

VALUE CE-IN

FASE 1- Sviluppo di un sistema smart prototipale per il monitoraggio on-line del livello qualitativo dei reflui trattati e valutazione del loro destino ottimale

Dott. Gianpaolo Sabia
Ing. Luigi Petta

LEA - Laboratorio ENEA per l'Ambiente
ENEA SSPT-USER-T4W -Tecnologie per la gestione sostenibile delle acque e dei reflui

Ecomondo Digital Green Weeks
Week 2- 27/04/2021

Coordinatore



ENEA
Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Partner



Progetto cofinanziato dalla Regione Emilia-Romagna (bando POR - FESR 2014 - 2020)



FASE 1: Attività ed obiettivi.

A1) Valutazione della disponibilità di acque reflue municipali da riutilizzare a scopo irriguo: situazione attuale dei depuratori in ambito regionale, livello di trattamento conseguito, fabbisogni in termini di tecnologie di trattamento secondario e terziario presso i depuratori municipali (LEA + CIRI FRAME)

- Studio di analisi del potenziale di riutilizzo regionale delle acque reflue trattate dagli impianti di depurazione: il caso di studio della provincia di Forlì-Cesena.

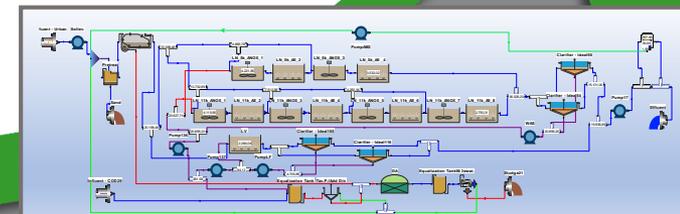
A2) Implementazione, validazione e dimostrazione presso il Dep.di Cesena di un sistema prototipale di tipo smart per il monitoraggio on-line della qualità degli effluenti depurati e definizione del loro destino ottimale in accordo con D.M. 185/2003 e il Reg. EU 741/2020 (LEA + HERA).

- Installazione sistema di monitoraggio (Chemitec) ed ottimizzazione della fase di acquisizione dati.
- Installazione centralina di controllo e di automazione della fertirrigazione di una parcella sperimentale con colture (ID&A)
- Definizione ed implementazione delle logiche di funzionamento della centralina.



A3) Modellazione dei processi di trattamento dell'impianto di HERA Cesena e valutazioni tecnico-economiche di possibili scenari di implementazione su scala reale di pratiche di riutilizzo, includendo aspetti connessi a potenziali risparmi energetici conseguibili rispetto allo stato attuale.

- Messa a punto del modello su dati operativi 2019.

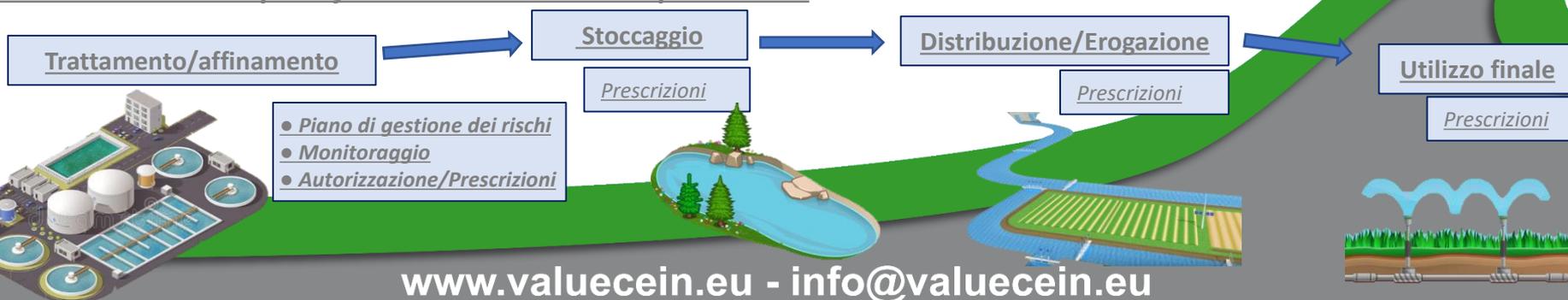


FASE 1: Regolamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 maggio 2020 recante prescrizioni minime per il riutilizzo di acque reflue trattate in agricoltura

Tab. 1 - Classi di qualità delle acque affinate e tecniche di irrigazione e utilizzi agricoli consentiti			Tab. 2 - Prescrizioni di qualità acque affinate a fini irrigui in agricoltura				
Classe	Categoria di coltura (*)	Tecniche di irrigazione	Obiettivo tecnologico indicativo	BOD ₅ (mg/l)	TSS (mg/l)	Torbidità (NTU)	Altro
A	Tutte le colture alimentari da consumare crude la cui parte commestibile è a diretto contatto con le acque affinate e le piante da radice da consumare crude	Tutte	Trattamento II, filtrazione e disinfezione	≤ 10	≤ 10	≤ 5	Legionella di diffusione spp.: per < 1000 ufc/l se vi è rischio Nematodi intestinali (uova di elminti): ≤ 1 uovo/l per irrigazione di pascoli o colture da foraggio
B	Colture alimentari da consumare crude con parte commestibile al di sopra del livello del terreno e non è a diretto contatto con le acque affinate, colture alimentari trasformate e colture non alimentari, comprese le colture utilizzate per l'alimentazione di animali da latte o da carne	Tutte	Trattamento II, disinfezione	Conformità Dir. 91/271/CEE (All. I, Tab. 1)	Conformità Dir. 91/271/CEE (All. I, Tab. 1)	-	
C	Colture alimentari da consumare crude la cui parte commestibile è prodotta al di sopra del livello del terreno e non è a diretto contatto con le acque affinate, colture alimentari trasformate e colture non alimentari, comprese le colture utilizzate per l'alimentazione di animali da latte o da carne	Irrigazione a goccia o altra che eviti il contatto diretto con la parte commestibile	Trattamento II, disinfezione			-	
D	Colture industriali, da energia e da sementi	Tutte	Trattamento II, disinfezione	-			

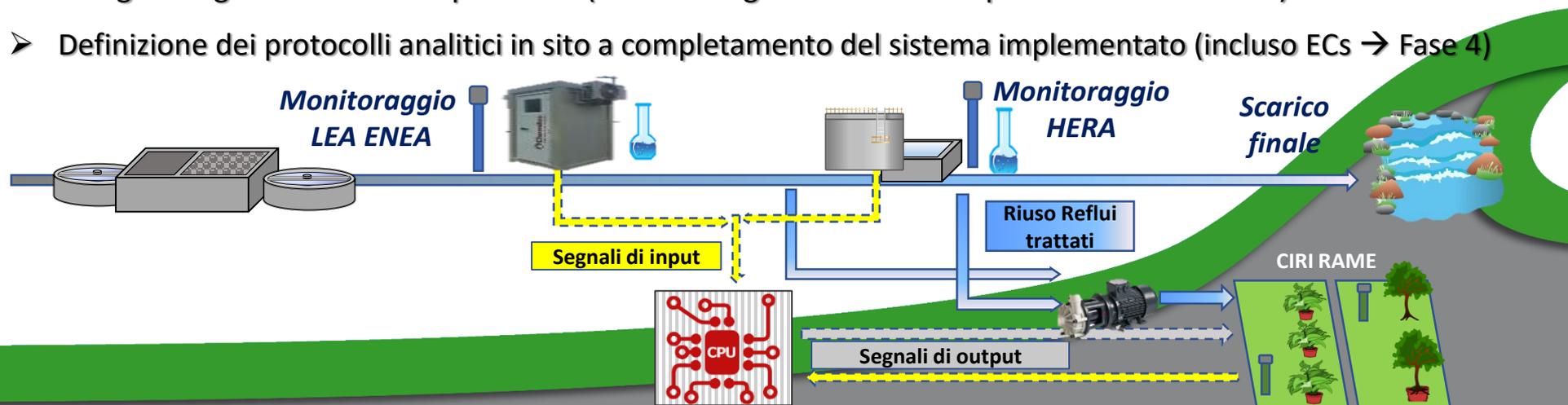
Prevista la valutazione dei rischi per l'ambiente e per la salute umana e animale di tipo qualitativa o semiquantitativa. La valutazione del rischio quantitativa è da effettuare nel caso di riscontro di un potenziale rischio elevato.

Filiera del riutilizzo acque reflue trattate: attori e responsabilità



FASE 1: Obiettivi di progetto in ottica di promozione delle pratiche di riuso delle acque reflue depurate in accordo con i requisiti del Reg. 741/20

- Controllo on-line dei parametri qualitativi allo scarico (post-terziario)
- Controllo on-line dei parametri qualitativi a valle secondario (post-secondario)
- Valutazione dei parametri chimico-fisici delle acque reflue trattate in relazione alle classi di qualità del Reg. 741/2020
- Definizione di un algoritmo per la gestione ed elaborazione dei segnali dei parametri monitorati ed automazione del sistema di fertirrigazione
- Calcolo del potenziale di fertirrigazione associato al riuso delle acque reflue
- Verifica di affidabilità ed ottimizzazione del sistema
- Indagine degli effetti delle acque reflue (sistema irrigazione + sistema pianta suolo → Fase 2)
- Definizione dei protocolli analitici in sito a completamento del sistema implementato (incluso ECs → Fase 4)



Finalità del monitoraggio:

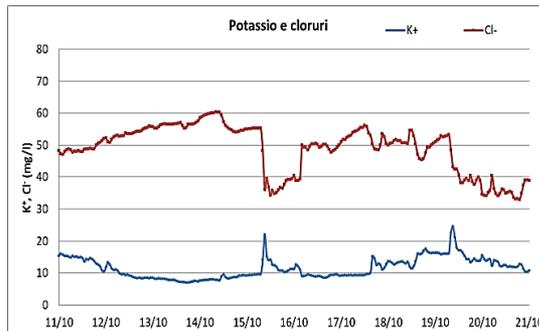
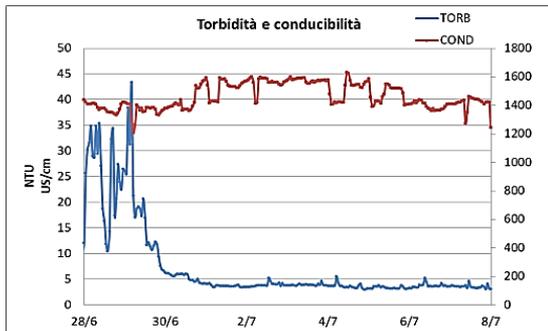
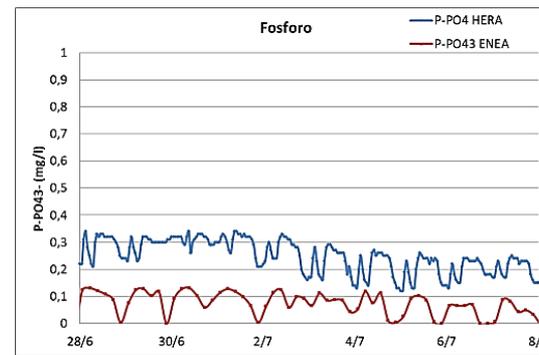
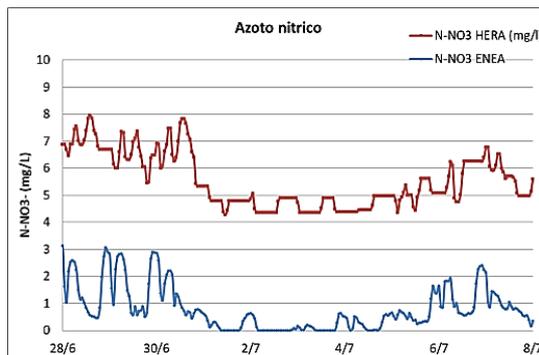
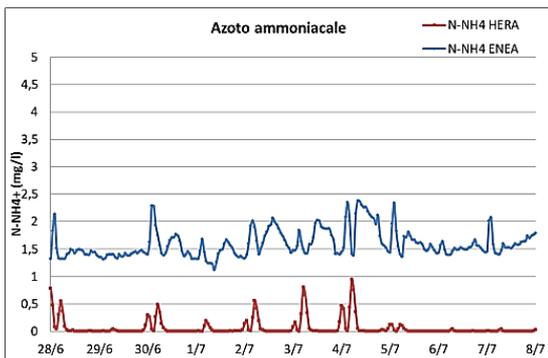
Controllo periodico sonde

Valutazione del potenziale fertirrigazione e bilanci

Definire la correlazione tra i parametri

Monitorare l'efficienza della fase di affinamento terziario

Valutare effetto su colture e sistema di microirrigazione



Parametri monitorati on line ENEA a valle del secondario:

- ⊕ NO_3^- , NH_4^+ , PO_3^{4-} per potenziale fertirrigazione
- ⊕ K^+ , Cl^-
- ⊕ COD carico organico
- ⊕ Torbidità, Conducibilità
- ⊕ E.coli e BOD₅ (analisi di laboratorio)

Parametri monitorati on-line HERA a valle del terziario:

- ⊕ N-NO_3^- , N-NH_4^+ ,
- ⊕ P-PO_3^{4-}
- ⊕ SST

FASE 1: Interventi di upgrading del sistema di monitoraggio della qualità delle acque a valle del trattamento secondario (LEA ENEA) ed allo scarico finale del depuratore

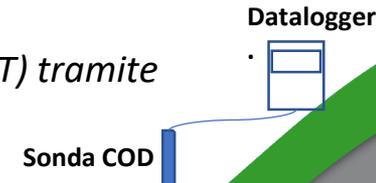
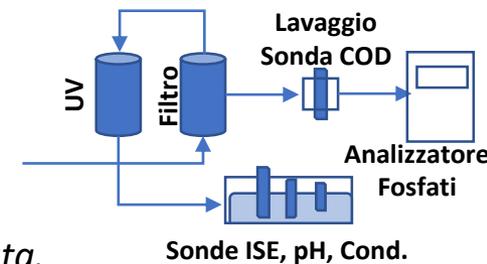
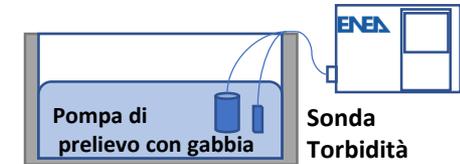
- **Interventi effettuati nella vasca di prelievo:**
- *Allestimento sistema protezione della pompa di prelievo ad immersione*
- *Modifica alloggiamento sonda di torbidità*

Interventi effettuati al sistema di monitoraggio:

- *Ottimizzazione alloggiamento sonde di monitoraggio (NO_3^- , NH_4 , Cond., pH, COD);*
- *Installazione sistema di UV per l'abbattimento della carica batterica nel campione prelevato a monte delle sonde;*
- *Upgrading sistema di filtrazione per determinazione del COD e dei fosfati;*
- *Installazione sistema di autopulizia del filtro per analisi COD e fosfati;*
- *Installazione sistema di pulizia temporizzato della sonda COD con soluzione dedicata.*

Interventi effettuati a valle del trattamento terziario:

- *Integrazione del sistema di monitoraggio di HERA (N-NO_3^- , N-NH_4^+ , P-PO_3^{4-} , SST) tramite installazione di una ulteriore sonda COD.*



FASE 1: Ottimizzazione criteri di acquisizione dei parametri rilevati e logiche di validazione

UtENZE

Valori Misurati ENEA

K	70.200 mg/l	Coeff.	
N-NO ₃	6.619 mg/l		0.2259
N-NH ₄ ⁺	1.009 mg/l		0.7765
P-PO ₄ ³⁻	0.290 mg/l		0.3264
Cl	0.000 mg/l		
TOC	6.201 mg/l		
BOD	2.534 mg/l	Temperatura Fosfati	22.90 °C
TORB.	1.020 NTU	Allarme reagenti esaurito	NORMALE
COND.	933.000 µS/cm	Allarme H2O esaurita	NORMALE
PH	6.810 pH		
COD	270.385 mg/l		

Valori Misurati HERA

COD	17.639 mg/l
N-NO ₃	5.674 mg/l
N-NH ₄ ⁺	0.498 mg/l
P-PO ₄ ³⁻	0.041 mg/l
SST	0.451 mg/l

Valori Acquedotto

K	2.000 mg/l
N-NO ₃	2.930 mg/l
N-NH ₄ ⁺	0.010 mg/l
P-PO ₄ ³⁻	0.010 mg/l

Pompe

Pompa del terziario	ARRESTO
Pompa del secondario	ARRESTO
Pompa Azoto N	ARRESTO
Pompa Fosforo P	ARRESTO
Pompa Potassio K	ARRESTO

Valvole

Elettrovalvola Secondario	CHIUSO	Elettrovalvola Terziario	CHIUSO
Elettrovalvola Acquedotto	CHIUSO	Elettrovalvola Lavaggio	CHIUSO
Elettrovalvola Pianta 1	CHIUSO	Elettrovalvola Pianta 6	CHIUSO
Elettrovalvola Pianta 2	CHIUSO	Elettrovalvola Pianta 7	CHIUSO
Elettrovalvola Pianta 3	CHIUSO	Elettrovalvola Pianta 8	CHIUSO
Elettrovalvola Pianta 4	CHIUSO	Elettrovalvola Pianta 9	CHIUSO
Elettrovalvola Pianta 5	CHIUSO		

Portata totalizzata

44275.0

Trigger Algoritmo

IN ESECUZIONE

Fasi Algoritmo

NEXT EXECUTION

Modalità Test

MODO RUNTIME

Parametri Medie Sonde

	Calcolo MIN e MAX				Calcolo Val Medio			
	MIN	MAX	T CALC	T MAN	VAL MEDIO	T CALC	T MAN	N° EXTRA
ENEA								
K	0 mg/l	146 mg/l	5 giorni	3 giorni	120 mg/l	2 giorni	3 giorni	10
N-NO ₃	0 mg/l	21.37 mg/l	5 giorni	3 giorni	11.82 mg/l	2 giorni	3 giorni	10
N-NH ₄ ⁺	0 mg/l	2.33 mg/l	5 giorni	3 giorni	1.15 mg/l	2 giorni	3 giorni	10
P-PO ₄ ³⁻	0 mg/l	0.46 mg/l	5 giorni	3 giorni	0.22 mg/l	2 giorni	3 giorni	10
Cl	0 mg/l	2.9 mg/l	5 giorni	3 giorni	1.42 mg/l	2 giorni	3 giorni	10
TOC	0 mg/l	69.1 mg/l	5 giorni	3 giorni	20.08 mg/l	2 giorni	3 giorni	10
BOD	0 mg/l	30.49 mg/l	5 giorni	3 giorni	10.28 mg/l	2 giorni	3 giorni	10
TORB.	1 NTU	79.22 NTU	5 giorni	3 giorni	20.87 NTU	2 giorni	3 giorni	10
COND.	0 µS/cm	2000 µS/cm	5 giorni	3 giorni	1062.04 µS/cm	2 giorni	3 giorni	10
PH	4.94 pH	6.88 pH	5 giorni	3 giorni	6.47 pH	2 giorni	3 giorni	10
COD	5.22 mg/l	60 mg/l	5 giorni	3 giorni	113.95 mg/l	2 giorni	3 giorni	10
HERA								
COD	5.34 mg/l	25.07 mg/l	5 giorni	3 giorni	17.42 mg/l	2 giorni	3 giorni	10
N-NO ₃	5 mg/l	6.99 mg/l	5 giorni	3 giorni	6.07 mg/l	2 giorni	3 giorni	10
N-NH ₄ ⁺	0.4 mg/l	0.63 mg/l	5 giorni	3 giorni	0.52 mg/l	2 giorni	3 giorni	10
P-PO ₄ ³⁻	0.04 mg/l	0.13 mg/l	5 giorni	3 giorni	0.06 mg/l	2 giorni	3 giorni	10
SST	0.42 mg/l	2 mg/l	5 giorni	3 giorni	0.45 mg/l	2 giorni	3 giorni	10

- Integrazione segnali ed effettuazione verifica di trasmissioni alla centralina di automazione e controllo.
- Implementazione di logiche di controllo di accettazione dati per il controllo della fertirrigazione.
- Reportistica automatica delle serie temporali.

FASE 1: Analisi qualità delle acque rispetto normativa nazionale D.Lgs 152/06, D.M.185/03 e verifica della classe di qualità secondo il Reg. 741/20.

Parametri LEA ENEA:

- ⊕ $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$, $P-PO_3^{4-}$, K^+ , Cl^-
- ⊕ COD carico organico
- ⊕ Torbidità, Conducibilità
- ⊕ *E.coli* e BOD_5 (analisi di laboratorio)

Parametri HERA

- ⊕ $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$,
- ⊕ $P-PO_3^{4-}$
- ⊕ SST
- ⊕ COD carico organico
- ⊕ *E.coli* e BOD_5 (analisi di laboratorio)

Tab. 2 - Prescrizioni di qualità acque affinate a fini irrigui in agricoltura

Obiettivo tecnologico indicativo	BOD_5 (mg/l)	TSS (mg/l)	Torbidità (NTU)	Altro
Trattamento II, filtrazione e disinfezione	≤ 10	≤ 10	≤ 5	Legionella di diffusione spp.: per < 1000 ufc/l se vi è rischio Nematodi intestinali (uova di elminti): ≤ 1 uovo/l per irrigazione di pascoli o colture da foraggio
Trattamento II, disinfezione	Conformità Dir. 91/271/CEE (All. I, Tab. 1)	Conformità Dir. 91/271/CEE (All. I, Tab. 1)	-	
Trattamento IIe disinfezione	-	-	-	

Classe di qualità
A
B
C
D

Riuso ottimizzato delle acque reflue trattate

Attività Potenziali e in fase di definizione:

- 🔍 Eventuale test e sperimentazione di strumenti in grado di misurare in tempo reale la carica batterica (HERA, LEA).
- 🔍 Elaborazione dati in ottica di analisi del rischio associato al riutilizzo delle acque reflue in agricoltura come stabilito dal Reg. 741/2020, per l'impianto di depurazione di Cesena.

Grazie per l'attenzione

Dott. Gianpaolo Sabia

e-mail: gianpaolo.sabia@enea.it

Ing. Luigi Petta

e-mail: luigi.petta@enea.it



Laboratorio
ENEA
Ambiente

ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

LEA - Laboratorio ENEA per l'Ambiente

ENEA SSPT-USER-T4W -Tecnologie per la gestione sostenibile delle acque e dei reflui