



RELAZIONE TECNICA

Applicazione del Sistema "ASIA" ad un depuratore "BNR" classico, con potenzialità di 13.000 abitanti equivalenti

Risultati dei Test

Il Direttore
Divisione Operativa Depurazione
ing. Michele Mion

(Aprile 2020)

INDICE

| | |
|---|----|
| SOMMARIO | 4 |
| PREMESSE | 5 |
| L'IMPIANTO DI LATISANA CAPOLUOGO | 5 |
| Dati di funzionamento del depuratore prima dell'inserimento di "ASIA" | 7 |
| INSERIMENTO DEL SISTEMA "ASIA" | 8 |
| Installazione hardware | 8 |
| Variazioni del processo depurativo conseguenti all'inserimento di ASIA | 9 |
| Analisi dei dati raccolti. | 10 |
| Rendimenti del processo depurativo | 10 |
| Consumi energetici..... | 12 |
| CONSIDERAZIONI SULLA VALIDITA' DEL SISTEMA "ASIA" | 16 |
| CONCLUSIONI | 18 |

SOMMARIO

CAFC Spa persegue da sempre l'obiettivo di migliorare continuamente l'efficienza energetica dei propri impianti e di contenere il più possibile le emissioni inquinanti nell'ambiente, in modo da ridurre l'impronta ecologica".

Il settore ad alto potenziale di miglioramento è quello delle sezioni di ossidazione dei depuratori biologici degli scarichi fognari, che costituiscono la parte più energivora di questi impianti. Difatti l'energia elettrica consumata per la fase ossidativa è mediamente il 45-65 % dell'energia totale spesa sulle linee di trattamento acque (inclusi i relativi sollevamenti iniziali, ma escluse le linee di trattamento dei fanghi).

Relativamente a questo settore di risparmio e ottimizzazione CAFC ha deciso di testare il Sistema "ASIA" (Advanced System Intermittent Aeration), della IGP Engineering srl di Trieste, perché questo Sistema è stato progettato proprio per raggiungere questi due obiettivi negli impianti di depurazione ad ossidazione biologica.

Per verificare e quantificare i vantaggi ottenibili utilizzando "ASIA" sui depuratori, CAFC Spa ha deciso di installarlo sul depuratore di Latisana Capolugo (UD), e questa relazione ne illustra i risultati raggiunti (mettendo a confronto i dati di funzionamento del depuratore, antecedenti e successivi all'installazione del modulo ASIA).

L'applicazione di ASIA ha dato risultati positivi, perché l'installazione si è dimostrata semplice e veloce ed il software ASIA (che controlla continuamente il processo depurativo ossidativo) ha consentito di ottenere costantemente sia significativi risparmi energetici, sia un netto miglioramento delle rese di abbattimento dell'azoto nella sezione di nitrificazione.

PREMESSE

Il CAFC Spa è alla continua ricerca di sistemi di efficientamento energetico e di miglioramento dei processi di depurazione delle acque reflue, con l'intento di ridurre l'impronta di carbonio (corrispondente alla quantità di emissioni di gas serra generata dai processi produttivi) delle proprie attività.

Con questo obiettivo in mente è stato testato un innovativo sistema di controllo del processo, di nome "ASIA" (Advanced System Intermittent Aeration), della IGP Engineering srl.

Per il test è stato scelto il depuratore delle acque di scarico civili di Latisana Capoluogo (UD), di media potenzialità.

Il Sistema ASIA (composto da un Algoritmo Software installato in un Elaboratore Dedicato) comanda esclusivamente il sistema di aerazione del bioreattore, utilizzando solamente la misura in continuo del Redox.

L'obiettivo del test era di verificare se le funzionalità e l'entità delle prestazioni di ASIA fossero conformi a quelle dichiarate dal progettista, che sono le seguenti:

- ✓ ASIA controlla automaticamente e continuamente le reazioni di ossidazione e riduzione che si sviluppano nel bioreattore, basandosi esclusivamente sulla misura del Redox nelle vasche di aerazione;
- ✓ ASIA regola il processo depurativo biologico agendo esclusivamente sul comando acceso/spento delle soffianti;
- ✓ ASIA è facilmente applicabile ai diversi tipi di depuratori biologici, sia di tipo discontinuo che continuo, dotati o non dotati di un processo di riduzione dell'azoto;
- ✓ ASIA è installabile semplicemente e velocemente, sia in impianti con automazione a PLC, sia in impianti con automazione a logica cablata;
- ✓ ASIA fornisce in tempi brevi i seguenti risultati: una riduzione significativa dei consumi energetici, un aumento importante dei rendimenti depurativi, una maggior adattabilità del processo depurativo alla variazione dei carichi inquinanti, una maggior costanza nel rispetto dei limiti allo scarico dell'acqua depurata, un miglior sfruttamento delle potenzialità del depuratore.

L'IMPIANTO DI LATISANA CAPOLUOGO

La linea acque dell'impianto di depurazione di Latisana Capoluogo, situato in località Paludo, è dimensionata per trattare il carico inquinante generato da un comprensorio di 13.000 A.E. (Abitanti Equivalenti)

La configurazione del relativo processo depurativo è quella tipica "BNR" (Biological Nutrient Removal), in grado di rimuovere dalle acque di rifiuto non soltanto il carico organico ma anche i nutrienti Azoto e Fosforo.

L'abbattimento dell'azoto avviene attraverso la fase di pre-denitrificazione e l'abbattimento del fosforo avviene per precipitazione generata dal dosaggio di cloruro ferrico nel comparto di ossidazione e nitrificazione (prima della fase di separazione solido-liquido che avviene nella stazione di sedimentazione).

Il processo **BNR Classico** è rappresentato dallo schema a blocchi in Figura 1.

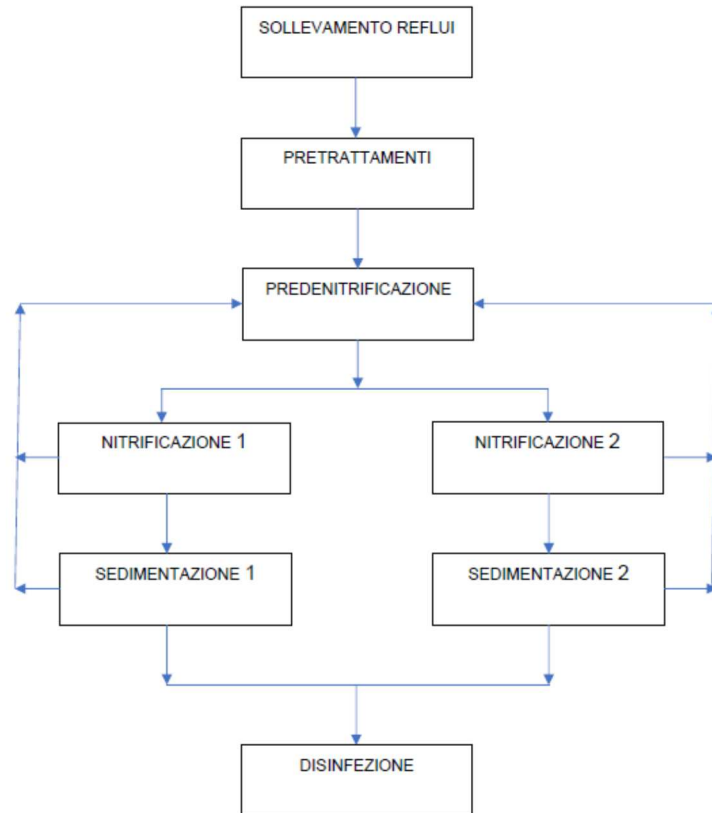


Figura 1: schema a blocchi del processo depurativo di Latisana Capoluogo

Dopo i pretrattamenti i liquami influenti alimentano un comparto di pre-denitrificazione (comune alle due linee successive e parallele di ossidazione e nitrificazione) al quale vengono convogliati sia i ricircoli dei fanghi provenienti dai sedimentatori, sia i ricircoli di miscela aerata prelevati dai reattori di nitrificazione.

Vi sono quindi due linee distinte di trattamento ossidativo, alimentate da un'unica pre-denitrificazione comune ad entrambe.

I quadri elettrici di comando e controllo del depuratore sono realizzati in logica cablata, e la gestione delle macchine viene attuata con temporizzatori. Le soffianti di aerazione della nitrificazione sono comandate da misuratori di ossigeno, ai quali sono abbinati dei valori di soglia minimi e massimi utilizzati rispettivamente per avviare e fermare i compressori.

Questo impianto è stato scelto da CAFC Spa come sito di prova di ASIA perché presenta le seguenti criticità:

- L'autorizzazione allo scarico dell'impianto impone dei limiti da "area sensibile" per i parametri azoto e fosforo. I valori da rispettare sono infatti pari a 15 mg/l di azoto totale e a 2,0 mg/l di fosforo totale, entrambi come medie annuali;
- i reflui sono caratterizzati da concentrazioni di COD all'ingresso tendenzialmente basse, che limitano le performance di abbattimento della pre-denitrificazione. Questa condizione rende difficoltoso il mantenimento dei limiti prescritti;
- l'automazione dell'impianto con logica cablata risulta limitante per lo sviluppo di una automazione avanzata. L'eventuale adeguamento richiederebbe il rifacimento dell'intera quadristica, con notevoli costi di investimento;
- lo schema di processo BNR è particolarmente energivoro, a causa della presenza dei ricircoli interni installati nei nitrificatori e del miscelatore sommerso installato nella denitrificazione.

Quindi l'applicazione di ASIA dovrebbe portare dei benefici per noi interessanti.

Dati di funzionamento del depuratore prima dell'inserimento di "ASIA"

Le tabelle che seguono riportano le caratteristiche chimico-fisiche dell'influente e dell'effluente, risultante dal trattamento con la configurazione BNR classica predenitro/nitro.

Tabella 1: Configurazione BNR CLASSICA- dati analitici del 2019 relativi all'INFLUENTE (NR = non rilevato)

| Mese | COD | Azoto totale | Azoto ammoniacale | Azoto nitroso | Azoto nitrico |
|-----------------|---------------------|--------------|----------------------|---------------|---------------|
| | mgO ₂ /l | mgN/l | mgNH ₄ /l | mgN/l | mgN/l |
| Gennaio | 115 | NR | 21 | <0,06 | <1 |
| Febbraio | 40 | 15,3 | 10 | 0,35 | 3,49 |
| Marzo | 127 | 24,6 | 19 | <0,06 | <1 |
| Aprile | 129 | 28,8 | 16 | <0,06 | <1 |
| Maggio | <10 | 10,6 | 6 | 0,085 | 3,58 |
| Giugno | 49 | 10,7 | 9 | <0,06 | <1 |
| Luglio | 47 | 16,9 | 13 | <0,06 | <1 |
| Agosto | 87 | 15,4 | 15 | <0,06 | <1 |
| Settembre | 35 | 12,7 | 11,0 | 0,07 | <1 |
| Ottobre | 117 | 23,8 | 22,2 | <0,06 | 1,93 |
| Novembre | 40 | 7,9 | NR | 0,10 | 1,5 |
| Dicembre | 39 | 10,6 | NR | 0,16 | <1 |
| Media | 75 | 17,5 | 14 | 0,08 | 1,21 |
| Dev. Std | 40 | 6,8 | 5,3 | 0,10 | 1,19 |

Tabella 2: Configurazione BNR CLASSICA- dati analitici del 2019 relativi all'EFFLUENTE (NR = non rilevato)

| Mese | COD | Azoto totale | Azoto ammoniacale | Azoto nitroso | Azoto nitrico |
|-----------------|---------------------|--------------|----------------------|-----------------|---------------|
| | mgO ₂ /l | mgN/l | mgNH ₄ /l | mgN/l | mgN/l |
| Gennaio | 34 | 19,4 | <1 | 0,06 | 19,3 |
| Febbraio | 25 | 10,4 | <1 | <0,06 | 11,3 |
| Marzo | 20 | 14,1 | <1 | <0,06 | 14,0 |
| Aprile | 19 | 8,5 | <1 | <0,06 | 9,0 |
| Maggio | 18 | 9,7 | <1 | <0,06 | 8,9 |
| Giugno | 20 | 12,6 | <1 | <0,06 | 11,0 |
| Luglio | 11 | 12,7 | <1 | <0,06 | 13,7 |
| Agosto | 12 | 14,8 | <1 | <0,06 | 16,0 |
| Settembre | 16 | 19,6 | <1 | <0,06 | 17,8 |
| Media | 19 | 13,5 | <1 | <0,06 | 13,4 |
| Dev. Std | 6,9 | 3,9 | --- | --- | 3,7 |

Determinando gli abbattimenti conseguiti si è verificato che la resa di rimozione dell'azoto totale era molto bassa e che la variazione dei rendimenti nel tempo è notevole.

Tabella 3: Configurazione BNR CLASSICA- abbattimenti % conseguiti nell'anno 2019

| Mese | COD | Azoto totale | Azoto ammoniacale |
|--------------|--------------|--------------|-------------------|
| Gennaio | 70,4% | ND | 97,6% |
| Febbraio | 38,1% | 32,0% | 95,0% |
| Marzo | 84,2% | 42,7% | 97,4% |
| Aprile | 85,3% | 70,5% | 96,9% |
| Maggio | ND | 8,5% | 91,7% |
| Giugno | 59,2% | ND | 94,4% |
| Luglio | 76,6% | 24,9% | 96,2% |
| Agosto | 86,2% | 3,9% | 96,7% |
| Settembre | 54,3% | ND | ND |
| Media | 74,1% | 22,5% | 96,5% |

INSERIMENTO DEL SISTEMA "ASIA"

Installazione hardware

Ad Ottobre 2019 la IGP Engineering srl ha installato il sistema ASIA sulla Linea di ossidazione n° 2 dell'impianto di depurazione di Latisana Capoluogo.

L'elaboratore dedicato ASIA è stato fornito con il suo quadro elettrico (poco ingombrante perché di piccole dimensioni), che è stato installato a parete vicino al quadro elettrico del depuratore. Così facendo:

- si è potuto sopperire alla mancanza di spazio nel quadro di comando esistente;
- in caso di esito negativo del test sarebbe stato facilissimo disinstallare ASIA;
- le 4 interconnessioni effettuate tra quadro ASIA e quadro esistente sono state:
 - o un segnale analogico (AO) 4-20 mA, in ingresso al modulo logico ASIA, proveniente dal misuratore di Redox installato nella vasca di ossidazione della linea 2;
 - o un comando digitale in uscita (DO) da ASIA, per il comando della soffiante della linea 2;
 - o un segnale digitale in ingresso (DI) ad ASIA, per la verifica dello stato della soffiante della linea 2;
 - o un segnale di allarme di ASIA, sottoforma di uscita digitale (DO), per permettere di commutare l'automazione da "logica ASIA" alla logica cablata esistente, in caso di guasto di ASIA.

Il quadretto di ASIA dispone poi di uscite digitali (DO) utilizzabili per il telecontrollo di CAFc (che supervisiona anche il funzionamento di questo depuratore) e di una uscita analogica 4-20 mA (AO) proveniente da un duplicatore di segnale dello strumento di misura del Redox (al momento non utilizzato).

L'installazione di ASIA è iniziata il giorno venerdì 11.10.2019 ed è terminata il giorno lunedì 14.10.2019 con il collaudo del sistema e l'inserimento delle configurazioni software di base. Il sistema è stato avviato il 14.10.2019 ad installazione finita.

Quindi ASIA è stata installata e messa in servizio in 2 giorni.

Variazioni del processo depurativo conseguenti all'inserimento di ASIA

Per poter confrontare i risultati ottenuti dal processo esistente **BNR Classico** con quelli ottenuti dal nuovo processo **BNR & ASIA**, si sono modificati i flussi idraulici in ingresso al depuratore, e precisamente si è inserita una seconda stazione di pompaggio iniziale che funziona in parallelo a quella esistente. In questo modo la portata entrante è stata suddivisa in 2 flussi eguali, pari ciascuno al 50% della portata totale.

La Linea 1 – BNR CLASSICA, gestita con lo schema di processo pre-denitro/nitro, è stata alimentata con metà del flusso influente, che attraversa i seguenti comparti in serie:

- Pre-denitrificazione
- 1° Nitrificazione
- 1° Sedimentazione

Per il corretto funzionamento della Linea 1 le macchine rimaste attive sono: il 1° mixer sommerso della denitrificazione, il 1° compressore di aerazione (il cui funzionamento è comandato da ossimetro su valore di soglia minimo e massimo), il 1° ricircolo del fango proveniente dal sedimentatore, il 1° ricircolo della miscela aerata tra la nitrificazione e la denitrificazione.

La linea 2 – BNR & ASIA, gestita con il nuovo schema di processo ASIA, è stata alimentata con l'altra metà del flusso influente, che attraversa solamente:

- 2° Nitrificazione
- 2° Sedimentazione

Quindi i volumi di reazione della Linea 2 con ASIA sono inferiori dei volumi di reazione della Linea 1, perché manca il volume di pre-denitrificazione.

Per il funzionamento della Linea 2 le macchine rimaste attive sono: il 2° compressore di aerazione (controllato dal modulo logico ASIA su segnale del Redox) e il 2° ricircolo del fango proveniente dal sedimentatore.

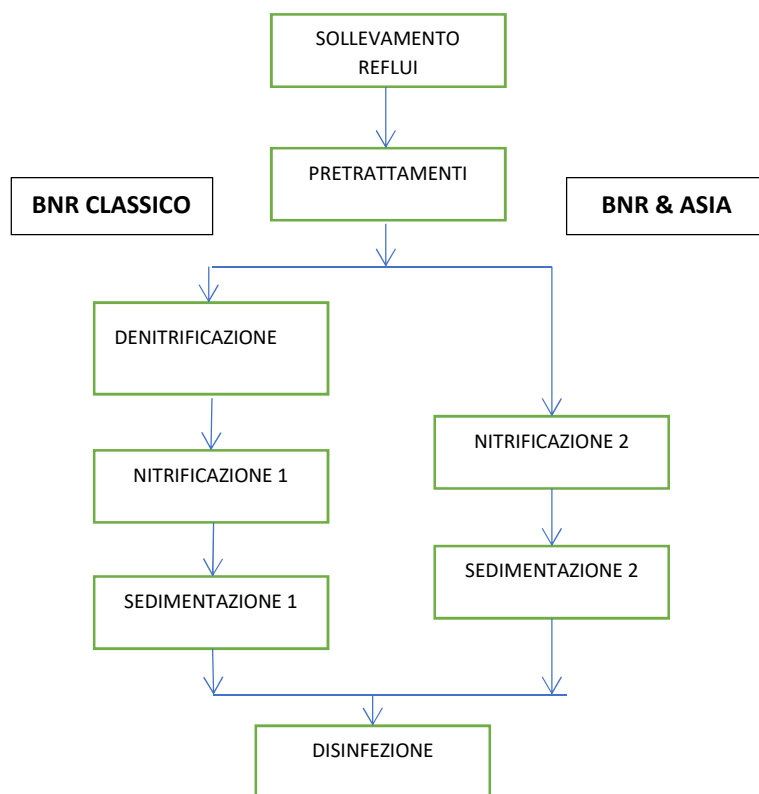


Figura 2: schema a blocchi dei due processi depurativi a confronto; BNR CLASSICO / BNR & ASIA

Analisi dei dati raccolti.

Rendimenti del processo depurativo

Il monitoraggio analitico delle due Linee (Classica e con ASIA) è iniziato a distanza di pochi giorni dall'installazione di ASIA. L'intento del monitoraggio era di verificare il tempo necessario al processo BNR & ASIA per raggiungere le condizioni di stato stazionario, e di capire quali erano poi le prestazioni del processo una volta a regime.

La raccolta e l'analisi dei dati di performance è durata in totale circa 3 mesi e mezzo, suddivisi in due momenti:

1° Periodo – analisi dei risultati ottenuti singolarmente dalle due linee in parallelo poste a confronto BNR CLASSICA / BNR & ASIA; durata circa 1 mese.

2° Periodo – analisi dei risultati ottenuti dall'impianto nel suo complesso, con le due linee in parallelo; durata circa 2 mesi e mezzo.

Il primo periodo è servito anche a verificare che ASIA fosse efficace, mentre il secondo periodo è servito anche a verificare nel tempo la stabilità del processo BNR & ASIA.

Le analisi sui campioni presi nel primo periodo sono state condotte nel laboratorio di processo di CAF SpA, insediato all'interno del Depuratore di San Giorgio di Nogaro (UD). La validazione dei valori di laboratorio è stata ottenuta mediante analisi su campioni raccolti in doppio, effettuate presso il laboratorio pubblico accreditato Friulab srl di Udine.

Tutti i campioni sono stati presi come medi su 3 ore o su 24 ore, a seconda del tipo di informazione che si desiderava raccogliere; valori orari nel primo caso e giornalieri nel secondo.

I risultati di laboratorio sui campioni d'acqua trattata presi all'uscita delle due Linee e all'uscita finale dal depuratore sono riportati nelle tabelle che seguono.

Tabella 4: qualità dell'acqua all'uscita della Linea 1 - BNR CLASSICA

| Data | COD | Azoto totale | Azoto ammoniacale | Azoto nitroso | Azoto nitrico |
|-----------------|---------------------|--------------|----------------------|-----------------|---------------|
| | mgO ₂ /l | mgN/l | mgNH ₄ /l | mgN/l | mgN/l |
| 18/10/2019 | <10 | 7,4 | <1 | <0,06 | 6,9 |
| 22/10/2019 | 14 | 10,9 | <1 | <0,06 | 10,6 |
| 06/11/2019 | 38 | 12,6 | 12,6 | 0,14 | 1,5 |
| 07/11/2019 | 15 | 7,5 | <1 | <0,06 | 6,9 |
| 13/11/2019 | <10 | 6,0 | <1 | <0,06 | 5,8 |
| Media | 15 | 8,9 | 4,4 | <0,06 | 6,4 |
| Dev. Std | 14 | 2,8 | 7,1 | --- | 3,3 |

Tabella 5: qualità dell'acqua all'uscita della Linea 2 - BNR & ASIA

| Data | COD | Azoto totale | Azoto ammoniacale | Azoto nitroso | Azoto nitrico |
|------------|---------------------|--------------|----------------------|---------------|---------------|
| | mgO ₂ /l | mgN/l | mgNH ₄ /l | mgN/l | mgN/l |
| 18/10/2019 | <10 | 6,3 | <1 | 0,22 | 4,8 |
| 22/10/2019 | 14 | 6,4 | 1,0 | 0,11 | 5,1 |
| 06/11/2019 | 17 | 7,1 | 1,7 | 0,29 | 4,3 |

| | | | | | |
|-----------------|------------|------------|------------|-------------|------------|
| 07/11/2019 | 10 | 6,2 | <1 | <0,06 | 5,5 |
| 13/11/2019 | <10 | 4,1 | <1 | <0,06 | 3,7 |
| Media | 10 | 6,0 | 1,2 | 0,14 | 4,7 |
| Dev. Std | 6,0 | 1,1 | 0,5 | 0,11 | 0,7 |

Da questi dati si vede che la Linea 2 BNR & ASIA produce un'acqua costantemente migliore rispetto a quella prodotta dalla Linea 1 BNR CLASSICA, e che le deviazioni standard delle misure si sono ridotte.

Tabella 6: qualità dell'acqua allo scarico finale del depuratore (Linee 1 + 2)

| Data | COD | Azoto totale | Azoto ammoniacale | Azoto nitroso | Azoto nitrico |
|-----------------|------------|--------------|-------------------|-----------------|---------------|
| | mgO2/l | mgN/l | mgNH4/l | mgN/l | mgN/l |
| 22/10/2019 | 25 | 11,6 | | 0,11 | 2,6 |
| 06/11/2019 | 22 | 6,7 | | <0,06 | 6,2 |
| 07/11/2019 | <10 | 5,0 | | <0,06 | 4,7 |
| 13/11/2019 | 23 | 2,5 | | <0,06 | 2,3 |
| 20/11/2019 | 21 | 7,7 | | <0,06 | 6,6 |
| 19/12/2019 | 19 | ND | | <0,06 | 6,9 |
| 08/01/2020 | 14 | 13,8 | | <0,06 | 7,0 |
| 05/02/2020 | 15 | 9,3 | | <0,06 | 8,7 |
| Media | 18 | 8,1 | | <0,06 | 5,6 |
| Dev. Std | 6,5 | 3,9 | | --- | 2,3 |

La qualità dello scarico al depuratore è intermedia alla qualità dello scarico delle due linee ossidative, perché è data dalla sommatoria dei due flussi paralleli trattati con processi diversi. Se ASIA fosse stata installata su entrambe le linee il risultato sarebbe stato quello migliore di Tabella 5.

Partendo da questi dati qualitativi si sono calcolati i rendimenti depurativi delle due diverse Linee e del depuratore nel suo complesso. I risultati sono riportati nelle seguenti tabelle riassuntive.

Tabella 7: rendimenti raggiunti dalla Linea 1 - BNR CLASSICA (dopo l'installazione di ASIA sulla Linea 2)

| Data | COD | Azoto totale |
|--------------|--------------|--------------|
| 18/10/2019 | 97,7% | 69,7% |
| 22/10/2019 | 90,7% | 59,7% |
| 06/11/2019 | 60,4% | --- |
| 07/11/2019 | 48,3% | 8,5% |
| 13/11/2019 | 73,7% | 9,4% |
| Media | 76,4% | 39,8% |

Tabella 8: rendimenti raggiunti dalla Linea 2 - BNR & ASIA

| Data | COD | Azoto totale |
|--------------|--------------|--------------|
| 18/10/2019 | 97,7% | 74,2% |
| 22/10/2019 | 90,7% | 75,9% |
| 06/11/2019 | 82,3% | 42,3% |
| 07/11/2019 | 65,5% | 24,4% |
| 13/11/2019 | 73,7% | 35,9% |
| Media | 84,7% | 59,1% |

Questi dati indicano che l'aumento del rendimento prodotto da ASIA è pari, in questo caso, al 10% per il COD e al 48% per l'azoto totale.

Tabella 9: rendimenti globali dell'impianto di depurazione dopo l'installazione di ASIA

| Data | COD | Azoto totale |
|--------------|--------------|--------------|
| 22/10/2019 | 83,4% | 56,1% |
| 06/11/2019 | 77,1% | 45,5% |
| 07/11/2019 | 82,8% | 38,8% |
| 13/11/2019 | --- | 62,6% |
| 20/11/2019 | --- | --- |
| 19/12/2019 | 58,7% | --- |
| 08/01/2020 | 73,1% | 16,4% |
| 05/02/2020 | 81,9% | 52,6% |
| Media | 71,5% | 45,2% |

Consumi energetici.

Dal confronto delle ore di funzionamento delle macchine operative nelle due Linee è stato possibile stimare i consumi energetici del processo BNR CLASSICO pre-denitro/nitro e quelli del processo BNR gestito con ASIA.

La tabella sottostante riporta l'elenco macchine operative nelle due diverse Linee e le relative potenze.

| LINEA 1 - BNR CLASSICA | | LINEA 2 - BNR & ASIA | |
|------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| Macchina utilizzata | Potenza impiegata | Macchina utilizzata | Potenza impiegata |
| Mixer sommerso | 2,2 kW | --- | --- |
| Soffiante a lobi | 20 kW | Soffiante a lobi | 15 kW |
| Pompa miscela aerata | 3,1 kW | --- | --- |
| Pompa ricircolo fanghi | 7,5 kW | Pompa ricircolo fanghi | 7,5 kW |

Nel periodo successivo alla installazione di ASIA (Ottobre 2019 - Febbraio 2020) sono stati raccolti i tempi di lavoro delle macchine indicate, e sulla base delle potenze impegnate sono stati calcolati i consumi energetici di una e dell'altra Linea. Le tabelle che seguono rappresentano la sintesi di questa analisi.

Tabella 10: consumi elettrici della Linea 1 – BNR CLASSICA raccolti nel periodo di test

| LINEA 1 - BNR CLASSICA | | | | |
|-------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------------|
| Mese | Mixer sommerso | Soffiante a lobi | Pompa miscela aerata | Pompa ricircolo fanghi |
| Ottobre 2019 | | | | |
| Tempo lavoro | 744 h | 345 h | 526 h | 524 h |
| Energia spesa | 1637 kWh | 6909 kWh | 1630 kWh | 3928 kWh |
| Novembre 2019 | | | | |
| Tempo lavoro | 720 h | 338 h | 512 h | 500 h |
| Energia spesa | 1584 kWh | 6768 kWh | 1588 kWh | 3753 kWh |
| Dicembre 2019 | | | | |
| Tempo lavoro | 744 h | 243 h | 520 h | 510 h |
| Energia spesa | 1637 kWh | 4853 kWh | 1611 kWh | 3824 kWh |
| Gennaio 2020 | | | | |
| Tempo lavoro | 744 h | 214 h | 529 h | 521 h |
| Energia spesa | 1637 kWh | 4274 kWh | 1641 kWh | 3911 kWh |
| Febbraio 2020 | | | | |
| Tempo lavoro | 696 h | 226 h | 493 h | 480 h |
| Energia spesa | 1531 kWh | 4511 kWh | 1528 kWh | 3601 kWh |
| Totali energia spesa | 8026 kWh | 27315 kWh | 7998 kWh | 19017 kWh |
| Totale energia Linea 1 | 62.356 kWh | | | |

Tabella 11: consumi elettrici della Linea 2 – BNR & ASIA raccolti nel periodo di test

| LINEA BNR & ASIA | | |
|-----------------------------|------------------|------------------------|
| Mese | Soffiante a lobi | Pompa ricircolo fanghi |
| Ottobre 2019 | | |
| Tempo lavoro | 307 h | 512 h |
| Energia spesa | 4600 kWh | 3836 kWh |
| Novembre 2019 | | |
| Tempo lavoro | 119 h | 533 h |
| Energia spesa | 1782 kWh | 3996 kWh |
| Dicembre 2019 | | |
| Tempo lavoro | 59 h | 551 h |
| Energia spesa | 882 kWh | 4129 kWh |
| Gennaio 2020 | | |
| Tempo lavoro | 154 h | 500 h |
| Energia spesa | 2308 kWh | 3753 kWh |

| Febbraio 2020 | | |
|-------------------------------|-------------------|------------------|
| Tempo lavoro | 277 h | 345 h |
| Energia spesa | 4157 kWh | 2590 kWh |
| Totali energia spesa | 13729 kWh | 18304 kWh |
| Totale energia Linea 2 | 32.033 kWh | |

Dal confronto dei consumi indicati nelle due tabelle precedenti emerge che ASIA ha prodotto risparmio energetico del 48% sulla Linea nella quale è stata installata.

Per approfondire la tematica dei risparmi energetici si sono registrati anche i consumi elettrici medi giornalieri delle macchine operative presenti sull'intero depuratore, confrontando poi i totali tra il periodo prima dell'adozione di ASIA e il periodo dopo l'adozione di ASIA. I risultati sono riportati in Tabella 12.

Tabella 12: confronto tra i consumi della sezione biologica prima e dopo l'installazione di ASIA su una delle due linee

| Mese | Settembre 2019– Ottobre 2019 prima della attivazione di ASIA (2 linee BNR Classiche) | Ottobre 2019– Febbraio 2020 dopo l'attivazione di ASIA (1 linea BNR classica e 1 linea BNR & ASIA) |
|---|--|---|
| Mixer | | |
| Tempo lavoro | 24 h/d | 24 h/d |
| Energia spesa | 53 kWh/d | 53 kWh/d |
| Soffiante 1 | | |
| Tempo lavoro | 9,4 h/d | 9,1 h/d |
| Energia spesa | 188 kWh/d | 182 kWh/d |
| Soffiante 2 | | |
| Tempo lavoro | 9,2 h/d | 6,1 h/d |
| Energia spesa | 138 kWh/d | 91 kWh/d |
| Pompa miscela aerata 1 | | |
| Tempo lavoro | 16,7 h/d | 17,0 h/d |
| Energia spesa | 52 kWh/d | 53 kWh/d |
| Pompa miscela aerata 2 | | |
| Tempo lavoro | 17,0 h/d | 0 h/d |
| Energia spesa | 53 kWh/d | 0 kWh/d |
| Pompa ricircolo fanghi 1 | | |
| Tempo lavoro | 16,9 h/d | 16,7 h/d |
| Energia spesa | 127 kWh/d | 125 kWh/d |
| Pompa ricircolo fanghi 2 | | |
| Tempo lavoro | 16,2 h/d | 16,2 h/d |
| Energia spesa | 122 kWh/d | 122 kWh/d |
| Energia spesa giornalmente dalla stazione biologica del depuratore | 732 kWh/d | 625 kWh/d |

Utilizzando i dati di questa tabella si può calcolare l'energia che si spenderebbe inserendo ASIA anche sulla Linea 1. Il risultato della simulazione è riportato nella Tabella 13 seguente.

Tabella 13: simulazione dei consumi della sezione biologica con ASIA installata su entrambe le Linee

| Mese | Simulazione con ASIA attivata su entrambe le Linee (2 linee BNR & ASIA) | |
|---|--|------------------|
| Mixer | | |
| | Tempo lavoro | 0 h/d |
| | Energia spesa | 0 kWh/d |
| Soffiante 1 | | |
| | Tempo lavoro | 6,1 h/d |
| | Energia spesa | 91 kWh/d |
| Soffiante 2 | | |
| | Tempo lavoro | 6,1 h/d |
| | Energia spesa | 91 kWh/d |
| Pompa miscela aerata 1 | | |
| | Tempo lavoro | 0 h/d |
| | Energia spesa | 0 kWh/d |
| Pompa miscela aerata 2 | | |
| | Tempo lavoro | 0 h/d |
| | Energia spesa | 0 kWh/d |
| Pompa ricircolo fanghi 1 | | |
| | Tempo lavoro | 16,2 h/d |
| | Energia spesa | 122 kWh/d |
| Pompa ricircolo fanghi 2 | | |
| | Tempo lavoro | 16,2 h/d |
| | Energia spesa | 122 kWh/d |
| Energia spesa giornalmente dalla stazione biologica del depuratore con ASIA su entrambe le Linee | | 426 kWh/d |

Da questa simulazione emerge che il risparmio energetico ottenibile inserendo ASIA su entrambe le Linee di ossidazione raggiungerebbe il 41% del totale. Inoltre la vasca di pre-denitrificazione potrebbe essere impiegata per altri scopi, aumentando così la potenzialità del depuratore.

CONSIDERAZIONI SULLA VALIDITA' DEL SISTEMA "ASIA"

L'obiettivo del test era quello di verificare la veridicità di quanto dichiarato dal produttore del Sistema ASIA e di quantificare i benefici conseguibili dalla sua applicazione su depuratori ad ossidazione biologica.

I punti che abbiamo verificato sono quelli indicati in premessa, che di seguito analizziamo uno per uno:

- ✓ **ASIA controlla automaticamente e continuamente le reazioni di ossidazione e riduzione che si sviluppano nel bioreattore basandosi esclusivamente sulla misura del Redox nelle vasche di aerazione.**

E' vero.

L'hardware che contiene il software ASIA raccoglie un solo segnale in continuo (Analog Input), e precisamente il Redox misurato nella vasca di aerazione (tramite una sonda la cui posizione viene determinata in funzione della geometria del reattore), e tramite questo segnale l'algoritmo di ASIA controlla in continuo le reazioni biologiche.

Qualora la misura del Redox dovesse servire anche per altri scopi si può sdoppiare il suo segnale analogico continuo in 4-20 mA utilizzando un semplice sdoppiatore di segnale.

- ✓ **ASIA regola il processo depurativo agendo esclusivamente sul comando acceso/spento delle soffianti.**

E' vero.

Il comando in uscita dall'elaboratore dedicato ASIA è unico, ed è un contatto pulito (Digital Output) che comanda la soffiante. L'aggiunta di questo contatto all'interno del quadro di automazione del depuratore è semplice, grazie alle istruzioni in termini di schema elettrico che vengono fornite dal produttore di ASIA.

Al variare del tipo di automazione esistente sul depuratore e del tipo di montante di comando della/e soffianti ci sono diversi schemi elettrici per l'aggiunta a quadro del nuovo contatto di comando soffianti.

In ogni caso non serve modificare la logica pre-esistente di automazione, che rimane attiva in stand-by, pronta ad intervenire qualora ASIA non dovesse più regolare il processo di ossidazione.

- ✓ **ASIA è facilmente applicabile ai diversi tipi di depuratori biologici, sia di tipo discontinuo che continuo, dotati o non dotati di un processo di riduzione dell'azoto;**

Il nostro depuratore di Latisana Capoluogo è di tipo continuo, con processo di riduzione dell'azoto.

Dal test effettuato si può confermare che ASIA è applicabile ai processi depurativi biologici continui, con o senza trattamento terziario di riduzione dei nutrienti (difatti la Linea 2 era composta solo da una vasca di ossidazione seguita da una vasca di sedimentazione).

Non possiamo invece dire nulla per quanto riguarda i processi discontinui, se non il fatto che la prima referenza di ASIA è stata l'applicazione ad un depuratore SBR (Sequencing Batch Reactor), a servizio di una cantina agricola.

- ✓ **ASIA è installabile semplicemente e velocemente, sia in impianti con automazione a PLC sia in impianti con automazione a logica cablata.**

E' vero.

Nel caso specifico l'applicazione di ASIA è stata da noi testata su quadri realizzati in logica cablata. L'applicazione è stata implementata facilmente ed in tempi molto rapidi.

La eventuale presenza di un Plc o l'eventuale assenza di un segnale di Redox già predisposto non avrebbe cambiato nulla, perché il software di automazione contenuto nel Plc non sarebbe comunque stato modificato (tranne eventualmente la gestione degli allarmi) e perché uno strumento Redox sarebbe stato subito reperibile sul mercato e rapidamente installabile.

Inoltre è stato verificato che la modalità di installazione adottata e le funzionalità di autodiagnosi di cui è dotato il sistema ASIA permettono di gestire automaticamente anche le situazioni di guasto ed anomalia. Difatti alcuni test di simulazione di guasti hanno dimostrato che ASIA, in queste situazioni anomale, riesce a mantenere efficace il processo depurativo anche se in condizioni meno performanti.

In particolare gli eventi testati sono stati i seguenti:

- I. Mancanza di tensione della strumentazione di controllo, ossia della misura di Redox.
ASIA ha riconosciuto l'evento ed ha passato il controllo della soffiante della Linea 2 - BNR & ASIA all'automazione del quadro del depuratore, che gestisce il processo depurativo a tempo.
- II. Crash del sistema ASIA.
In questo caso, grazie al contatto di allarme (DO) che viene dato dall'hardware di ASIA, è stato possibile commutare il funzionamento della soffiante sulla logica cablata esistente, garantendo il servizio dell'impianto. Contemporaneamente si era attivato anche il contatto di allarme (DO) previsto per il sistema di telecontrollo di CAF.
- III. Guasto della pompa di ricircolo.
In questo caso il sistema ASIA ha rilevato l'anomalia indotta sulla misura del Redox, ed ha passato il controllo della soffiante della Linea 2 - BNR & ASIA all'automazione del quadro del depuratore (funzionamento a tempo).
- IV. Guasto della soffiante della Linea 2.
In questo caso ASIA ha riconosciuto la mancanza di feedback dalla macchina ed ha attivato il contatto di allarme (DO) predisposto per il telecontrollo di CAF.

Inoltre è stato verificato che tutte queste situazioni di allarme, autorilevate da ASIA, sono state notificate in tempo reale a distanza (in questo caso direttamente ad IGP Engineering), utilizzando la scheda SIM inserita nel sistema.

Quindi ASIA è facilmente applicabile a quadri in logica cablata ed è molto robusta in quanto possiede una serie di sicurezze che permettono di gestire immediatamente le situazioni anomale.

Va poi confermata la velocità di installazione e il breve lasso temporale tra l'inizio dell'installazione ed il primo risultato utile allo scarico del depuratore (si intende come risultato utile i primi rilievi analitici che dimostrano un aumento di abbattimento di COD e azoto totale). Difatti sono serviti 2 giorni per la installazione e il collaudo del sistema e 5 giorni per migliorare i rendimenti.

- ✓ **ASIA fornisce in tempo brevi i seguenti risultati: una riduzione significativa dei consumi energetici, un aumento importante dei rendimenti depurativi, una maggior adattabilità del processo depurativo alla variazione dei carichi inquinanti, una maggior costanza nel rispetto dei limiti allo scarico dell'acqua depurata, un miglior sfruttamento delle potenzialità del depuratore.**

E' vero.

L'analisi dei consumi energetici rilevati durante il test conferma che ASIA ha prodotto benefici economici importanti. In particolare si è rilevato che:

- I. i consumi energetici della linea BNR & ASIA risultano di circa il 48% inferiori a quelli della linea con il processo BNR CLASSICO (vedi Tabelle 10 e 11);
- II. il consumo energetico globale della sezione biologica, installando ASIA su entrambe le Linee, sarebbe ridotto del 41% rispetto a quello rilevato conducendo la sezione biologica su due Linee BNR CLASSICHE (vedi Tabelle 12 e 13).

In termini di rendimento la linea 2 BNR & ASIA ha raggiunto performance stabili di abbattimento nei confronti di COD ed azoto totale rispettivamente del 84,7% e del 59,1% (vedi Tabella 8). Questi dati, se rapportati alle rese della linea gestita con il processo BNR CLASSICO, che sono del 76,4% per il COD e del 39,8% per l'azoto totale (vedi Tabella 7), mostrano un aumento dei rendimenti depurativi del 11% sul COD e del 49% per l'azoto.

Nel complesso, grazie all'introduzione del sistema ASIA, sono migliorate le performance globali di tutta la sezione biologica dell'impianto, anche se una delle due linee non ha migliorato nulla non essendo stata interessata da ASIA.

Altro dato importante che conferma il controllo preciso e costante da parte di ASIA delle reazioni biologiche è la deviazione standard riscontrata sui parametri di riferimento determinati allo scarico della linea BNR & ASIA. I valori di COD, azoto ammoniacale, azoto nitroso ed azoto nitrico, rispetto al valore medio, presentano per la linea BNR & ASIA una deviazione standard estremamente contenuta, e di molto migliore rispetto ai valori riscontrati sulla linea BNR CLASSICA (Vedi Tabelle 4, 5 e 6).

E questo accade anche in presenza di carichi inquinanti variabili nel tempo (vedi Tabella 1), per cui è confermata anche l'adattabilità del controllo di ASIA alle variazioni di concentrazioni inquinanti.

CONCLUSIONI

L'attività di test del sistema ASIA sull'impianto di depurazione di Latisana Capoluogo è stata esaustiva ed ha dimostrato che è ASIA è applicabile ai vari tipi di processi ossidativi in maniera semplice e veloce, producendo con investimenti modesti, importanti riduzioni dei costi operativi.

Applicando ASIA ai depuratori biologici si ottengono importanti risparmi sui costi dell'energia, maggiori abbattimenti dell'azoto e del COD, maggior flessibilità e stabilità del processo biologico, una buona gestione automatica delle anomalie e un continuo controllo automatico delle rese depurative.