

| | | |
|---|--|-----------------------|
|  | <p align="center">Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013</p> <p>Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013</p> | |
| <p>Relazione tecnica FINALE</p> | <p>Data: SETTEMBRE 2014</p> | <p>Foglio 1 di 28</p> |

Progetto CFP SICILIACQUE 2012/13

" Quantificazione dell'impronta ecologica Carbon Footprint relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013 "

RELAZIONE TECNICA FINALE

15 SETTEMBRE 2014

GRUPPO DI LAVORO

Responsabile scientifico:

Prof. Ing. Franco Cotana – Direttore del CIRIAF

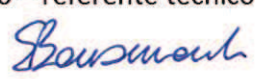


Gruppo di lavoro:

Dott. Ing. Maria Cleofe Merico – referente tecnico



Dott. Emanuele Bonamente



Dott. Ing. Sara Rinaldi



Dott. Ing. Marco Barbanera



| | | |
|---|--|-----------------------|
|  <p>CIRIAF Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"</p> | <p>Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013 Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013</p> | |
| <p>Relazione tecnica FINALE</p> | <p>Data: SETTEMBRE 2014</p> | <p>Foglio 2 di 28</p> |

INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUZIONE | 3 |
| 1.1 Life cycle assessment | 3 |
| 1.2 Carbon Footprint di prodotto/servizio | 4 |
| 2. PROGETTO CFP SICILIACQUE 2012/2013 | 5 |
| 3. DEFINIZIONE OBIETTIVO E CAMPO DI APPLICAZIONE DEL PROGETTO CFP SICILIACQUE 2012/2013 | 7 |
| 3.1 Obiettivo | 7 |
| 3.2 Campo di applicazione | 7 |
| 4. ANALISI DELL'INVENTARIO | 11 |
| 5. VALUTAZIONE DELL'IMPATTO | 17 |
| 5.1 Fattori di emissione..... | 17 |
| 5.2 Impatti di caratterizzazione | 17 |
| 5.3 Contributo processi..... | 17 |
| 5.4 Analisi di incertezza del risultato..... | 18 |
| 6. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI | 20 |
| 7. CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI | 24 |
| 8. BIBLIOGRAFIA | 26 |
| 9. ALLEGATI | 27 |

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
|  | <p align="center">Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013</p> <p>Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013</p> | |
| <p>Relazione tecnica FINALE</p> | <p>Data: SETTEMBRE 2014</p> | <p>Foglio 3 di 28</p> |

1. Introduzione

Il presente CFP Study Report è relativo al progetto "CFP SICILIACQUE 2012/2013" 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 l'impronta ecologica Carbon Footprint relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A.

1.1 Life cycle assessment

La valutazione del ciclo di vita o life cycle assessment (LCA) è uno strumento per analizzare le implicazioni ambientali di un prodotto o di un servizio, lungo tutte le fasi del suo ciclo di vita, ossia dall'estrazione delle materie prime, attraverso la produzione, il trasporto, l'utilizzo, fino allo smaltimento ("cradle-to-grave") oppure limitatamente ad alcune fasi del ciclo ("cradle-to-gate" o "gate-to-gate").

La LCA ordina la complessità dei processi relativi alla vita di un prodotto o di un servizio, identifica gli impatti maggiori e permette in questo modo di individuare le priorità di intervento.

Gli standard relativi alla LCA, UNI EN ISO 14040:2006 ed UNI EN ISO 14044:2006, indicano le seguenti quattro fasi di procedura per lo svolgimento dello studio:

- **Definizione dell'obiettivo e campo di applicazione**

Fase preliminare in cui vengono definiti le finalità dello studio, l'unità funzionale, i confini del sistema studiato, il fabbisogno di dati, le assunzioni e le considerazioni sulla revisione critica.

- **Analisi dell'inventario**

Comprende la compilazione e la quantificazione dei flussi in entrata e in uscita relative all'oggetto di studio, nel corso dell'intero ciclo di vita.

- **Valutazione dell'impatto**

Fase orientata a comprendere e a stimare l'ampiezza e l'importanza dei potenziali impatti ambientali dell'oggetto di studio.

- **Interpretazione**

| | | |
|---|--|-----------------------|
|  <p>CIRIAF Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"</p> | <p>Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013 Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013</p> | |
| <p>Relazione tecnica FINALE</p> | <p>Data: SETTEMBRE 2014</p> | <p>Foglio 4 di 28</p> |

L'analisi dell'inventario e/o la valutazione dell'impatto sono combinate coerentemente con l'obiettivo prestabilito e lo scopo da raggiungere, al fine di ricavare conclusioni e raccomandazioni per l'oggetto di studio e per il miglioramento dello studio stesso.

1.2 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 (CO₂), Metano (CH₄), Protossido di azoto (N₂O), Idrofluorocarburi (HFC), Perfluorocarburi (PFC) e Esafluoruro di zolfo (SF₆).

Il valore numerico della CFP viene espresso in chilogrammi di CO₂ 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 CO₂, 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>CIRIAF Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"</p> | <p>Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013 Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013</p> | |
| <p>Relazione tecnica FINALE</p> | <p>Data: SETTEMBRE 2014</p> | <p>Foglio 5 di 28</p> |

2. Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013

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 2012/2013.

Il progetto è finalizzato alla quantificazione della Carbon Footprint del servizio offerto dall'azienda SICILIACQUE nei sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile per gli anni 2012 e 2013, e quindi alla realizzazione di obiettivi di miglioramento volti a ridurre l'entità della CFP dell'unità funzionale e, ove possibile, cercare di arrivare alla sua neutralizzazione con interventi ad hoc.

Il progetto prevede lo sviluppo di quattro fasi di seguito sinteticamente riportate:

Fase 1 : Analisi dell'impronta di carbonio del servizio/prodotto di largo consumo selezionato nelle diverse fasi del ciclo di vita.

Risultati attesi: valore numerico della CFP, espresso in kg di CO₂e, 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.

Fase 2 : Individuazione delle possibili misure da attuare per la riduzione delle emissioni nel ciclo di vita del servizio di consumo selezionato.

Risultati attesi: individuazione delle possibili misure da attuare per la riduzione delle emissioni nel ciclo di vita e dalla definizione e programmazione delle medesime, sulla base delle valutazioni condotte e degli indicatori calcolati nonché dei risultati attesi.

Fase 3 : Individuazione delle possibili misure per la neutralizzazione dell'impronta di carbonio.

Risultati attesi: individuazione delle possibili misure per la neutralizzazione dell'impronta di carbonio e strategia di attuazione delle misure.

Fase 4 : Strategie e iniziative di comunicazione al pubblico dei risultati dell'analisi dell'impronta di carbonio.

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
|  <p>CIRIAF Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"</p> | <p>Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013 Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013</p> | |
| <p>Relazione tecnica FINALE</p> | <p>Data: SETTEMBRE 2014</p> | <p>Foglio 6 di 28</p> |

Risultati attesi: strategie ed iniziative di comunicazione al pubblico dei risultati dell'analisi dell'impronta di carbonio. Piano della comunicazione e media plan. Elaborazione degli strumenti operativi di comunicazione.

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

| | | |
|---|--|-----------------------|
|  <p>CIRIAF Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"</p> | <p>Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013 Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013</p> | |
| <p>Relazione tecnica FINALE</p> | <p>Data: SETTEMBRE 2014</p> | <p>Foglio 7 di 28</p> |

3. Definizione obiettivo e campo di applicazione del progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013

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 al PCR (2013-07-18) all'interno dell'International EPD® System.

3.2 Campo di applicazione

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 alla cancellata; 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 alle reti 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 m³** di acqua addotta.

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.

| | | |
|---|--|-----------------------|
|  | <p align="center">Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013</p> <p>Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013</p> | |
| <p>Relazione tecnica FINALE</p> | <p>Data: SETTEMBRE 2014</p> | <p>Foglio 8 di 28</p> |

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.

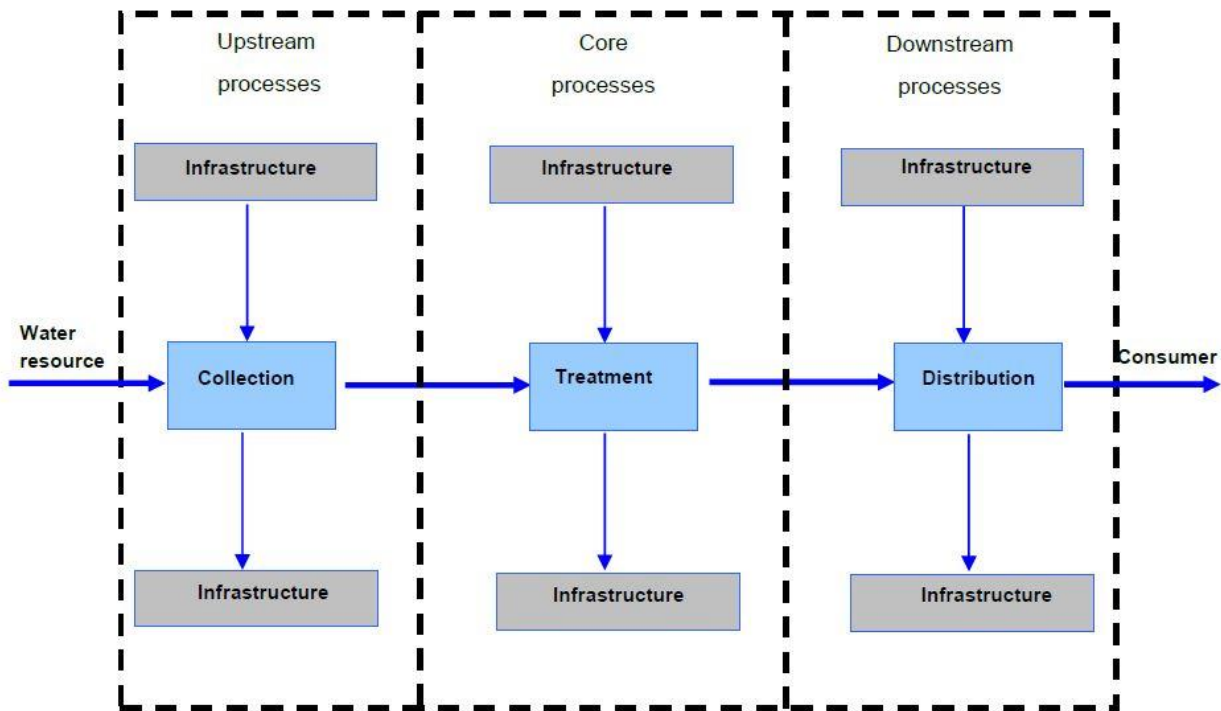


Figura 1: Confini del sistema (Fonte: version 1.01 2011:12 PCR - UN CPC code 6921 "Water distribution through mains, except steam and hot water")

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
|  | <p align="center">Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013</p> <p>Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013</p> | |
| <p>Relazione tecnica FINALE</p> | <p>Data: SETTEMBRE 2014</p> | <p>Foglio 9 di 28</p> |

Nel presente studio, i confini del sistema considerato comprenderanno 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
 - Infrastrutture e manutenzione
3. ADDUZIONE ACQUA (Downstream process)
 - Adduzione di acqua attraverso gli acquedotti
 - Infrastrutture e manutenzione

Metodi applicati per trattare aspetti particolari (es. carbon storage)

Per la quantificazione della CFP vengono considerati tutti i tipi di GHG con il rispettivo GWP (fonte appendice ISO 14067), non solo CO₂.

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

| | | |
|---|--|--------------------------------------|
|  <p>CIRIAF Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"</p> | <p>Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013 Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013</p> | |
| <p>Relazione tecnica FINALE</p> | <p>Data: SETTEMBRE 2014</p> | <p>Foglio 10 di 28</p> |

(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* 8.0.1 è IPCC 2007 GWP 100a per la quantificazione della Carbon Footprint. L'analisi di incertezza è stata calcolata con la Monte Carlo Analysis, sempre di *SimaPro* 8.0.1 e i risultati vengono riportati al paragrafo 7.4.

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.

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 2012 va da gennaio 2012 a dicembre 2012, e quello per il calcolo della CFP 2013 da gennaio 2013 a dicembre 2013. Pertanto, tutti i dati primari raccolti da parte dell'azienda sono relativi a questi due periodi.

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013 Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013 | |
| Relazione tecnica FINALE | Data: SETTEMBRE 2014 | Foglio 11 di 28 |

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 e potabilizzazione;

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.

Le Tabelle 1- 8 riportano i dati relativi agli anni 2012 e 2013.

| Elenco condutture di captazione | LUNGHEZZA CONDUTTURE (m) | Elenco dei serbatoi | Elenco degli apparati di sollevamento |
|---------------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| Alcantara | 15820 | Calamaro (EN) | Pozzi Moio Alcantara |
| Ancipa | 338 | Blufi (CL) | Cutò Diga Ancipa |
| Blufi | 5649 | Piano Amata (AG) | Centrale Faguara |
| Fanaco- Madonie Ovest | 58049 | Catarratti (AG) | Centrale Liste |
| Garcia | 17105 | Vasca Vaccarizzo | Centrale Montescuro |
| Madonie Est | 9586 | Sambuca (AG) | Pozzi Favara di Burgio in MT |
| Montescuro Est | 2650 | Molinello (RG) | Pozzi Favara di Burgio in bt |
| Montescuro Ovest | 13650 | | Pozzo Callisi |
| Vittoria Gela | 2333 | | 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 1: Elenco delle infrastrutture coinvolte nell'upstream

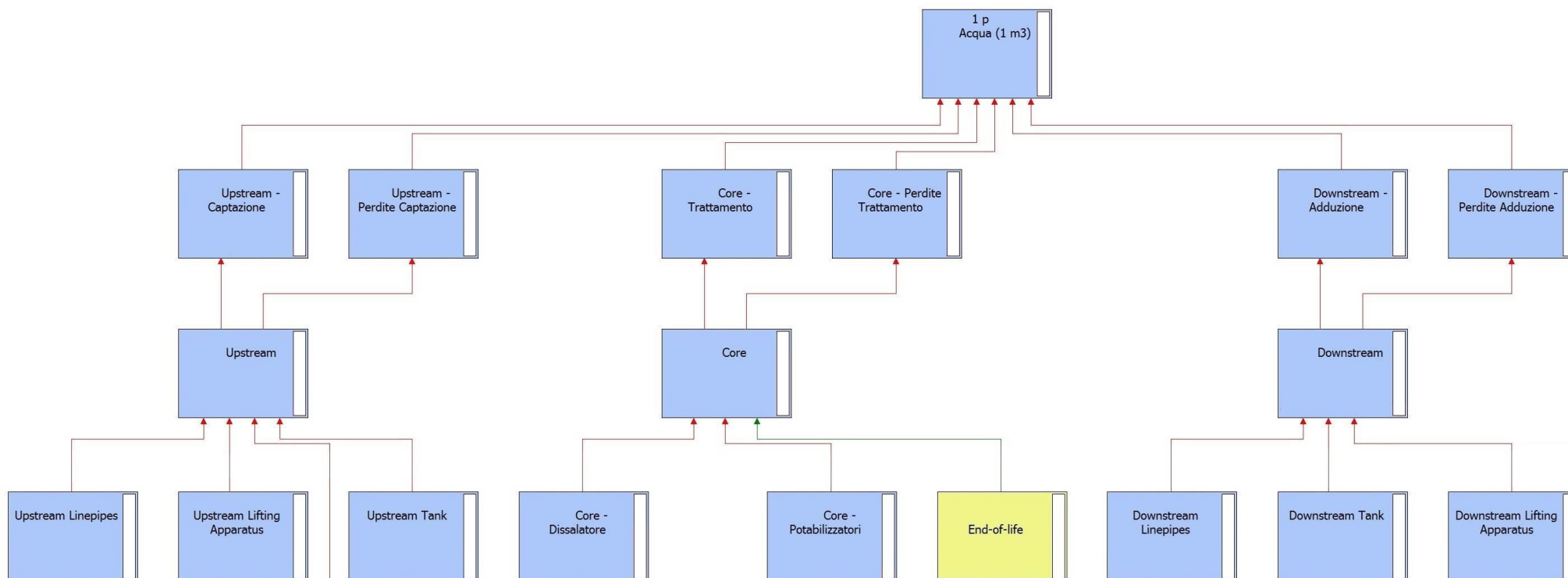


Figura 2: Schema semplificato del ciclo di vita

| POTABILIZZATORI | Acqua trattata (m3) | Elettricità (kWh) | Ipoclorito (kg) | Policloruri (kg) | Acido Solforico (kg) | Purate™ (kg) | Clorito di sodio 10%(kg) | Acido Cloridrico 10%(kg) | Clorito di sodio 20%(kg) | Acido Cloridrico 32% (kg) | Permanganato (kg) | Carbone attivo(kg) | Polielettrolita (kg) | Microsabbia (kg) | Fanghi prodotti (kg) |
|-----------------|---------------------|-------------------|-----------------|------------------|----------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| Troina | 17'765'096 | 3'241'098 | 86'626 | 515'320 | 56'099 | 41'093 | | | 27'517 | 28'356 | | 1'000 | 1'700 | | 410'600 |
| Blufi | 1'798'621 | 223'965 | 17'552 | 108'537 | | | | | 11'270 | 9'253 | | | 0 | | 21'240 |
| Fanaco | 16'778'680 | 1'127'929 | 211'660 | 503'947 | 98'956 | 80'424 | | | | | 275 | | 0 | | 111'280 |
| Gela | 2'506'599 | 468'054 | 21'297 | 45'036 | | | 28'828 | 30'246 | | | | | 875 | 9'000 | 112'040 |
| Sambuca | 8'839'553 | 13'979'533 | 61'114 | 218'943 | 45'039 | 35'566 | | | 11'476 | 2'690 | | | 1'450 | | 89'160 |

Tabella 2: Core (Potabilizzatori). Dati per il 2012

| POTABILIZZATORI | Acqua trattata (m3) | Elettricità (kWh) | Ipoclorito (kg) | Policloruri (kg) | Acido Solforico (kg) | Purate™ (kg) | Clorito di sodio 10%(kg) | Acido Cloridrico 10%(kg) | Clorito di sodio 20%(kg) | Acido Cloridrico 32% (kg) | Permanganato (kg) | Carbone attivo(kg) | Polielettrolita (kg) | Microsabbia (kg) | Fanghi prodotti (kg) |
|-----------------|---------------------|-------------------|-----------------|------------------|----------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| Troina | 18'945'904 | 3'176'097 | 71'815 | 626'500 | 56'885 | 50'470 | | | 30'650 | 26'200 | | | | | 547'900 |
| Blufi | 2'083'035 | 225'665 | 6'978 | 155'949 | | | | 4'000 | 9'221 | 3'275 | 300 | | | | 49'760 |
| Fanaco | 12'186'752 | 1'129'965 | 129'190 | 261'870 | 84'104 | 51'176 | | | | | | | | | 164'760 |
| Gela | 2'557'178 | 457'684 | 12'831 | 68'910 | | | 40'034 | 42'542 | 34'007 | 23'503 | | | 250 | | 275'220 |
| Sambuca | 7'271'639 | 11'350'383 | 42'312 | 152'591 | 31'326 | 20'371 | | | | | | | | | 304'440 |

Tabella 3: Core (Potabilizzatori). Dati per il 2013

| DISSALATORI | Acqua trattata (m3) | Elettricità (kWh) | Gas naturale (Nm3) | Ipoclorito sodio (kg) | Acido Cloridrico 32% (kg) | Anidrite carbonica (kg) | Antincrostanti (kg) | Calce (kg) | Carbonato sodio (kg) | Calce idrata (kg) | Acido Demi HCl 33 (kg) | Soda Demi (kg) | Olio Lubrificante (kg) | Grasso Lubrificante (kg) | Socalam AF(kg) | Socalam PMI 15(kg) | Gel Deox 120(kg) | Acido Lavaggi (kg) | BELGAR D EV 2050 (kg) |
|-------------|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|------------|----------------------|-------------------|------------------------|----------------|------------------------|--------------------------|----------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------------|
| Trapani | 5'684'103 | 20'727'797 | 35'993'950 | 69'767 | 5'150 | 972'475 | 5'022 | 500'170 | 151'500 | 478'644 | 1'194 | 8'520 | 16 | 150 | 6'000 | 56'525 | 2'172 | 100 | 920 |

Tabella 4: Core (Dissalatori). Dati per il 2012

| DISSALATORI | Acqua trattata (m3) | Elettricità (kWh) | Gas naturale (Nm3) | Ipoclorito sodio (kg) | Acido Cloridrico 32% (kg) | Anidrite carbonica (kg) | Antincrostanti (kg) | Calce (kg) | Carbonato sodio (kg) | Calce idrata (kg) | Acido Demi HCl 33 (kg) | Soda Demi (kg) | Olio Lubrificante (kg) | Grasso Lubrificante (kg) | Socalam AF(kg) | Socalam PMI 15(kg) | Gel Deox 120(kg) | Acido Lavaggi (kg) | Bicarbo nato di Sodio (kg) | Nalco di (kg) | Nalco BT15(kg) |
|-------------|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|------------|----------------------|-------------------|------------------------|----------------|------------------------|--------------------------|----------------|--------------------|------------------|--------------------|----------------------------|---------------|----------------|
| Trapani | 7'765'033 | 27'151'532 | 48'456'227 | 79'446 | 2'000 | 1'074'955 | 8'019 | 330'174 | 70'000 | 24'000 | 5'181 | 12'259 | 30 | 180 | 11'600 | 84'638 | 4'784 | 1'000 | 116'675 | 210 | 200 |

Tabella 5: Core (Dissalatori). Dati per il 2013

| | 2012 | 2013 |
|---|----------------------------------|----------------------------------|
| POZZI/SORGENTI | | |
| Elenco di pozzi/sorgenti | ipoclorito di sodio (kg) | ipoclorito di sodio (kg) |
| sorgenti alcantara | 23'960 | 28'950 |
| pozzi Favara di Burgio + pozzo callisi | 31'850 | 34'110 |
| sorgente casale | | 0 |
| pozzi assieni | 0 | 0 |
| pozzo stadio | 0 | 0 |
| sorgenti liste e s.andrea | 9'050 | 6'160 |
| pozzi Feudotto | 13'490 | 7'570 |
| sorgenti gruppo cella gisa | 6'460 | 5'110 |
| sorgenti gruppo urrà | 9'730 | 10'460 |
| sorgenti montescuro | 6'760 | 6'210 |
| sorgente grancio | | |
| sorgente madonna della scala | 17'540 | 8'420 |
| sorgente fontana grande | | |
| pozzi staglio | 12'280 | 3'740 |
| pozzi giardinello | | |
| pozzo avola | 22'460 | 26'640 |
| ALTRI PUNTI DI CLORAZIONE IN LINEA | | |
| Elenco punti | ipoclorito di sodio (kg) | ipoclorito di sodio (kg) |
| Centrale Cannavecchia | 5'200 | 7'160 |
| Centrale Cozzo della Guardia | 7'200 | 18'660 |
| Centrale di Palma di Montechiaro | 1'950 | 2'210 |
| Centrale di Serradifalco | 9'730 | 1'180 |
| Partitore Pianetti | 19'300 | 35'365 |
| Piezometro di Sciacca | 9'740 | 3'790 |
| Serbatoio Don Pasquale | 19'210 | 8'750 |
| ALTRI PUNTI DI CLORAZIONE IN LINEA | | |
| Elenco punti | Acido Cloridrico 10% (kg) | Acido Cloridrico 10% (kg) |
| Vasca di San Leo | 20'000 | 31'000 |
| Vasche di Partanna | 39'100 | 42'000 |
| ALTRI PUNTI DI CLORAZIONE IN LINEA | | |
| Elenco punti | Clorito sodico 10% (kg) | Clorito sodico 10% (kg) |
| Vasca di San Leo | 15'000 | 28'000 |
| Vasche di Partanna | 35'000 | 42'000 |

Tabella 6: Core (Potabilizzatori e Punti di clorazione). Dati per il 2012 e per il 2013

| Anno | Unità di misure | Upstream | Core – Potabilizzazione | Core – Dissalazione | Core – PV | Downstream |
|------|-----------------|-----------|-------------------------|---------------------|-----------|------------|
| 2012 | kWh | 3'235'119 | 19'040'579 | 20'727'797 | 218'780 | 39'454'833 |
| 2013 | kWh | 2'843'928 | 16'339'794 | 27'151'532 | 287'202 | 34'683'947 |

Tabella 7: Riepilogo dei consumi elettrici. Dati per il 2012 e per il 2013

| Elenco condutture di adduzione | LUNGHEZZA CONDOTTURE (m) | Elenco degli apparati di sollevamento | Elenco degli serbatoi |
|--|--------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Alcantara (L=51.456 m) | 51456 | Centrale Rina Savoca | Pianetti (EN) |
| Ancipa (L=223.328 m) | 223328 | Centrale Gaggi | S. Silvestro (EN) |
| Blufi (L=115.051 m) | 115051 | Centrale Gallodoro | Santa Barbara (CL) |
| Casale (L= 31.412 m) | 31412 | Centrale Forza d'Agrò | Cozzo della Guardia (CL) |
| Dissalata da Nubia (L= 92.455 m) | 92455 | Centrale S.Anna | S. Leo (CL) |
| Dissalata da Gela Aragona (L= 172.002 m) | 172002 | Centrale per Pietraperzia | Vasca "terminale" di Licata (AG) |
| Fanaco - Madonie Ovest (L=227.551 m) | 227551 | Rilancio per Aidone | Conca Ginisi (AG) |
| Favara di Burgio (L= 168.085 m) | 168085 | Centrale per Calascibetta | Piezometro S. Cataldo (CL) |
| Garcia (L=29.493 m) | 29493 | Centrale Cozzo della Guardia | S. Elia (CL) |
| Madonie Est (L=148.642 m) | 148642 | Centrale Serradifalco | Piezometro Sciacca (AG) |
| Montescuro Ovest (L=241.888 m) | 241888 | Centrale S. Elia | Serb. N° 1 (PA) |
| Vittoria Gela (L=25.306 m) | 25306 | 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 Villaseta | |
| | | 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 Giovanniello | |
| | | Rilancio per Valderice | |
| | | Centrale Ballata | |

Tabella 8: Elenco delle infrastrutture coinvolte nel downstream

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013 Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013 | |
| Relazione tecnica FINALE | Data: SETTEMBRE 2014 | Foglio 17 di 28 |

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* 8.0.1 applicando il metodo IPCC 2007 GWP 100a, version 1.02.

Lo studio evidenzia che 1 m³ di acqua consegnata ha un valore di Carbon Footprint pari a **1.949 kg CO₂e (2012)** ed un valore di Carbon Footprint pari a **2.330 kg CO₂e (2013)**.

5.3 Contributo processi

Le varie fasi del ciclo di vita contribuiscono all'impatto complessivo come illustrato di seguito.

| ANNO | Unità | Upstream process | Perdite | Core process | Perdite | Downstream process | Perdite | Totale |
|------|----------------------|------------------|---------|--------------|---------|--------------------|---------|--------------|
| 2012 | kg CO ₂ e | 0.202 | 0.002 | 1.428 | 0.059 | 0.227 | 0.031 | 1.949 |
| | % | 10.35 | 0.12 | 73.26 | 3.02 | 11.65 | 1.60 | 100 |
| 2013 | kg CO ₂ e | 0.197 | 0.003 | 1.866 | 0.047 | 0.187 | 0.030 | 2.330 |
| | % | 8.47 | 0.11 | 80.08 | 2.01 | 8.01 | 1.30 | 100 |

Tabella 9: Distribuzione impatto per macro-fasi

Le perdite riportate in tabella 9 sono state calcolate facendo un'allocazione per massa considerando i flussi di acqua entranti ed uscenti dalla rete di captazione (Upstream), entranti ed uscenti dalla 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 sono pari a **16.86 %** nel 2012 e **18.65 %** nel 2013.

| | | |
|---|--|----------------------|
|  | Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013 Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013 | |
| | Relazione tecnica FINALE | Data: SETTEMBRE 2014 |

La tabella 10 analizza con ulteriore dettaglio l'impatto derivante dalla fase di Core Process che rappresenta il contributo predominante alla CFP totale per entrambi gli anni.

| ANNO | Unità | Dissalazione | Potabilizzazione | End of life | Totale Core |
|------|----------------------|--------------|------------------|-------------|--------------|
| 2012 | kg CO ₂ e | 1.272 | 0.214 | -0.000 | 1.486 |
| | % | 65.30 | 11.00 | -0.02 | 76.30 |
| 2013 | kg CO ₂ e | 1.727 | 0.186 | -0.001 | 1.913 |
| | % | 74.14 | 8.00 | -0.03 | 82.10 |

Tabella 10: Distribuzione impatto per CORE PROCESS

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 valore nominali di tali grandezze. La stima della variabilità del risultato (intervallo di confidenza) è stata effettuata tramite l'analisi dell'incertezza.

Con il software *SimaPro* è stata eseguita un'analisi di Monte Carlo 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 2012 ed il 2013 presenta i valori riportati in tabella 11.

| ANNO | Unità | Media | Mediana | Deviazione standard |
|------|----------------------|--------------|--------------|---------------------|
| 2012 | kg CO ₂ e | 1.942 | 1.936 | 0.117 |
| 2013 | kg CO ₂ e | 2.327 | 2.323 | 0.141 |

Tabella 11: Distribuzione impatto per macro-fasi

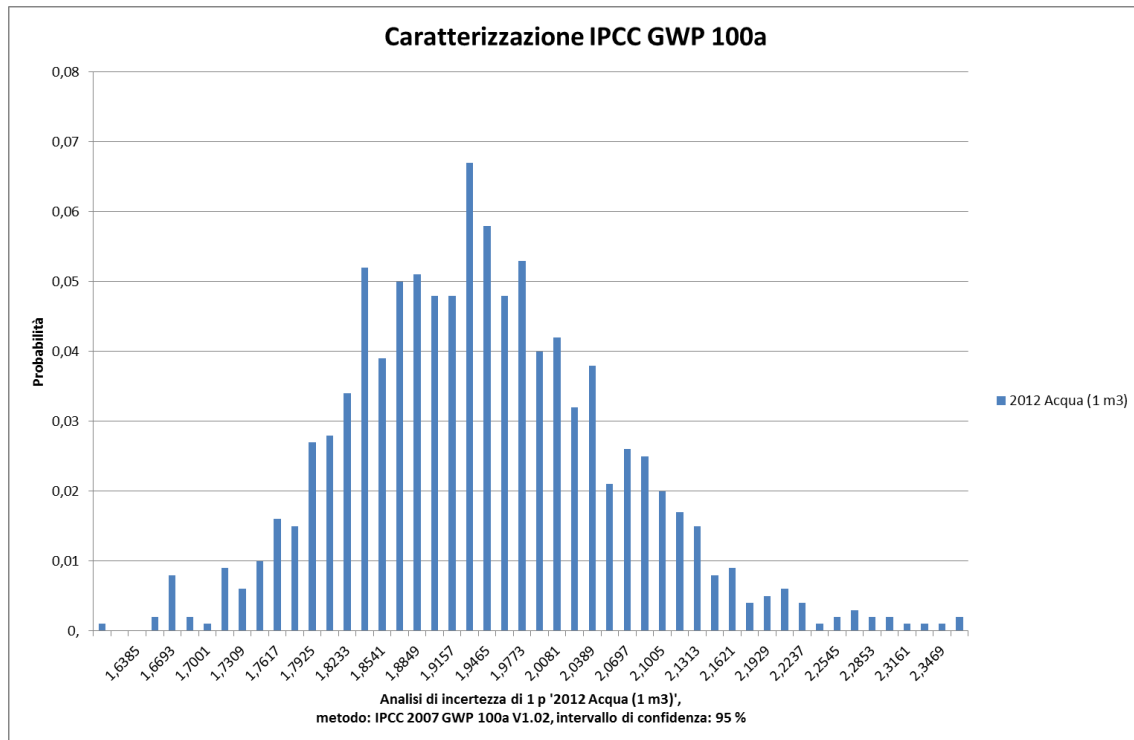


Figura 3: Risultato dell'analisi di Monte Carlo 2012

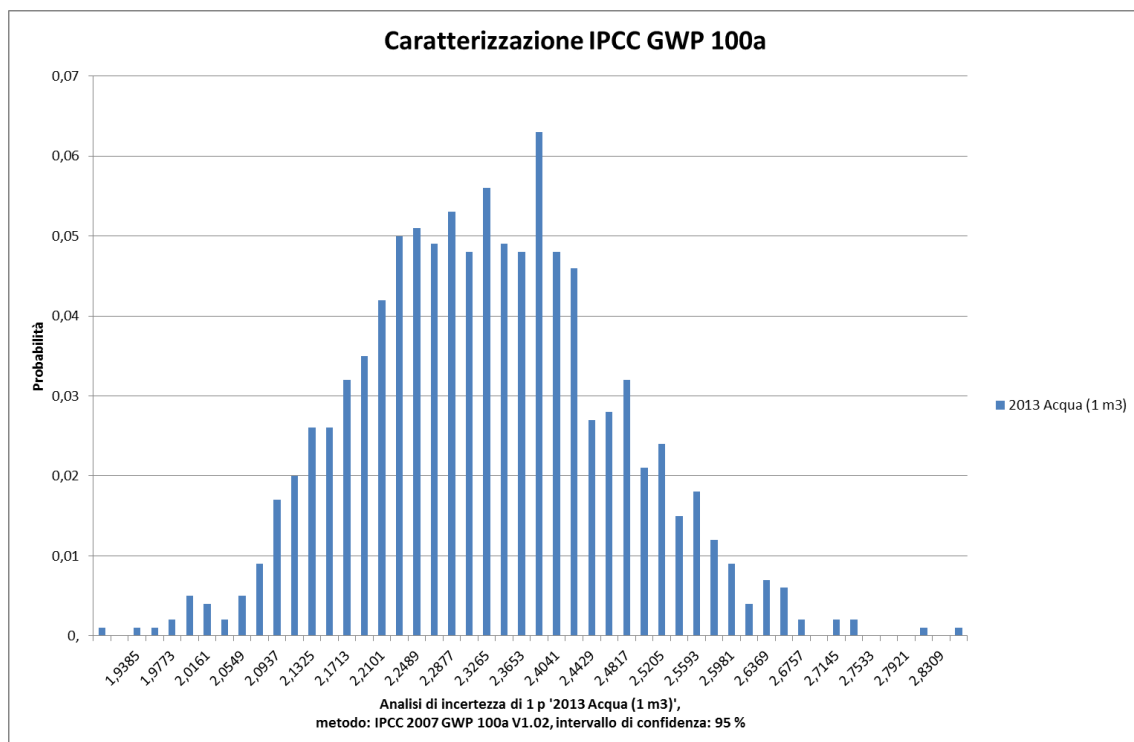


Figura 4: Risultato dell'analisi di Monte Carlo 2013

| | | |
|---|--|--------------------------------------|
|  <p>CIRIAF Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"</p> | <p>Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013 Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013</p> | |
| <p>Relazione tecnica FINALE</p> | <p>Data: SETTEMBRE 2014</p> | <p>Foglio 20 di 28</p> |

6. Interpretazione dei risultati

L'interpretazione dei risultati è basata su uno studio comparativo tra i risultati del valore di CFP prodotto da studi precedenti e relativo agli anni compresi tra il 2009 ed il 2011 e i più recenti valori, risultato dell'attuale studio relativo agli anni 2012 e 2013.

Come supporto all'interpretazione dei risultati occorre considerare la diversità metodologica dei due approcci relativa a :

1. Confini del Sistema;
2. Suddivisione in sottofasi del processo.

I confini del sistema nel presente studio sono coerenti a quanto stabilito dalla PCR come specificato in precedenza e quindi a differenza degli studi precedenti includono gli impatti derivanti da tutte le infrastrutture: dissalazione, potabilizzazione, clorazione, condutture e centrali di pompaggio.

Per quanto concerne le fasi oggetto di studio, anche quest'ultime sono congrue a quanto richiesto dalla PCR, pertanto 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.

Le figure 5 e 6 evidenziano i contributi percentuali alla CFP totale per gli anni oggetto di studio, suddivisi nelle tre fasi con le relative perdite.

In figura 7 si mostra il raffronto 2012 e 2013 per le singole fasi ed in figura 8 il dettaglio delle perdite.

La comparazione dei risultati complessivi per gli anni 2009-2013 è rappresentato in figura 9.

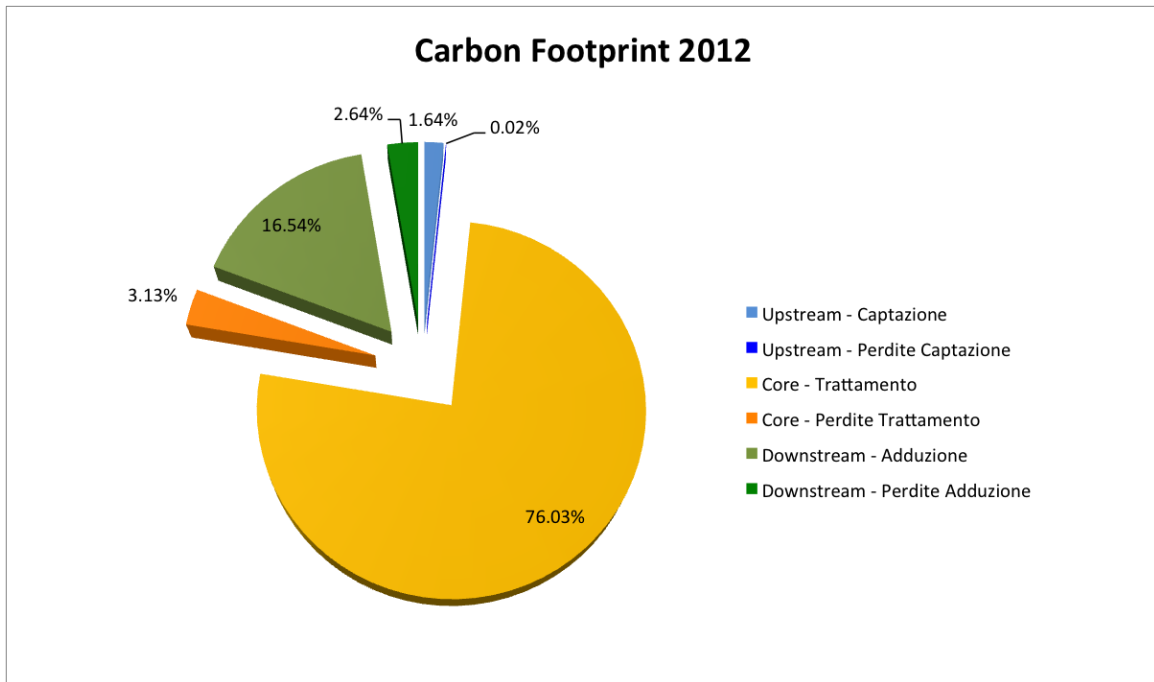


Figura 5: CFP % 2012

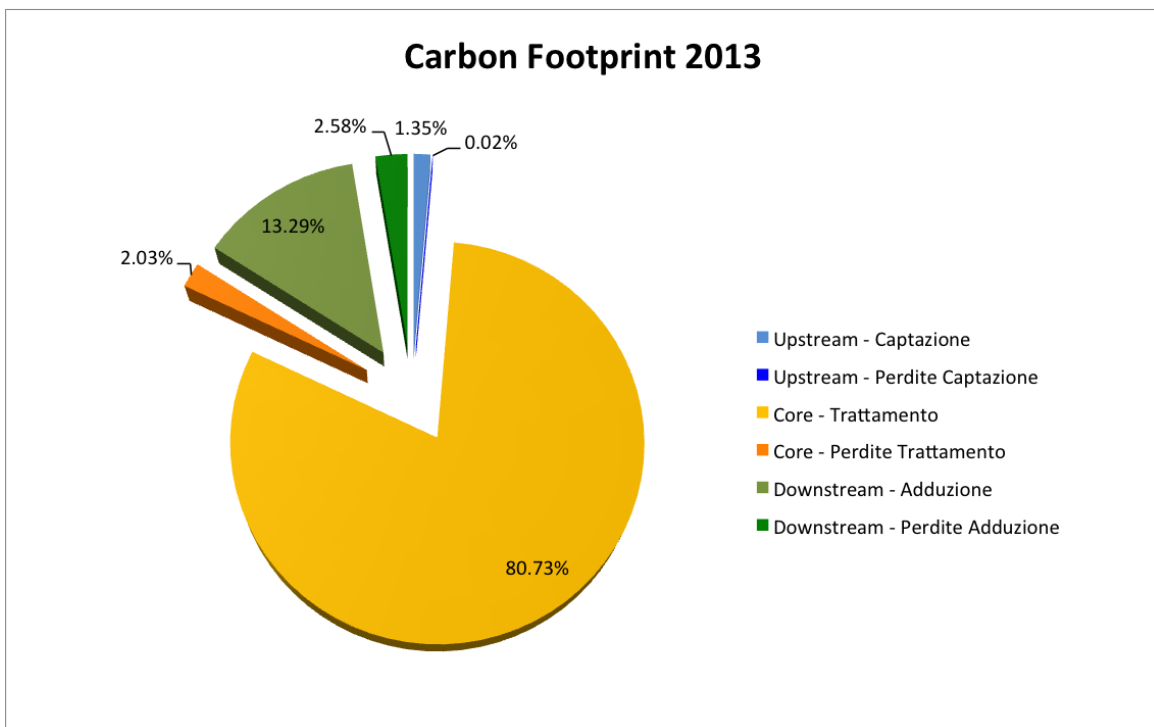


Figura 6: CFP % 2013

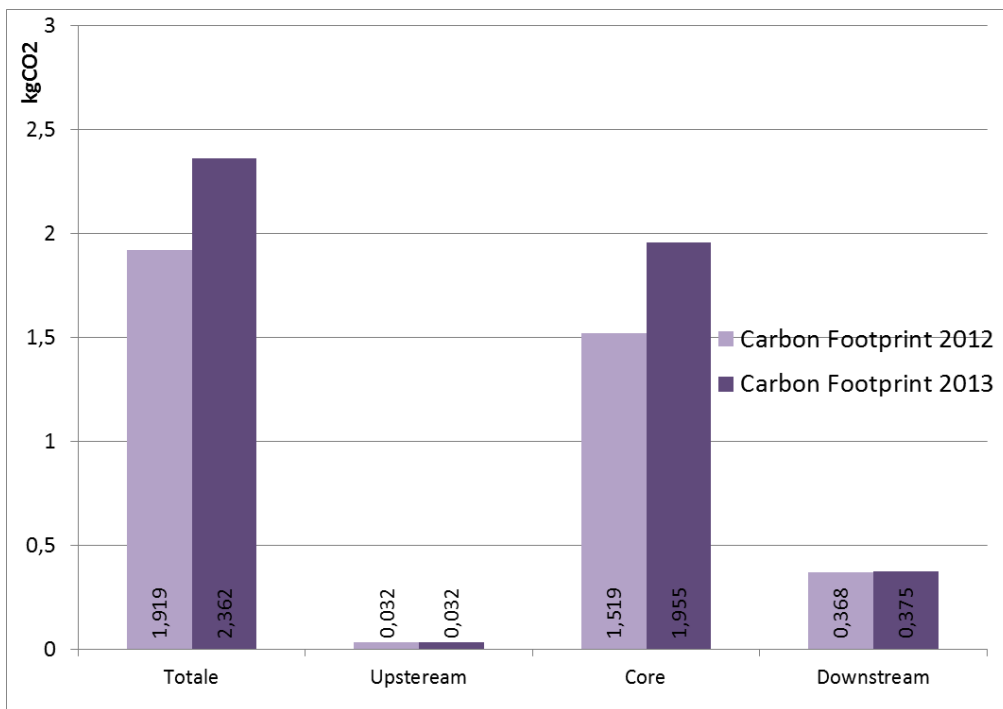
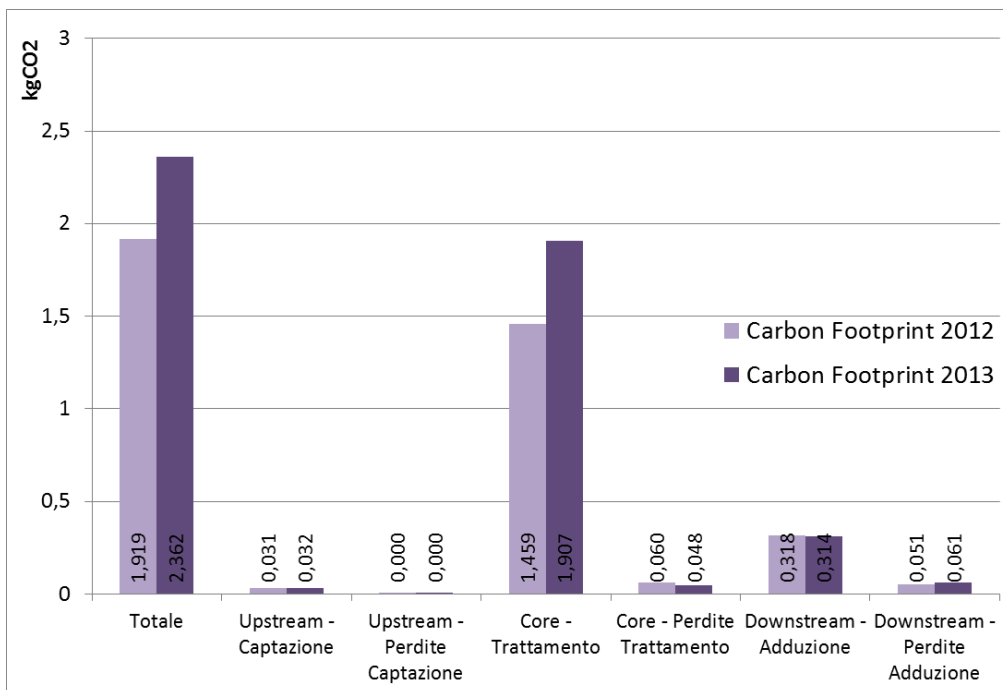


Figura 7: Confronto CFP 2012-2013

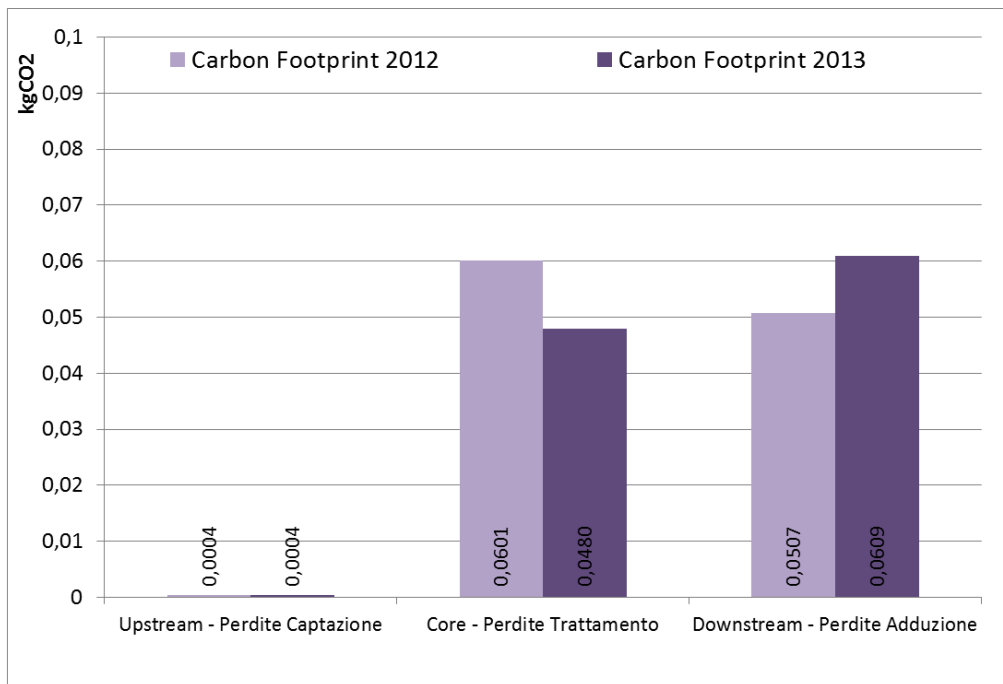


Figura 8: Dettaglio perdite

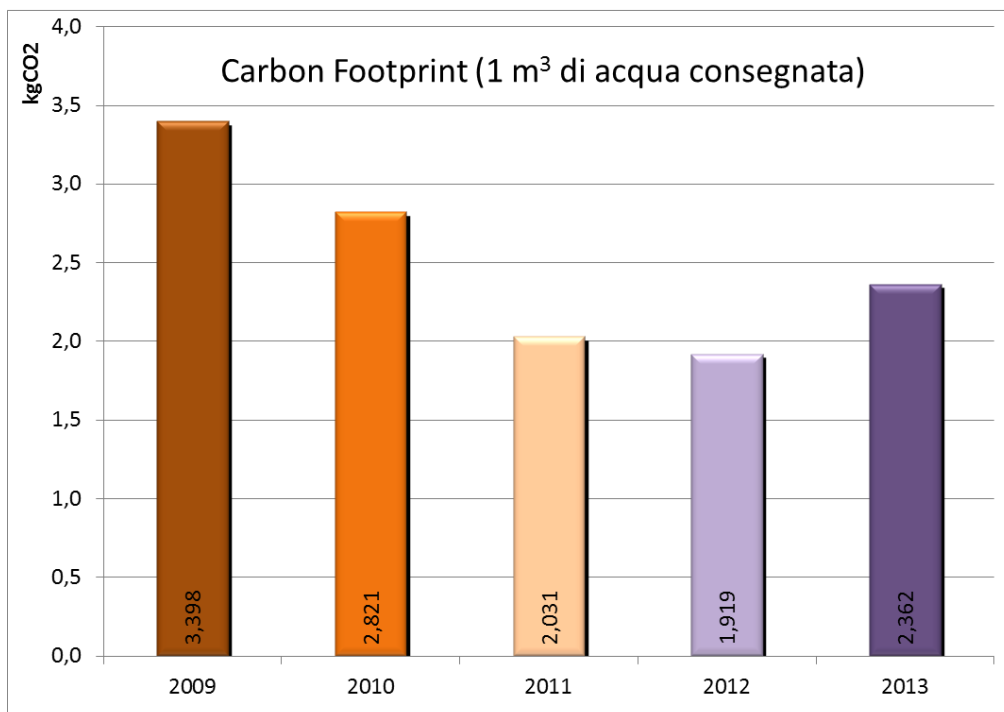


Figura 9: Comparazione dei risultati 2009/2013

| | | |
|---|--|-----------------|
|  | Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013 Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013 | |
| Relazione tecnica FINALE | Data: SETTEMBRE 2014 | Foglio 24 di 28 |

7. Conclusioni e raccomandazioni

Le valutazioni per gli anni 2012 e 2013 evidenziano un trend degli impatti derivanti dalle fasi sotto il controllo di Siciliacque S.p.A. in costante diminuzione.

La Carbon Footprint complessiva è comunque dominata dal contributo della dissalazione che risulta in diminuzione tra il 2009 ed il 2012 mentre aumenta durante il 2013. Questo produce un valore complessivo di CFP nel 2013 maggiore di quello del 2012.

La figura 10 mostra la correlazione tra il valore totale di CFP per m³ di acqua consegnata ai serbatoi e la percentuale proveniente dagli impianti di dissalazione.

L'incremento della CFP tra 2012 e 2013 è dovuto esclusivamente alla maggior quota di acqua dissalata presente nel metro cubo tipo di acqua consegnata.

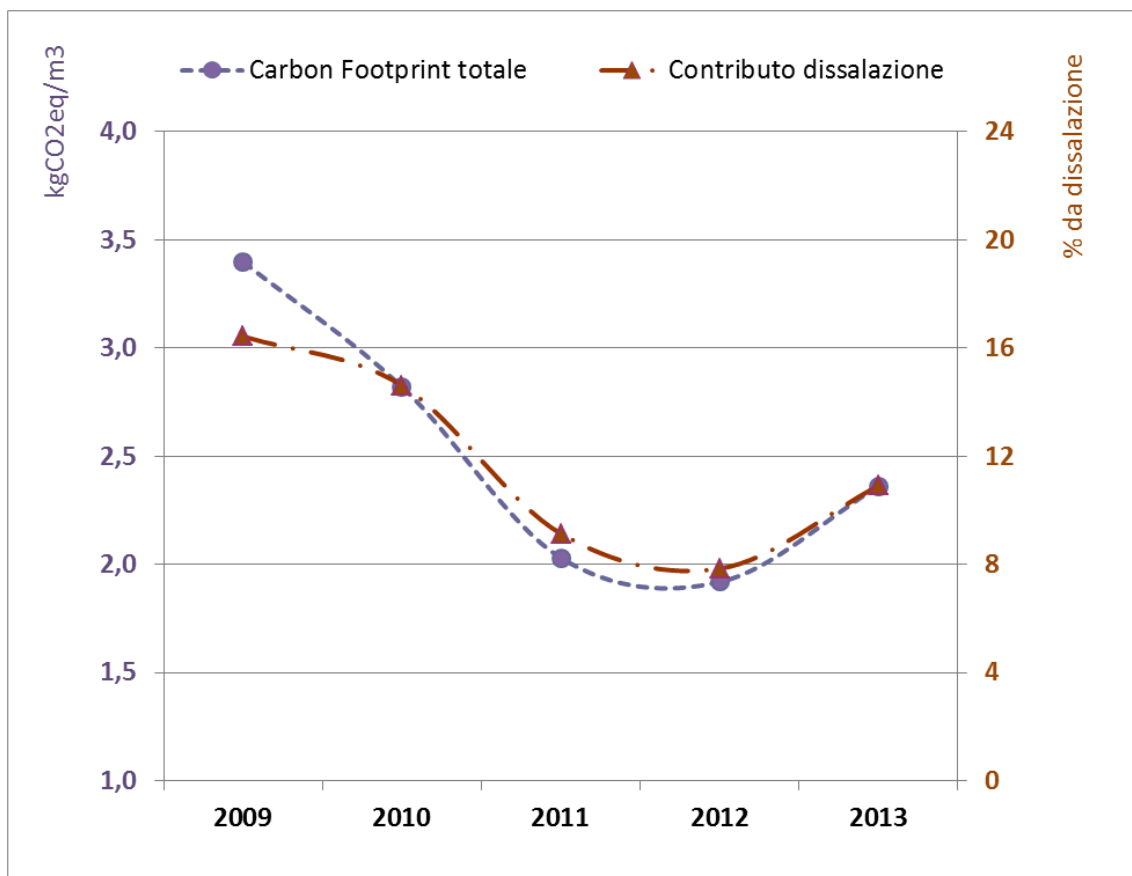


Figura 10: CFP vs contributo dissalazione

La CFP complessiva per gli anni 2012 e 2013, distinguendo, all'interno del Core, i contributi dovuti alle attività di potabilizzazione e di dissalazione è mostrato nelle figure 11 e 12.

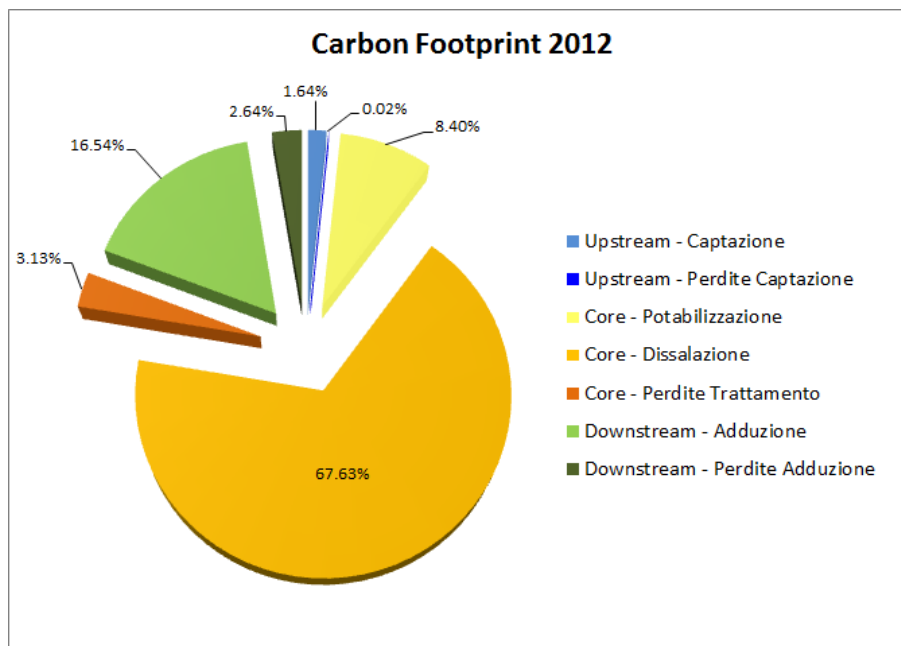


Figura 11: CFP % 2012, contributo da potabilizzazione e dissalazione

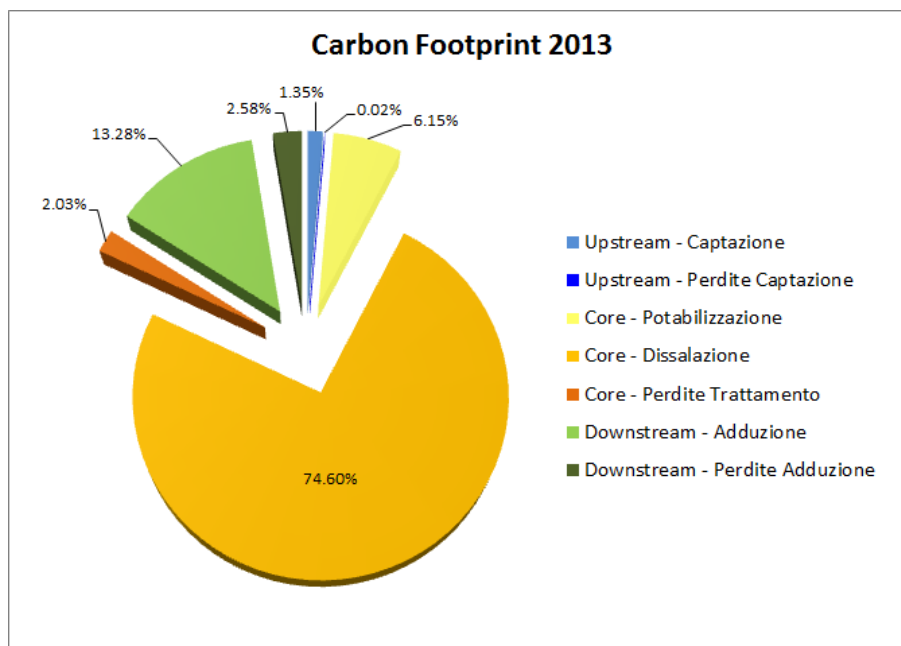


Figura 12: CFP % 2013, contributo da potabilizzazione e dissalazione

| | | |
|---|--|--------------------------------------|
|  | <p align="center">Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013</p> <p>Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013</p> | |
| <p>Relazione tecnica FINALE</p> | <p>Data: SETTEMBRE 2014</p> | <p>Foglio 26 di 28</p> |

8. Bibliografia

(1) *ecoinvent* 3.0

(2) ISO/TS 14067

(3) PCR "Water distribution through mains" 2011:12 versione 1.01

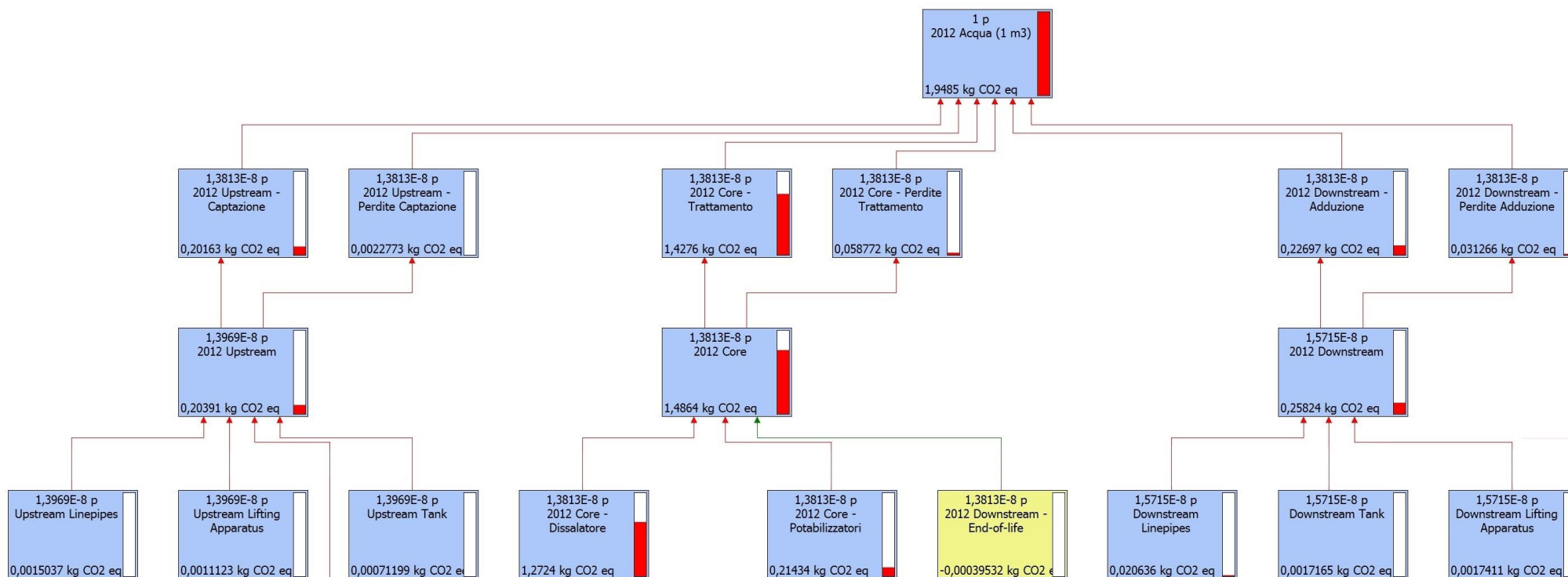
Perugia, 15 Settembre 2014

Prof. Ing. Franco Cotana

Dott. Ing. Maria Cleofe Merico

Dott. Emanuele Bonamente

9. Allegati



Allegato 1: Risultati della CFP per l'anno 2012 – Rete delle emissioni relative ad 1 m³ di acqua consegnata ai serbatoi di distribuzione.

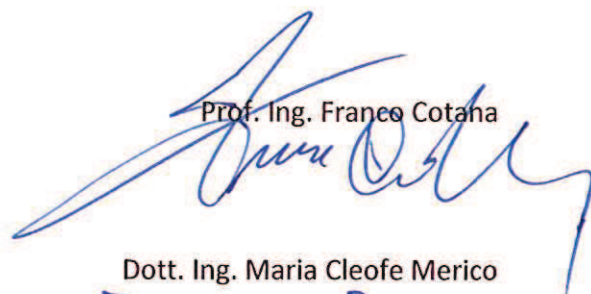
| | | |
|---|--|------------------------|
|  | <p align="center">Progetto CFP SICILIACQUE 2012/2013</p> <p>Quantificazione dell'impronta ecologica "Carbon Footprint" relativa ai sistemi di captazione e adduzione dell'acqua potabile di Siciliacque S.p.A. per gli anni 2012 e 2013</p> | |
| <p>Relazione tecnica FINALE</p> | <p>Data: SETTEMBRE 2014</p> | <p>Foglio 26 di 28</p> |

8. Bibliografia

- (1) *ecoinvent* 3.0
- (2) ISO/TS 14067
- (3) PCR "Water distribution through mains" 2011:12 versione 1.01

Perugia, 15 Settembre 2014

Prof. Ing. Franco Cotana



Dott. Ing. Maria Cleofe Merico



Dott. Emanuele Bonamente

