioni di gas serra secondo la norma ISO 14064-1 effettuata dal medesimo gruppo di lavoro per l'anno 2016. L'impatto derivante da tali processi risulta pari a 0.00508 kgCO<sub>2</sub>e (pari a 0.77% del totale).



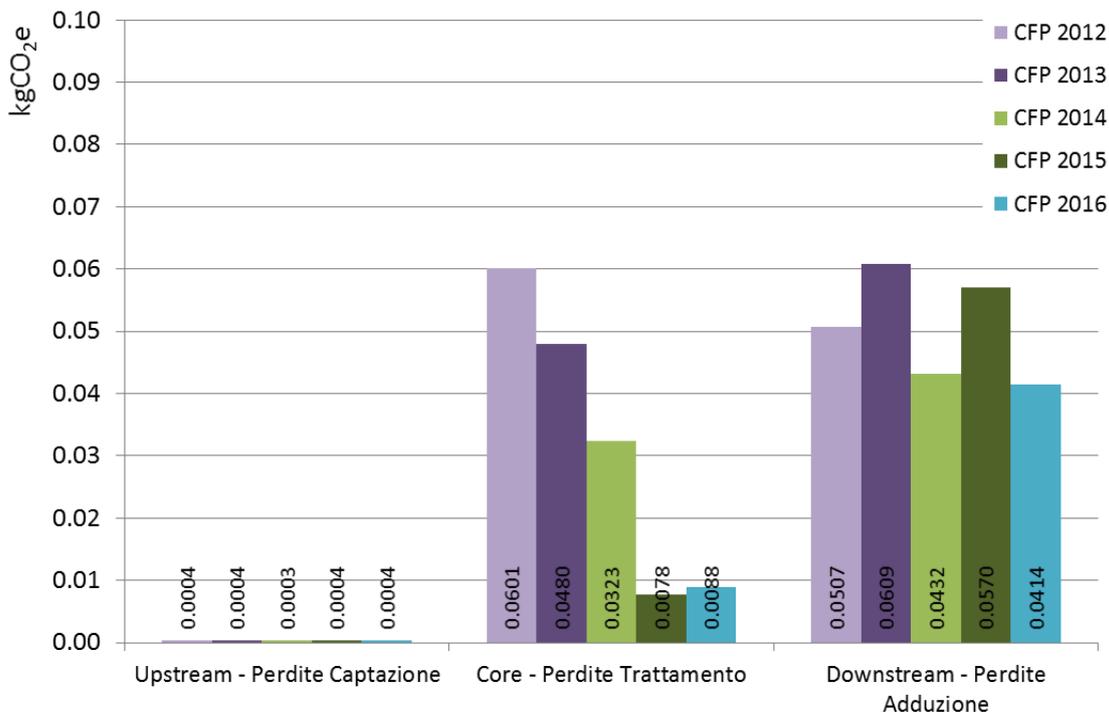
**Figura 5:** Contributi percentuali alla CFP 2016.



**Figura 6:** Confronto CFP dal 2012 al 2016.



**Figura 7:** Confronto CFP dal 2012 al 2016.



**Figura 8:** Dettaglio perdite.

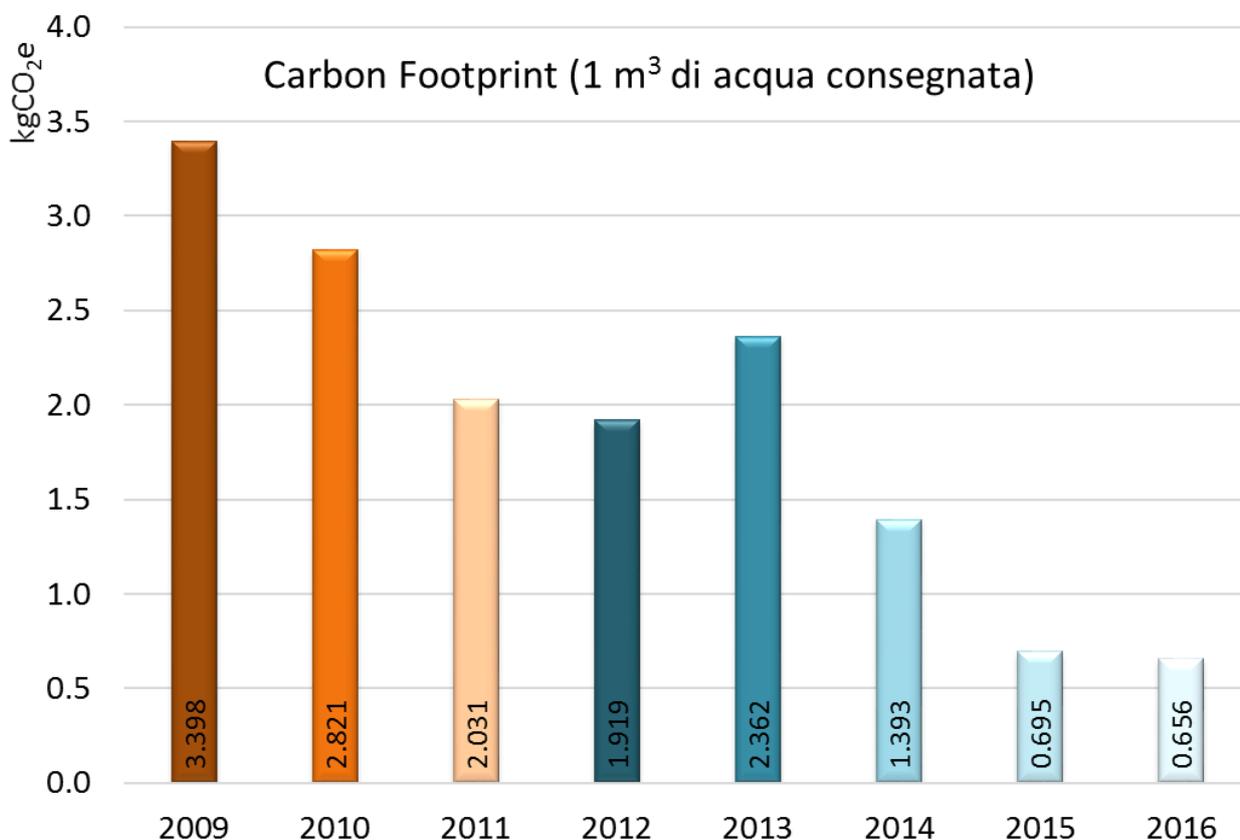


Figura 9: Comparazione dei risultati 2009 – 2016.

## 7. Conclusioni e raccomandazioni

La Carbon Footprint complessiva per l'anno 2016 è consistente con il valore del 2015 e conferma la notevole diminuzione rispetto agli anni precedenti (circa -50% rispetto al 2014). Tale valore è dovuto allo stand by dei dissalatori per effetto del quale nel metro cubo di acqua consegnata non è più presente acqua dissalata. Il processo di dissalazione, infatti, contribuisce in modo sostanziale alla carbon footprint come si evince dalla Figura 10, in cui è mostrata la correlazione tra il valore totale di CFP per m<sup>3</sup> di acqua consegnata ai serbatoi e la percentuale proveniente dagli impianti di dissalazione.

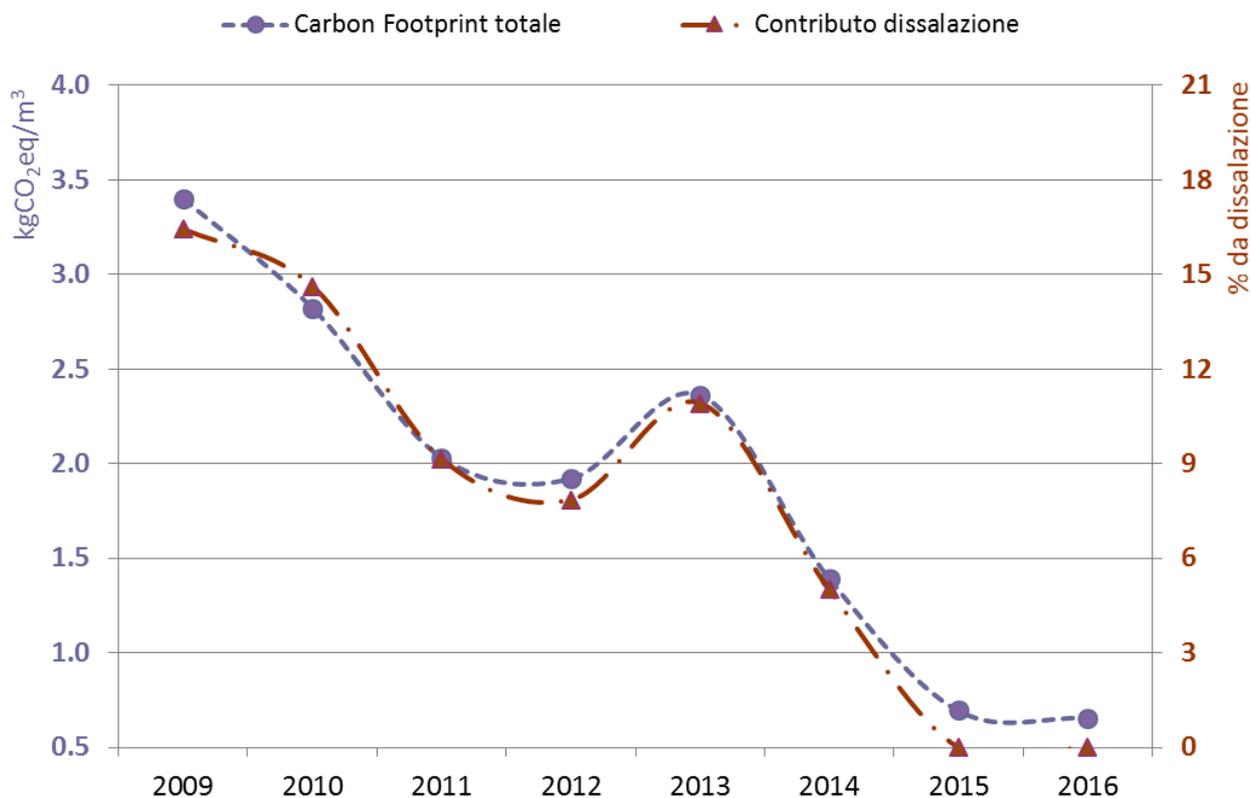
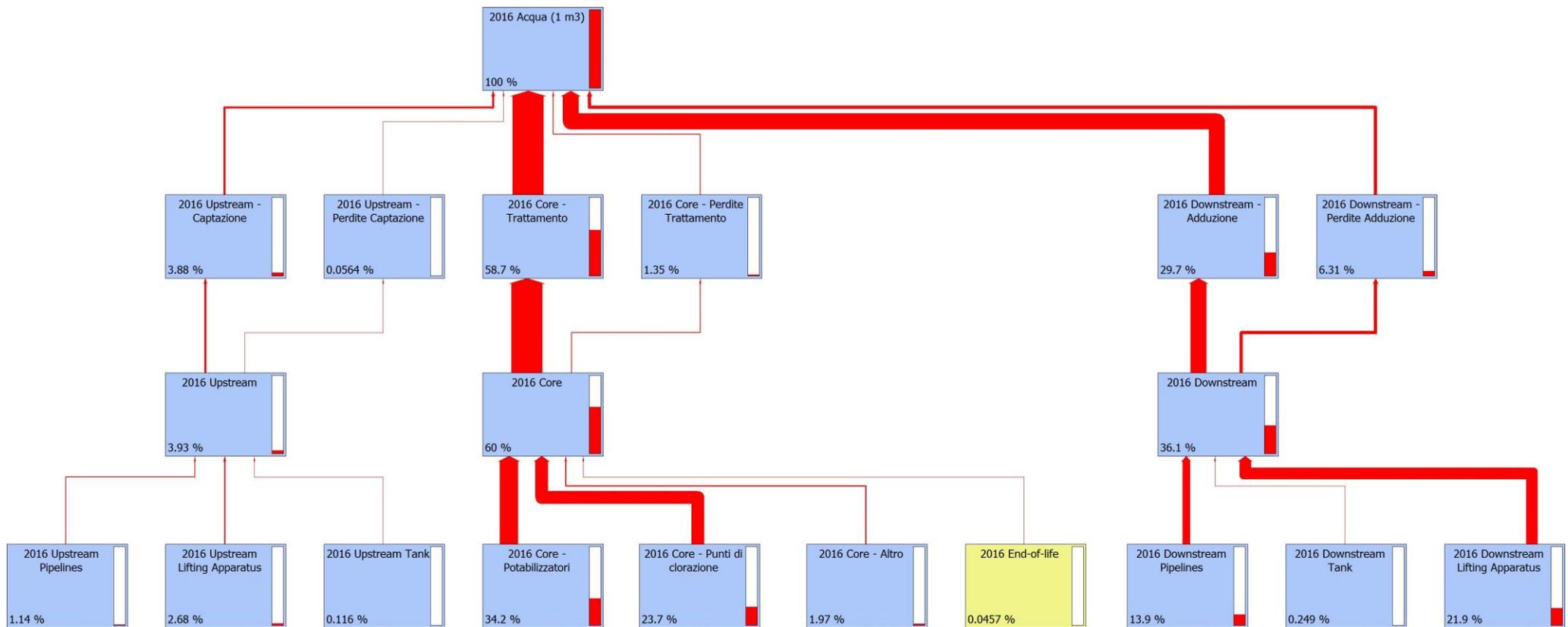


Figura 10: CFP vs contributo dissalazione.

## 8. Bibliografia

- (1) Ecoinvent 3.2
- (2) ISO/TS 14067
- (3) PCR "Water distribution through mains" 2011:12 versione 1.01

## 9. Allegati



**Allegato 1:** Risultati della CFP per l'anno 2016 – Rete delle emissioni relative ad 1 m<sup>3</sup> di acqua consegnata ai serbatoi di distribuzione.