

XII CONVEGNO DI APPROFONDIMENTO

«Verso la neutralità energetica – innovazione e strategie per la riduzione dell'impronta di carbonio nel trattamento delle acque reflue»

STUDI LCA NEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE

Ing. Serse Comandù

Dott. Marco Vuono

LA NORMATIVA

- ✓ D. lgs 36/2023 «Codice dei contratti pubblici» Allegato I.7 «**Contenuti minimi** del quadro esigenziale, del documento di fattibilità delle alternative progettuali, del documento di indirizzo della progettazione, del **progetto di fattibilità tecnica ed economica** e del progetto esecutivo» art. 11: prevista necessità di Relazione di sostenibilità dell'opera, che deve contenere:
 - d) una **stima della valutazione del ciclo di vita dell'opera** in ottica di economia circolare, seguendo le metodologie e gli standard internazionali (Life Cycle Assessment - LCA), con particolare riferimento alla definizione e all'utilizzo dei materiali da costruzione ovvero dell'identificazione dei processi che favoriscono il riutilizzo di materia prima e seconda riducendo gli impatti in termini di rifiuti generati;

LA NORMATIVA

Testo Unico Ambientale (D.Lgs. 152/06 e s.m.i.)

Art. 22 - Studio di impatto ambientale

c.3 Lo studio di impatto ambientale contiene almeno le seguenti informazioni:

*d) una descrizione delle **alternative ragionevoli prese in esame dal proponente**, adeguate al progetto ed alle sue caratteristiche specifiche, **compresa l'alternativa zero**, con indicazione delle ragioni principali alla base dell'opzione scelta, **prendendo in considerazione gli impatti ambientali***

L'ANALISI LCA PUÒ RAPPRESENTARE UNO STRUMENTO VALIDO E FUNZIONALE
AD OGGETTIVARE IL PROCESSO DI VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE
NELL'AMBITO DI PROCEDIMENTI DI V.I.A. E, PIU' IN GENERALE, NEI
PROCEDIMENTI DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE

OGGETTO E OBIETTIVI

- ✓ PFTE ex D.lgs. 36/2023 DI ADEGUAMENTO DEL DEPURATORE DI MONZA AI LIMITI INTRODOTTI DALLA DELIBERA 917/2017/R/IDR ARERA PER LA REGOLAZIONE DELLA QUALITÀ TECNICA DEL S.I.I.
- ✓ Analisi di **quali** e **quanti** possano essere gli **impatti ambientali** potenziali derivanti dall'adeguamento del depuratore in progetto;
- ✓ **confrontare l'impatto** dell'impianto nella **configurazione impiantistica futura individuata** (sezione biologica attuale e introduzione nuova sezione di trattamento biologico a fanghi granulari AGS) con:
 - l'impatto dell'impianto nella **configurazione attuale**
 - l'impatto in una **configurazione futura alternativa** (sezione biologica attuale e introduzione nuova sezione di trattamento biologico a tecnologia alternativa a trattamento AGS)

IMPOSTAZIONE DELLO STUDIO

- 1** Definizione di scopi e obiettivi
- 2** Analisi di inventario
- 3** Valutazione degli impatti
- 4** Interpretazione dei risultati

1 DEFINIZIONE DI SCOPI E OBIETTIVI

- ✓ Valutazione impatti nella **fase di cantiere** per la realizzazione del progetto
- ✓ Confronto comparativo di n.3 scenari per il trattamento biologico delle acque reflue nella **fase operativa**:
 - **Scenario 1**: trattamento biologico attraverso la esistente sezione biologica a fanghi attivi (Alternativa zero)
 - **Scenario 2**: trattamento biologico attraverso la sezione biologica esistente + la nuova sezione biologica a tecnologia AGS
 - **Scenario 3**: trattamento biologico attraverso la sezione biologica esistente + la nuova sezione biologica a tecnologia alternativa ad AGS (analizzata tecnologica a membrane)

1 DEFINIZIONE DI SCOPI E OBIETTIVI

UNITA' FUNZIONALE

- ✓ **Fase di cantiere:** impatti ambientali quantificati rispetto all'intera fase di cantiere
- ✓ **Fase operativa:** 1 m³ di acqua all'ingresso dell'impianto (da trattare)

CONFINI DEL SISTEMA

- ✓ **Fase di cantiere:** metodologia **cradle to gate**
 - Analisi dei materiali indispensabili per la realizzazione dell'opera e le fasi di lavorazione descritte nella tabella operativa di cantiere fino al conferimento dei materiali da demolizione a impianti di gestione
- ✓ **Fase operativa:** metodologia **gate to gate**
 - Analisi dei flussi in ingresso intesi come materia ed energia (ossigeno, metano, calore, energia elettrica, etc.) ed in uscita (emissioni)

1

DEFINIZIONE DI SCOPI E OBIETTIVI

FASE DI CANTIERE

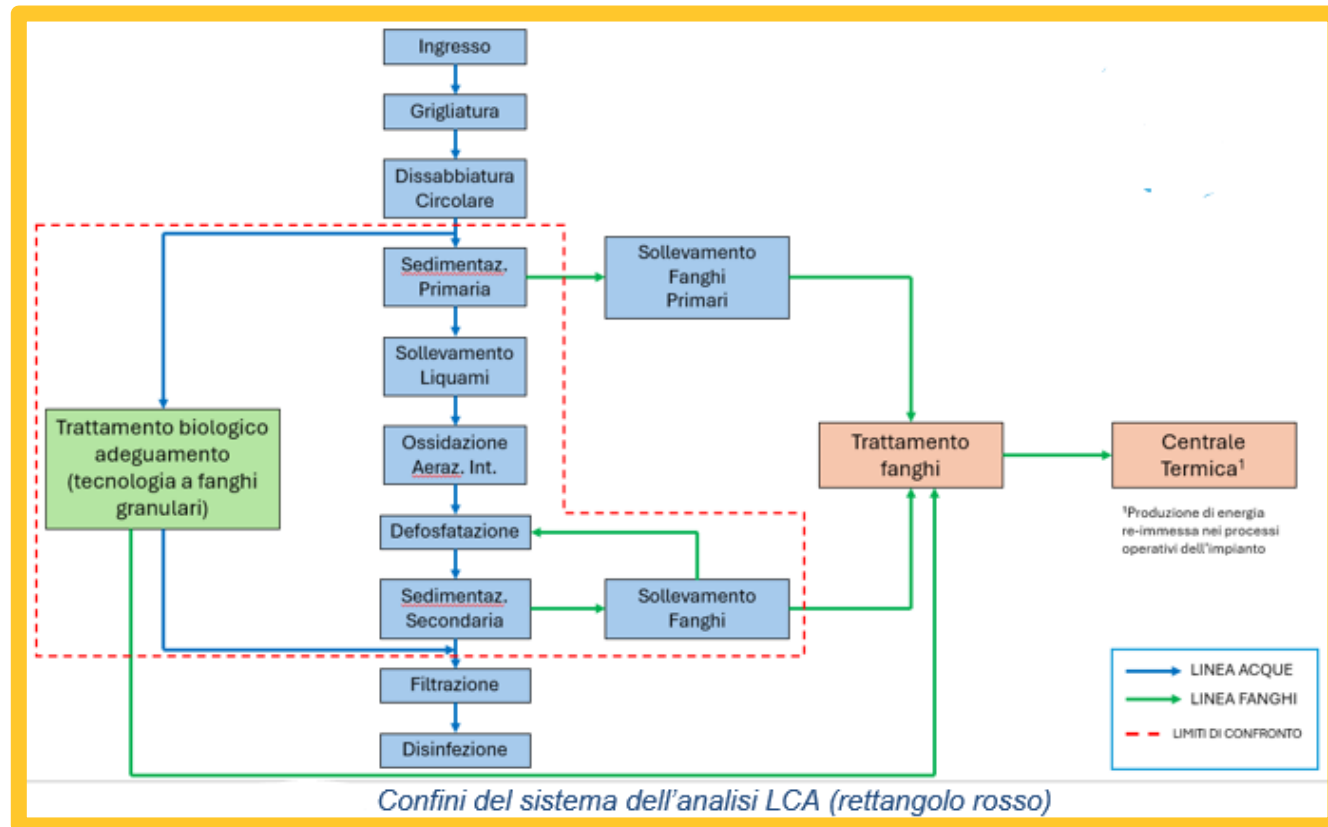
CONFINI DEL SISTEMA

ID	Nome attività
1	Accantieramento
2	Demolizioni e rimozioni fabbricati, alberi e piazzale esistente
3	Opere provvisionali
4	Fondazione a platea
5	Pareti e strutture in cemento armato
6	Strutture coperture gettate in opera
7	Strutture coperture prefabbricate
8	Strutture metalliche copertura
9	Installazione piping e apparecchiature elettromeccaniche
10	Installazione apparecchiature elettriche
11	Realizzazione sollevamento
12	Installazione piping e apparecchiature elettromeccaniche (sollevamento)
13	Posa tubazioni alimentazione nuovo biologico
14	Realizzazione manufatto restituzione a esistente
15	Posa tubazioni restituzione a esistente
16	Impermeabilizzazioni, pendenze e massetti
17	Riempimenti per aree verde
18	Pavimenti in calcestruzzo
19	Finiture scale e locali vari
20	Serramenti vari e serra
21	Recinzioni esterne
22	Sistemazione piazzale
23	Sistemazioni a verde

1 DEFINIZIONE DI SCOPI E OBIETTIVI

FASE OPERATIVA

CONFINI DEL SISTEMA



1 DEFINIZIONE DI SCOPI E OBIETTIVI

QUALITA' DEI DATI

FASE DI CANTIERE

- ✓ Materiali impiegati
- ✓ Rifiuti prodotti
- ✓ Energia consumata
- ✓ Combustibili impiegati
- ✓ Volumi di terra movimentata
- ✓ Consumo idrico
- ✓ Trasporti di fornitura materiali
- ✓ Trattamento residui

Per ciascuna sub-fase del cantiere utilizzati dati primari e secondari, in alternativa dati di bibliografia

FASE OPERATIVA

- ✓ 1 metro cubo di acqua all'ingresso dell'impianto (da trattare)
 - Scenario 1: prevalentemente dati primari
 - Scenario 2: prevalentemente dati secondari (di progetto)
 - Scenario 3: prevalentemente dati di letteratura

1 DEFINIZIONE DI SCOPI E OBIETTIVI

CUT OFF / ESCLUSIONI

FASE OPERATIVA

- ✓ Valutato il solo processo di trattamento biologico in quanto unico elemento comparativo della nuova configurazione di progetto: non variano le sezioni di pretrattamento e di trattamento a valle del trattamento biologico.
- ✓ Non è stata inclusa la linea di trattamento fanghi:
 - in entrambe le alternative di progetto non si generano significative diminuzioni dei quantitativi di fanghi prodotti rispetto allo scenario attuale;
 - non sono previste variazioni al destino dei fanghi

2 ANALISI DI INVENTARIO

- ✓ Raccolta dati finalizzata a quantificare i flussi IN e OUT per ciascun processo contenuto all'interno dei confini del sistema
- ✓ **Fase di Cantiere**
 - Fase di demolizione strutture esistenti
 - Fase di costruzione nuova sezione biologica
 - Consumo dei mezzi impiegati nella due fasi
- ✓ **Fase operativa**
 - Energia elettrica
 - Energia termica
 - Chemicals

3

VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

VALUTAZIONE
DEGLI IMPATTI

- ✓ **Quantificazione** degli **impatti ambientali** legati alle due fasi analizzate
- ✓ Determinati gli effetti potenziali del sistema sull'ambiente collegando i dati dell'inventario a specifiche categorie di impatto

Metodo di calcolo impiegato per la valutazione degli impatti

Environmental Footprint (v. 3.1) che comprende 16 differenti indicatori

3

VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

METODO DI CALCOLO

- ✓ Software: **SimaPro 9.5**
- ✓ Database: **Ecoinvent 3.9**
- ✓ Metodo di calcolo
impiegato: **Environmental
Footprint (EF) 3.1**

Categorie di impatto
analizzate

Categoria di impatto	Unità di misura
Climate change	kg CO ₂ eq
Ionising radiation	kBq U-235 eq
Ozone depletion	kg CFC11 eq
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq
Particulate matter	disease inc.
Human toxicity, non-cancer	CTUh
Human toxicity, cancer	CTUh
Acidification	mol H ⁺ eq
Eutrophication, freshwater	kg P eq
Eutrophication, marine	kg N eq
Eutrophication, terrestrial	mol N eq
Ecotoxicity, freshwater	CTUe
Land use	Pt
Water use	m ³ depriv.
Resource use, fossils	MJ
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq

3

VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

FASE DI CANTIERE

IMPATTO FASE DI CANTIERE					
Categoria d'impatto	U.M.	Totale Fase di cantiere	Demolizione	Costruzione	Lavorazioni
Acidification	mol H ⁺ eq	7,25E+04	1,72E+03	5,95E+04	1,14E+04
Climate change	kg CO ₂ eq	1,83E+07	2,74E+05	1,54E+07	2,66E+06
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	5,05E+07	1,25E+06	4,07E+07	8,54E+06
Particulate matter	disease inc.	1,13E+00	3,52E-02	9,45E-01	1,44E-01
Eutrophication marine	kg N eq	1,89E+04	6,41E+02	1,41E+04	4,13E+03
Eutrophication freshwater	kg P eq	3,67E+03	1,62E+01	3,57E+03	8,09E+01
Eutrophication terrestrial	mol N eq	2,06E+05	7,01E+03	1,53E+05	4,54E+04
Human toxicity, cancer	CTUh	1,48E-02	3,81E-05	1,34E-02	1,32E-03
Human toxicity, non-cancer	CTUh	7,32E-03	1,26E-04	5,38E-03	1,82E-03
Ionising radiation	kBq U-235 eq	9,82E+05	2,30E+04	7,94E+05	1,65E+05
Land use	Pt	6,39E+07	4,02E+06	5,52E+07	4,65E+06
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,51E+00	7,03E-02	8,68E-01	5,68E-01
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	6,49E+04	1,97E+03	5,00E+04	1,29E+04
Resource use, fossils	MJ	1,81E+08	4,55E+06	1,40E+08	3,64E+07
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	1,23E+02	7,50E-01	1,21E+02	1,45E+00
Water use	m ³ depriv.	3,57E+06	1,53E+04	3,49E+06	6,25E+04

3

VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

FASE OPERATIVA

SCENARIO 1

Categoria d'impatto	U.M.	IMPATTO SCENARIO 1						
		Totale	Energia elettrica		Energia termica		Chemicals	
Acidification	mol H ⁺ eq	1,45E-04	7,42E-05	51,2%	2,89E-05	20,0%	4,18E-05	28,9%
Climate change	kg CO ₂ eq	1,26E-01	8,64E-02	68,4%	3,43E-02	27,1%	5,75E-03	4,5%
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	3,10E-01	4,41E-02	14,2%	1,74E-02	5,6%	2,48E-01	80,2%
Particulate matter	disease inc.	6,16E-10	8,10E-11	13,2%	2,94E-11	4,8%	5,05E-10	82,1%
Eutrophication marine	kg N eq	4,69E-05	2,86E-05	61,0%	1,13E-05	24,1%	6,98E-06	14,9%
Eutrophication freshwater	kg P eq	3,12E-06	4,72E-07	15,1%	1,57E-07	5,0%	2,49E-06	79,8%
Eutrophication terrestrial	mol N eq	5,07E-04	3,11E-04	61,4%	1,23E-04	24,3%	7,26E-05	14,3%
Human toxicity, cancer	CTUh	1,68E-11	8,97E-13	5,3%	3,39E-13	2,0%	1,56E-11	92,6%
Human toxicity, non-cancer	CTUh	3,77E-10	8,96E-11	23,8%	3,52E-11	9,3%	2,52E-10	66,9%
Ionising radiation	kBq U-235 eq	6,64E-04	2,38E-04	35,9%	6,50E-05	9,8%	3,61E-04	54,3%
Land use	Pt	7,78E-03	6,78E-04	8,7%	4,44E-04	5,7%	6,66E-03	85,6%
Ozone depletion	kg CFC11 eq	4,07E-09	2,45E-09	60,1%	9,74E-10	24,0%	6,47E-10	15,9%
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	3,35E-04	2,24E-04	66,9%	8,90E-05	26,6%	2,19E-05	6,5%
Resource use, fossils	MJ	1,90E+00	1,31E+00	69,1%	5,22E-01	27,4%	6,65E-02	3,5%
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	1,70E-08	5,80E-10	3,4%	2,28E-10	1,3%	1,62E-08	95,3%
Water use	m ³ depriv.	3,36E-02	2,92E-02	86,8%	1,76E-03	5,2%	2,68E-03	8,0%

3

VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

FASE OPERATIVA

SCENARIO 2

IMPATTO SCENARIO 2								
Categoria d'impatto	U.M.	Totale	Energia elettrica		Energia termica		Chemicals	
Acidification	mol H ⁺ eq	1,16E-04	6,76E-05	58,2%	1,99E-05	17,1%	2,87E-05	24,7%
Climate change	kg CO ₂ eq	1,06E-01	7,87E-02	74,1%	2,36E-02	22,2%	3,95E-03	3,7%
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	2,23E-01	4,02E-02	18,1%	1,19E-02	5,4%	1,71E-01	76,6%
Particulate matter	disease inc.	4,41E-10	7,38E-11	16,8%	2,02E-11	4,6%	3,47E-10	78,7%
Eutrophication marine	kg N eq	3,86E-05	2,60E-05	67,4%	7,78E-06	20,1%	4,79E-06	12,4%
Eutrophication freshwater	kg P eq	2,25E-06	4,30E-07	19,1%	1,08E-07	4,8%	1,71E-06	76,1%
Eutrophication terrestrial	mol N eq	4,18E-04	2,83E-04	67,8%	8,46E-05	20,2%	4,98E-05	11,9%
Human toxicity, cancer	CTUh	1,17E-11	8,17E-13	7,0%	2,33E-13	2,0%	1,07E-11	91,1%
Human toxicity, non-cancer	CTUh	2,79E-10	8,17E-11	29,3%	2,42E-11	8,7%	1,73E-10	62,0%
Ionising radiation	kBq U-235 eq	5,09E-04	2,17E-04	42,6%	4,47E-05	8,8%	2,48E-04	48,6%
Land use	Pt	5,49E-03	6,18E-04	11,3%	3,05E-04	5,6%	4,57E-03	83,2%
Ozone depletion	kg CFC11 eq	3,34E-09	2,23E-09	66,7%	6,70E-10	20,0%	4,44E-10	13,3%
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	2,80E-04	2,04E-04	72,8%	6,12E-05	21,8%	1,50E-05	5,4%
Resource use, fossils	MJ	1,60E+00	1,20E+00	74,7%	3,59E-01	22,4%	4,57E-02	2,9%
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	1,18E-08	5,29E-10	4,5%	1,57E-10	1,3%	1,11E-08	94,2%
Water use	m ³ depriv.	2,96E-02	2,66E-02	89,7%	1,21E-03	4,1%	1,84E-03	6,2%

3

VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

FASE OPERATIVA

SCENARIO 3

IMPATTO SCENARIO 3								
Categoria d'impatto	U.M.	Totale	Energia elettrica		Energia termica		Chemicals	
Acidification	mol H ⁺ eq	2,67E-04	1,13E-04	42,4%	1,99E-05	7,5%	1,34E-04	50,1%
Climate change	kg CO ₂ eq	1,75E-01	1,32E-01	75,4%	2,36E-02	13,5%	1,93E-02	11,1%
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	1,04E+00	6,73E-02	6,4%	1,19E-02	1,1%	9,64E-01	92,4%
Particulate matter	disease inc.	1,67E-09	1,24E-10	7,4%	2,02E-11	1,2%	1,53E-09	91,4%
Eutrophication marine	kg N eq	7,43E-05	4,36E-05	58,6%	7,78E-06	10,5%	2,30E-05	30,9%
Eutrophication freshwater	kg P eq	9,51E-06	7,19E-07	7,6%	1,08E-07	1,1%	8,68E-06	91,3%
Eutrophication terrestrial	mol N eq	7,94E-04	4,74E-04	59,7%	8,46E-05	10,7%	2,35E-04	29,6%
Human toxicity, cancer	CTUh	4,57E-11	1,37E-12	3,0%	2,33E-13	0,5%	4,41E-11	96,5%
Human toxicity, non-cancer	CTUh	9,12E-10	1,37E-10	15,0%	2,42E-11	2,7%	7,52E-10	82,4%
Ionising radiation	kBq U-235 eq	2,32E-03	3,63E-04	15,7%	4,47E-05	1,9%	1,91E-03	82,4%
Land use	Pt	2,63E-02	1,03E-03	3,9%	3,05E-04	1,2%	2,50E-02	94,9%
Ozone depletion	kg CFC11 eq	8,85E-09	3,73E-09	42,1%	6,70E-10	7,6%	4,45E-09	50,3%
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	4,74E-04	3,42E-04	72,1%	6,12E-05	12,9%	7,09E-05	15,0%
Resource use, fossils	MJ	2,60E+00	2,00E+00	77,0%	3,59E-01	13,8%	2,38E-01	9,2%
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	4,60E-08	8,85E-10	1,9%	1,57E-10	0,3%	4,50E-08	97,7%
Water use	m ³ depriv.	5,72E-02	4,45E-02	77,8%	1,21E-03	2,1%	1,15E-02	20,1%

4

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

- ✓ Valutazione **ragionevolezza del risultato finale** della sulla base di analisi critica delle evidenze emerse;
- ✓ Interpretazione risultati in coerenza con obiettivo e scopo dello studio:
 - Individuare nel dettaglio i **contributi più significativi** dell'impatto legato alla **fase di cantiere**;
 - Per la **fase operativa**, **confrontare** i risultati ottenuti tra l'impatto dell'impianto nella configurazione attuale (**scenario 1**) e l'impianto nelle due opzioni di configurazione futura (**scenario 2 e scenario 3**)
- ✓ Formulazione **conclusioni**.

4

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

FASE DI CANTIERE

CONTRIBUTI FASE DI CANTIERE					
Categoria d'impatto	U.M.	Totale Fase di cantiere	Demolizione	Costruzione	Lavorazioni
Acidification	mol H ⁺ eq	7,25E+04	2,4%	82,0%	15,7%
Climate change	kg CO ₂ eq	1,83E+07	1,5%	84,0%	14,5%
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	5,05E+07	2,5%	80,6%	16,9%
Particulate matter	disease inc.	1,13E+00	3,1%	84,0%	12,8%
Eutrophication marine	kg N eq	1,89E+04	3,4%	74,7%	21,9%
Eutrophication freshwater	kg P eq	3,67E+03	0,4%	97,4%	2,2%
Eutrophication terrestrial	mol N eq	2,06E+05	3,4%	74,5%	22,1%
Human toxicity, cancer	CTUh	1,48E-02	0,3%	90,8%	8,9%
Human toxicity, non-cancer	CTUh	7,32E-03	1,7%	73,5%	24,8%
Ionising radiation	kBq U-235 eq	9,82E+05	2,3%	80,8%	16,8%
Land use	Pt	6,39E+07	6,3%	86,4%	7,3%
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,51E+00	4,7%	57,6%	37,7%
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	6,49E+04	3,0%	77,1%	19,9%
Resource use, fossils	MJ	1,81E+08	2,5%	77,3%	20,1%
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	1,23E+02	0,6%	98,2%	1,2%
Water use	m ³ depriv.	3,57E+06	0,4%	97,8%	1,8%

4

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

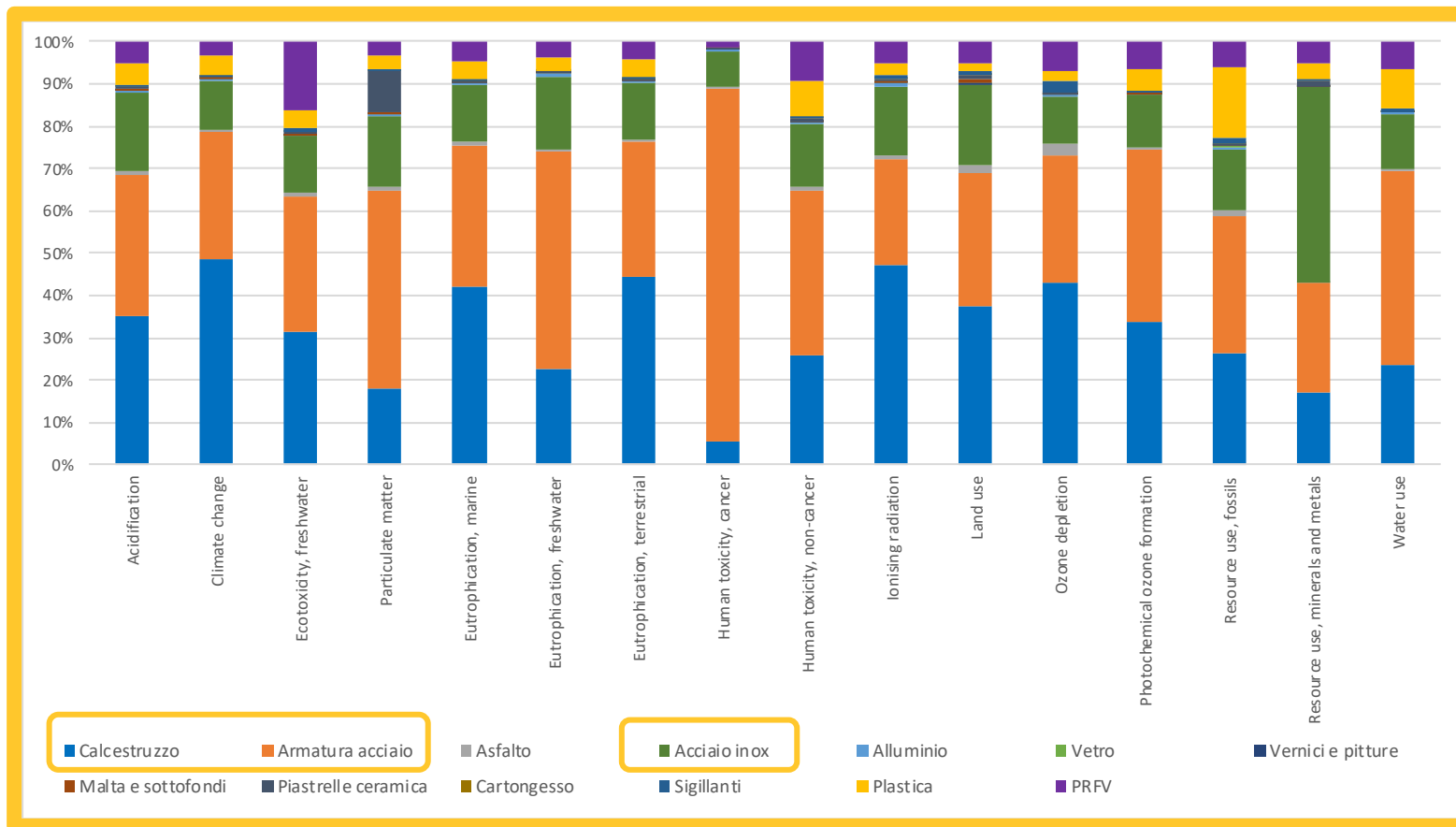
FASE DI CANTIERE

- ✓ **Fase di costruzione:** impatto più significativo per tutte le categorie di impatto;
- ✓ Impatto fase costruzione dovuto a:
 - Materiali impiegati
 - Gestione rifiuti generati
 - Nuove apparecchiature che saranno installate

4

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

MATERIALI IMPIEGATI

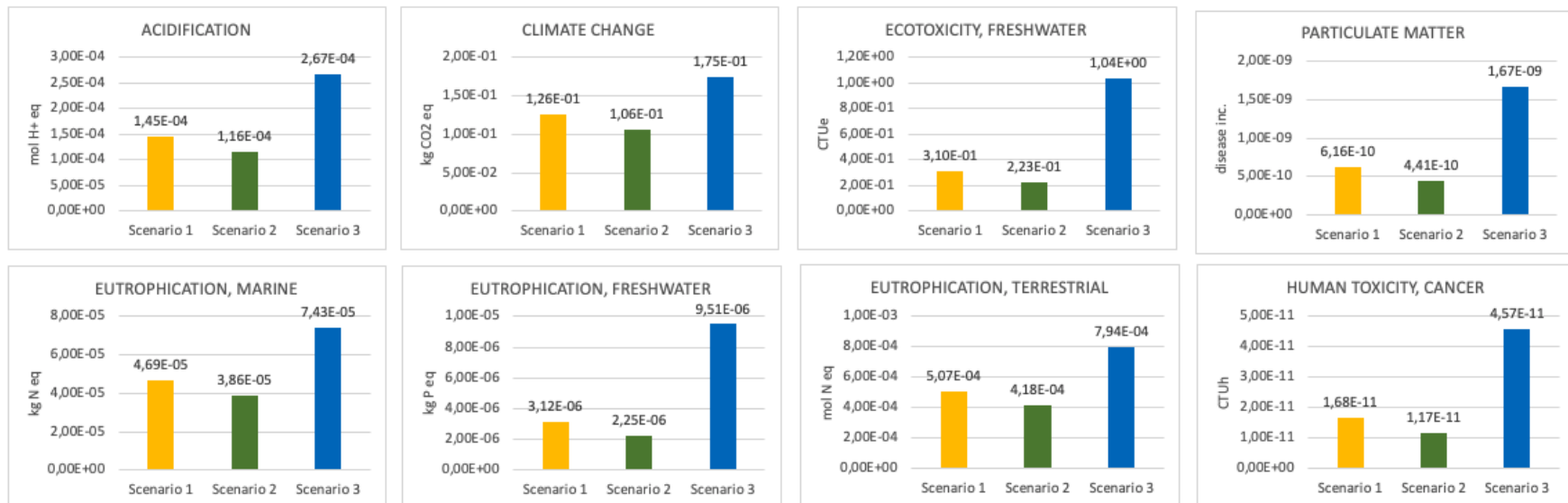


FASE DI CANTIERE

4 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

FASE OPERATIVA

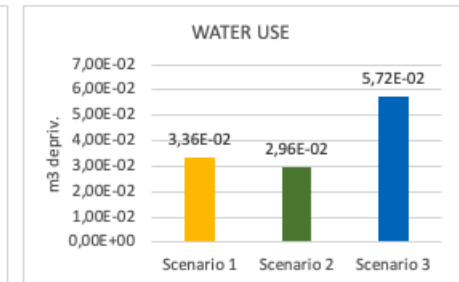
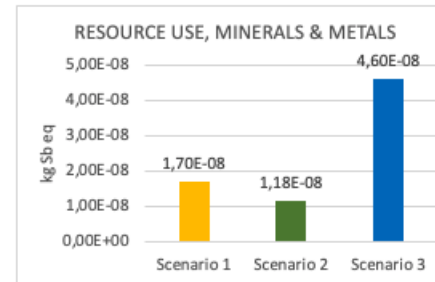
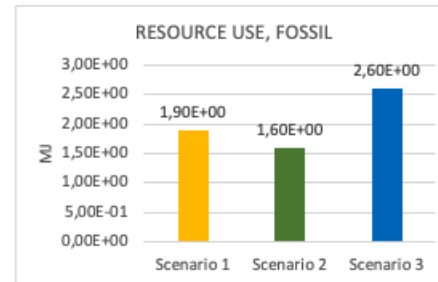
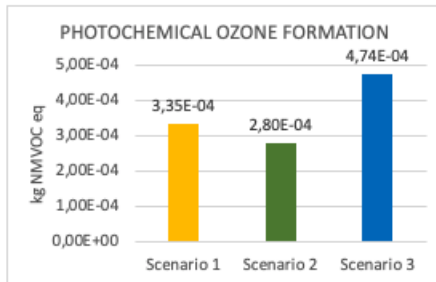
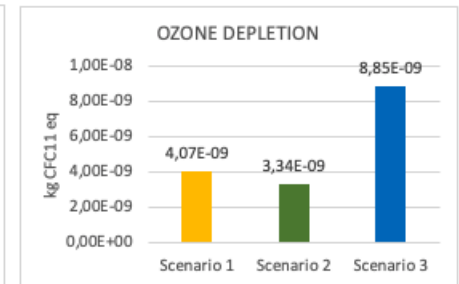
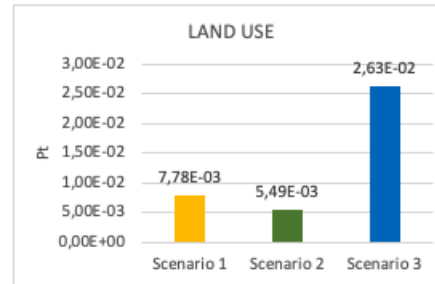
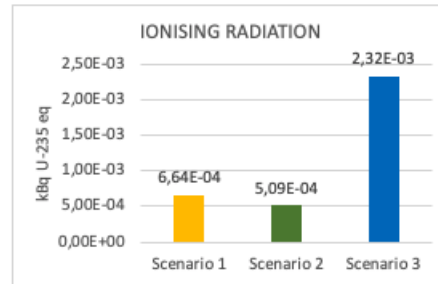
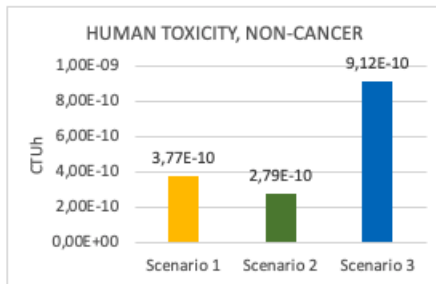
- ✓ Lo **Scenario 2** risulta quello a **impatto ambientale minore** per tutte le categorie analizzate
- ✓ Lo **Scenario 3** risulta quello a **impatto ambientale maggiore** per tutte le categorie analizzate, a causa dell'elevato consumo di energia elettrica e di chemicals.



4

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

FASE OPERATIVA

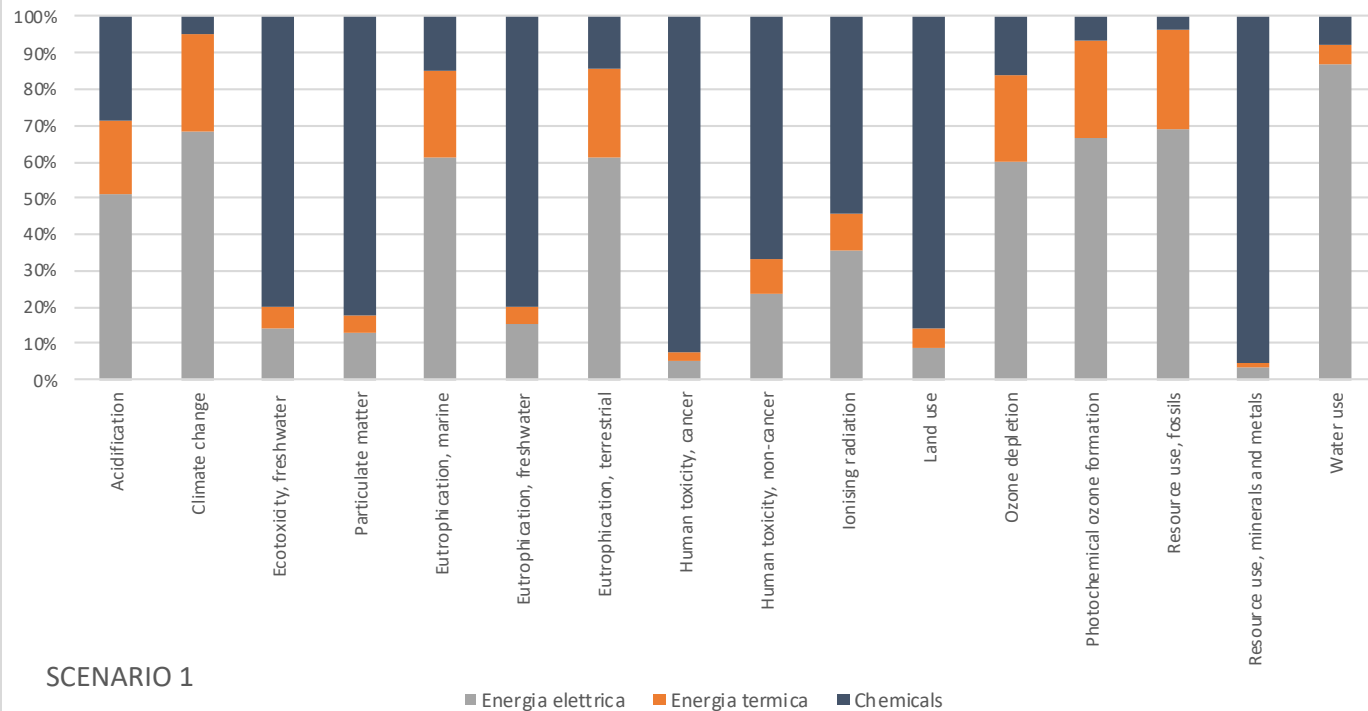


4

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

FASE OPERATIVA

SCENARIO 1



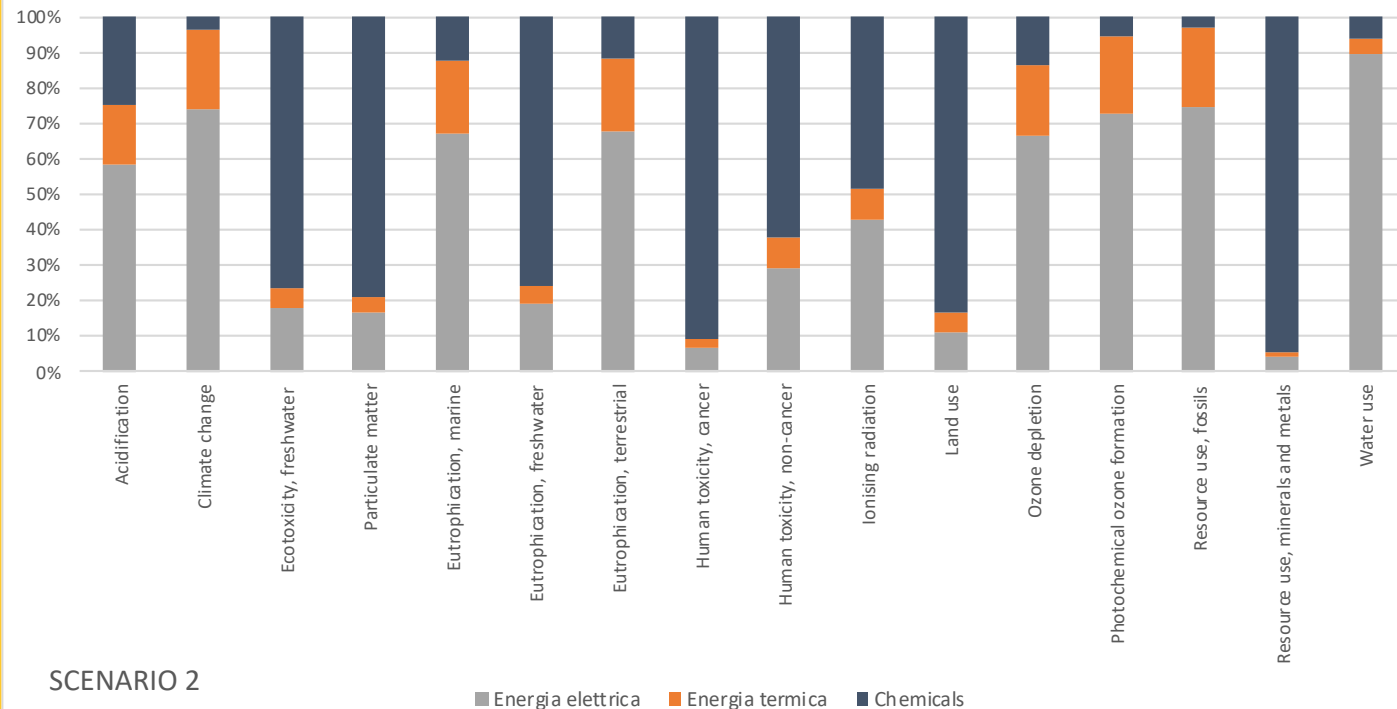
- ✓ Impatto maggiore per metà delle categorie di impatto: consumo energia elettrica
- ✓ Impatto maggiore per restante metà delle categorie di impatto: consumo chemicals

4

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

FASE OPERATIVA

SCENARIO 2



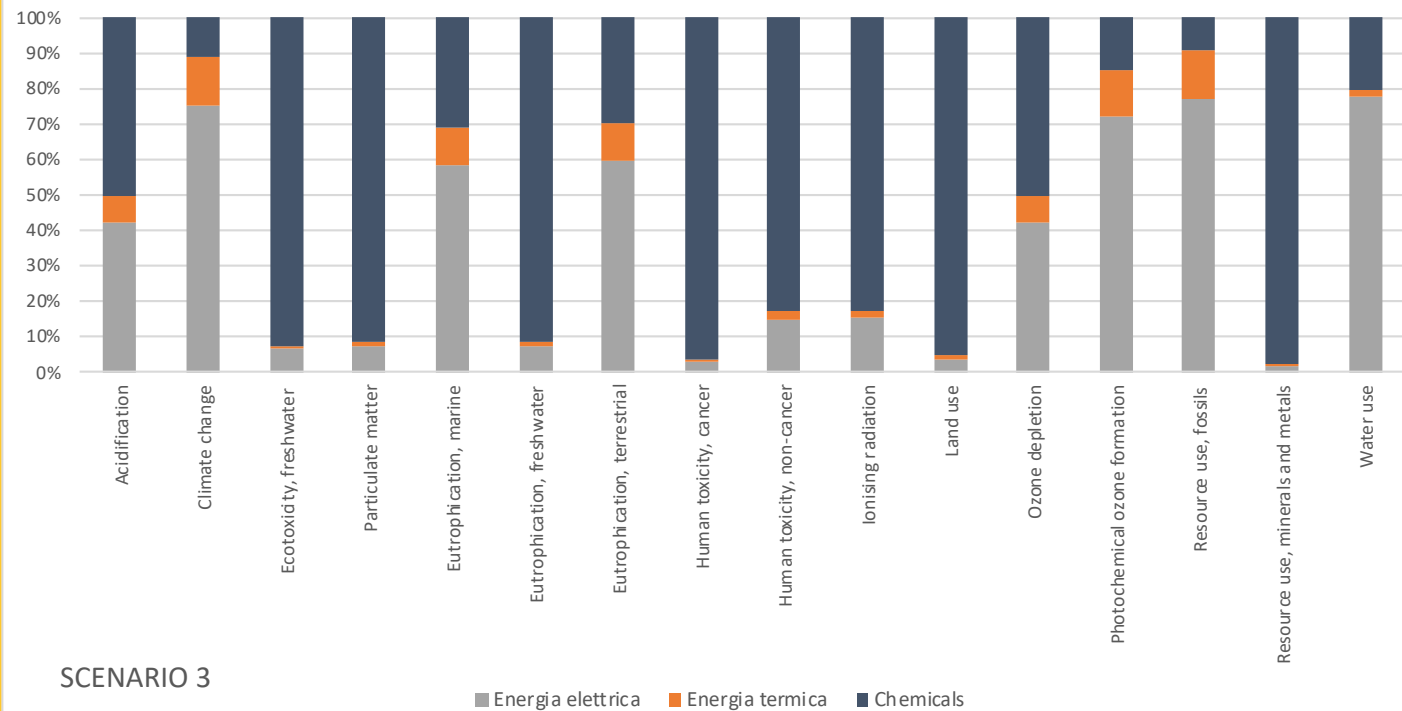
- ✓ Impatto maggiore per metà delle categorie di impatto: consumo energia elettrica
- ✓ Impatto maggiore per restante metà delle categorie di impatto: consumo chemicals

4

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

FASE OPERATIVA

SCENARIO 3



- ✓ Impatto maggiore per n.6 categorie di impatto: consumo energia elettrica
- ✓ Impatto maggiore per n 10 categorie di impatto: consumo di chemicals

4

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

CONFRONTO IMPATTO

**FASE
OPERATIVA**

✓ **Energia elettrica**

- Impatto Scenario 2 VS Scenario 1: - 9%
- Impatto Scenario 2 VS Scenario 3: - 40%

✓ **Energia termica**

- Impatto Scenari 2 e 3 VS Scenario 1: - 31%
- Impatto Scenario 2 VS Scenario 3: nessuna variazione

✓ **Chemicals**

- Impatto Scenario 2 VS Scenario 1: - 31%
- Impatto Scenario 2 VS Scenario 3: - 80%

Variazioni percentuali calcolate come media tra tutte le categorie di impatto

4

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

FASE OPERATIVA

- ✓ Lo Scenario 2 è risultato essere quello caratterizzato da impatto ambientale minore dei tre scenari valutati, in quanto:
 1. È lo scenario che utilizza meno energia elettrica: la sezione AGS ha consumo inferiore rispetto alla sezione biologica esistente e rispetto alla soluzione tecnologica a membrane
 2. È lo scenario che utilizza meno energia termica: la sezione AGS non prevede consumo di energia termica
 3. È lo scenario che utilizza meno chemicals: la sezione AGS effettua defosfatazione biologica che non prevede consumo di chemicals

CONCLUSIONI

**FASE DI
CANTIERE**

**L'IMPATTO PIÙ SIGNIFICATIVO LEGATO ALLA
PRODUZIONE DI MATERIALI DA COSTRUZIONE
(CALCESTRUZZO E ACCIAIO)**

**FASE
OPERATIVA**

**CONFIGURAZIONE TECNOLOGICA «AGS»
(SCENARIO 2) DETERMINA MINORE IMPATTO
AMBIENTALE RISPETTO ALLE ALTERNATIVE
PROGETTUALI CONSIDERATE**



tecno habitat
società di ingegneria

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**

Ing. Serse Comandù scomandu@tecnohabitat.com

Dott. Marco Vuono vuono@tecnohabitat.com