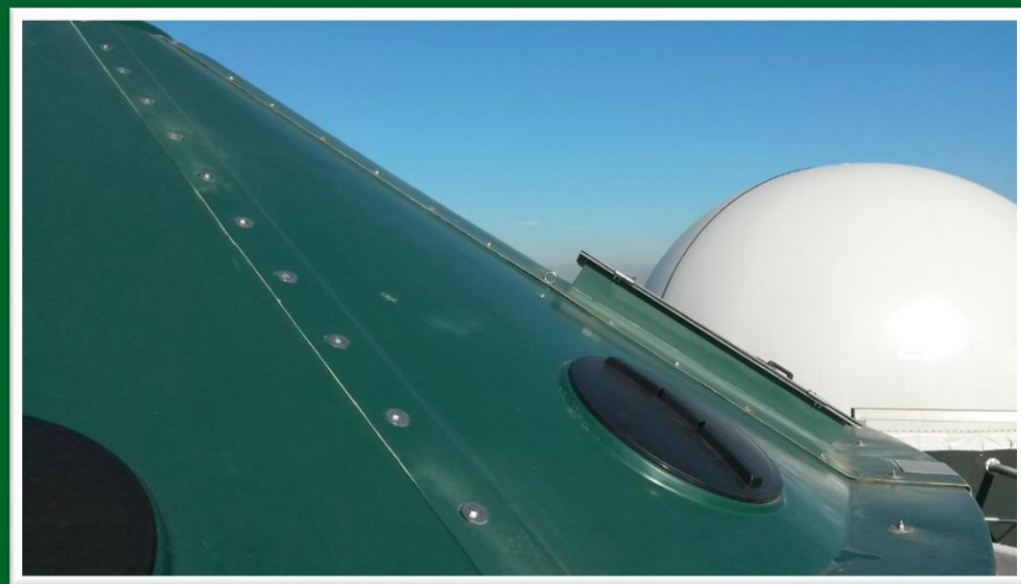




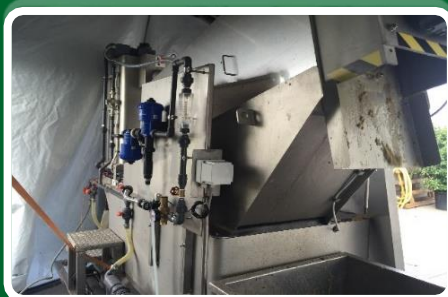
TRATTAMENTO DIGESTATO

SEPARAZIONE SOLIDO - LIQUIDO E NITRO - DENITRO OTTIMIZZATA

LINEA MEMBRANE UF FINISSAGGIO OSMOSI INVERSA - EVAPORAZIONE



AgriDep Srl a socio unico - 30030 Pianiga (VE)
041 8693523 www.agridep.it info@agridep.it



AgriDep nasce nel febbraio 2014 come start-up innovativa per promuovere un brevetto di invenzione industriale riguardante il trattamento di riduzione azoto dal digestato, brevetto 0001416741 "Impianto a fanghi attivi secondo lo schema Cattin".

L'obiettivo del brevetto è quello di ottimizzare i rendimenti del comparto di denitrificazione-nitrificazione biologica per garantire la riduzione dell'azoto nel digestato al minore costo energetico possibile. Soluzione che risolve il problema delle aziende agricole non in grado di rispettare i limiti imposti dalla direttiva nitrati 91/676/CEE relativamente al rapporto Azoto/ha di SUA.

Oltre alle soluzioni che mirano alla riduzione dell'azoto, AgriDep propone soluzioni che portano alla restituzione all'ambiente del digestato come acqua tecnica per usi interni, per diluizioni di biomasse (pollina) oppure per l'irrigazione, anche nei limiti del DM 185/2003, oppure per scaricare in acque superficiali.

La filiera tecnologica di trattamento del digestato si evolve per fasi che si sommano tra di loro, di seguito brevemente descritte:

1. Separazione solido liquido con filtro a pressione elicoidale, con riduzione fino al 30% dei solidi sospesi e dell'azoto, rappresentato quest'ultimo dalla frazione legata al solido, in genere pari al 10% dell'azoto organico NH_2 , 5% della frazione minerale $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ (fase solitamente compresa nell'impianto di biogas).
2. Affinamento della separazione S/L con filtro–pressa dischi per una riduzione della frazione solida fino all'80% e fino al 30% della frazione azotata prevalentemente in forma organica.
3. Trattamento biologico nitro-denitro su reattoristica brevettata a basso consumo energetico, riduzione dell'azoto organico residuo dopo S/L idrolizzabile e della frazione di N minerale.
4. Trattamento terziario di ultrafiltrazione, con produzione di acqua tecnica per usi interni e conseguente riduzione del volume del digestato da inviare allo stoccaggio.
5. Trattamento permeato UF con osmosi inversa, per produzione di acqua depurata da scaricare in corpo idrico superficiale in accordo alle più stringenti normative in campo ambientale.

LA SEPARAZIONE SOLIDO - LIQUIDO

Negli impianti di biogas dotati di trattamenti biologici del digestato, il principale problema legato alla gestione delle eccedenze azotate è legato all'efficienza nella separazione del solido liquido.

I tradizionali filtri meccanici che basano il principio della separazione sulle dimensioni delle maglie della rete del filtro, dove la coclea esercita una pressione che determina la filtrazione, possono arrivare ad efficienze di separazione dal 23% al 35% riferite ai solidi sospesi totali (TSS), con conseguente riduzione dell'azoto solo in forma legata alla fibra separata, in genere assai modesta.

La frazione liquida presenta percentuali di sostanza secca molto elevata, che varia in funzione del secco nel digestato alimentato.

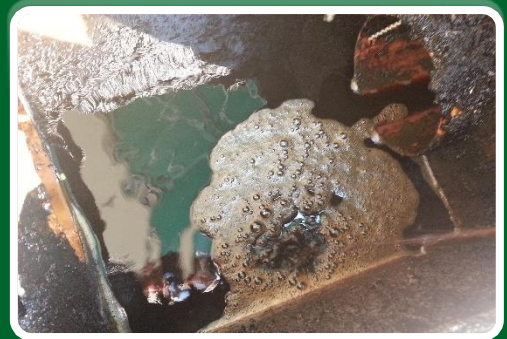
Concentrazioni residue spesso superiori al 4% come TSS, che possono ambire solo a ridurre le croste superficiali negli stoccaggi e produrre un separato solido, con circa il 30% di sostanza secca.

Se a valle del filtro separatore a pressione elicoidale è installato un impianto biologico di riduzione azoto, l'esercizio di questa tecnologia risulta notevolmente dispendioso e di scarso rendimento per due motivi fondamentali:

- 1) Maggiore richiesta di potenza per la miscelazione e per l'ossigenazione, che deve interessare un maggior carico organico legato ai solidi sospesi e alla maggiore viscosità.
- 2) Rendimenti molto parziali ottenibili nella riduzione dell'azoto totale (come TKN) perché il processo biologico applicato sui digestati idrolizza, e quindi nitrifica, solo marginalmente la componente organica azotata, percentuale che spesso arriva anche a superare il 50% dell'azoto totale come TKN.

In questo caso, se venisse richiesto un processo biologico, o di strippaggio dell'ammoniaca, per avere un abbattimento spinto dell'azoto nella frazione liquida, avremmo speso molta energia per ottenere un risultato modesto: una riduzione dal 40 al 50% dell'azoto come TKN, perché la frazione organica dell'azoto subisce una riduzione limitata.

Ridurre la concentrazione dei solidi sospesi in fase liquida, dopo un tradizionale separatore, è il primo obiettivo per garantire una gestione efficace delle eccedenze azotate, sia nel caso vengano implementate nei processi di abbattimento di tipo biologico o di strippaggio, sia per una corretta gestione delle vasche di stoccaggio.



AFFINAMENTO ALLA SEPARAZIONE SOLIDO - LIQUIDO

AgriDep offre una soluzione innovativa da abbinare agli impianti di separazione solido – liquido con post trattamento del digestato. Una soluzione che consente di incrementare l'efficienza della separazione S/L senza impegnare eccessivamente l'allevatore con elevati costi di impianto e di esercizio, con particolare riferimento al consumo d'acqua di produzione polielettrolita e costi energetici, specialmente se rapportati a quelli di un decanter centrifugo che sono decisamente maggiori.

La soluzione è il separatore “a dischi” che, pur mantenendo lo stesso principio della coclea di pressione che ruota internamente ad una gabbia di separazione, non utilizza sistemi di filtrazione statici



a rete, né la forza centrifuga, ma una serie di dischi in acciaio inox concatenati fra di loro, caratterizzati da un leggero movimento sinusoidale, tale da evitare qualsiasi forma di intasamento e lasciando trasudare solo la fase acquosa fra disco fisso e disco in movimento.

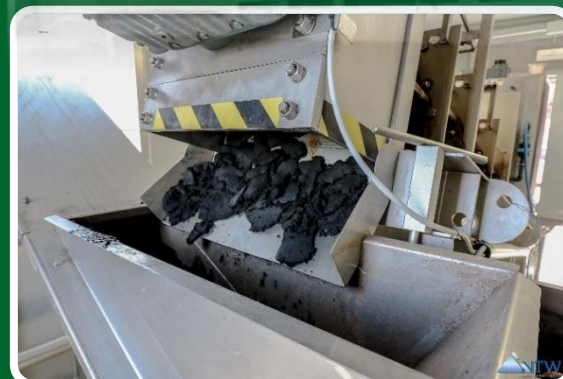
Il “separatore a dischi” è un macchinario molto usato nel mondo da oltre 10 anni, e solo da qualche anno importato in Italia, prevalentemente per la disidratazione dei fanghi di supero nel trattamento dei reflui industriali, caratterizzati da elevate concentrazioni di grassi e sostanze organiche viscosi.

Il sistema può funzionare in continuo, senza sorveglianza, grazie a specifici sensori che mantengono sotto controllo il grado di flocculazione, la pressione operativa e il cumulo del disidratato.

Nel trattamento del digestato il filtro a dischi arriva ad un indice di cattura dei solidi sospesi anche superiore all'80%, fino a lasciare meno dell'1% in SST nella fase liquida, concentrazione ottimale per agevolare i successivi processi di trattamento.

Il separato solido arriva a contenere fino al 50% dell'azoto organico e il 15% dell'azoto minerale. Grazie alla ridotta velocità di rotazione, 9 RPM, l'usura dei dischi è minima ed è possibile coadiuvare il polielettrolita con flocculanti alternativi, quali carbonato di calcio o zeolite, esaltando la proprietà ammendanti del separato solido.

L'impegno di potenza elettrica è irrisorio: da 1-2 kW per le macchine da 100-150 kgSS/h con una coclea da 300-350 mm di diametro kgSS/h fino a 5-6 kW per i modelli di maggiore potenzialità che arrivano con 3-4 coclee da 400 mm, fino a 800 kgSS/h ovvero una capacità di trattamento ponderale in solidi fino a 20.000 kgSS/d.

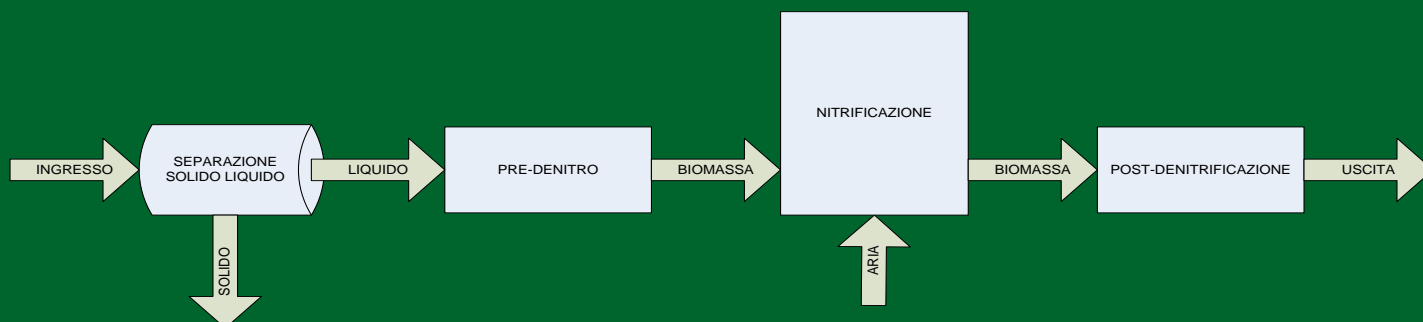


PROCESSO DI RIDUZIONE AZOTO AMMONIACALE

AgriDep è una società che ha personale tecnico che è stato fra i primi in Italia a sperimentare e applicare la tecnologia MBR nel trattamento del digestato di origine agro-zootecnica. Esperienze che hanno posto le basi tecniche e informative per poter definire le migliori strategie necessarie a dare sufficienti garanzie dei risultati in termini di rendimenti e costi operativi.

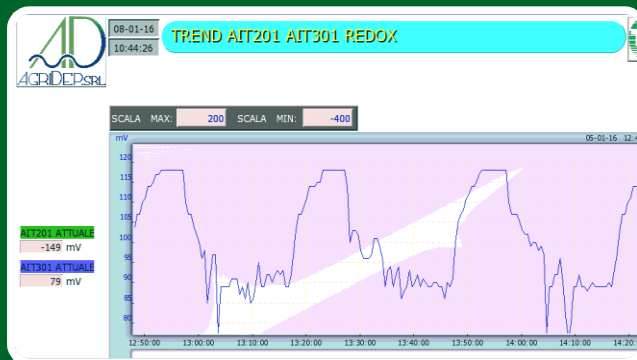
In particolare, è stato possibile verificare, prima in fase sperimentale e, successivamente, in piena scala, il rendimento del sistema di trattamento nitro-denitro brevettato dal titolare di AgriDep, Maurizio Cattin, brevetto N. 0001416741, che ottimizza, con una serie di accorgimenti di reattoristica e di processo, la riduzione dell'azoto arrivando a ottenere il massimo dell'efficienza con il minimo dispendio di energia elettrica possibile.

Lo schema di massima è il seguente:



Le innovazioni al processo promosse da AgriDep, ricalcano il succitato brevetto, e si differenziano dai processi convenzionali per le modalità realizzative della reattoristica. La denitrificazione è conformata ad anello, in periferia alla nitrificazione, dotata di acceleratori di flusso per miscelare con bassi consumi energetici, 2-4 watt/m, volumetrie notevoli che il comparto richiede con le velocità di reazione molto basse dovute all'utilizzo del carbonio endogeno. Le funzioni sequenziali di pre e post denitrificazione sono gestite in automatico da PLC in funzione di un algoritmo legato alla misura del Redox-pH.

Lo schema funzionale prevede che il comparto più energivoro della nitrificazione sia collocato nella parte centrale del bacino con una maggiore invasore, anche fino a 14 m, per prolungare il percorso di risalita delle bolle di aria e quindi massimizzare lo scambio liquido/gas, aumentando l'efficienza nel trasferimento dell'ossigeno contenuto nell'aria insufflata, per mezzo di soffiatori a vite ad elevata efficienza.



NITRIFICAZIONE – DENITRIFICAZIONE OTTIMIZZATA

La denitrificazione, operando in endogenia, quindi con bacini di volume 3-4 volte maggiore rispetto al nitro denitro tradizionale, è alimentata con la frazione liquida del digestato e con il surnatante proveniente dalla nitrificazione anche la distruzione delle schiume biologiche.

La calibrazione del ricircolo e delle fasi di alimentazione – scarico, avviene con un algoritmo a PLC, che elabora le variazioni di tendenza dei trend operativi pH-ORP-OD, ottimizzando i rendimenti.

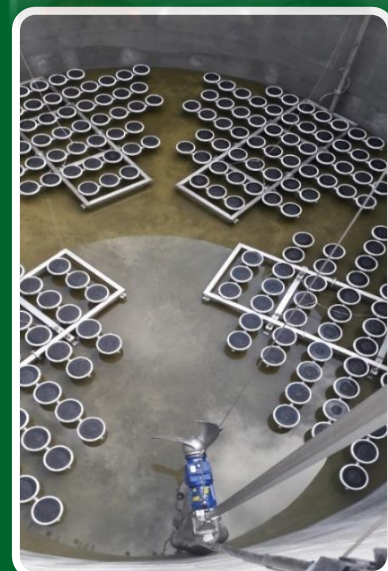
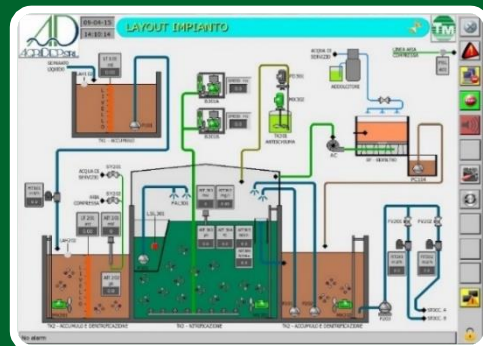
Risultato: riduzione dell'azoto minerale nitrificabile anche superiore 90%, con potenze medie complessive che possono variare da 6 a 10 kW/mc in relazione alla concentrazione dell'azoto ammoniacale e della biomassa alimentata.

La tecnologia che risponde al succitato brevetto, pur basata sull'universale cinetica biologica di Monod della nitrificazione – denitrificazione biologica, opera con parametri adattati per effluenti con basso rapporto carbonio/azoto e per massimizzare l'efficienza energetica, sia in denitrificazione, che in nitrificazione.

Un sistema biologico nitro-denitro riduce l'azoto prevalentemente nella sua forma minerale, perché la frazione organica dell'azoto presente in un digestato è solo parzialmente idrolizzabile. In buona sostanza all'uscita del processo N-D non avremo distrutto tutto l'azoto, da rimpiazzare con concimi chimici, ma avremo lasciato una componente organica azotata e carboniosa a spese dell'ammoniaca.

In base alle analisi sul digestato trattato si potrà calibrare il PUA regolando il rapporto azoto zootecnico – minerale rispettando i limiti fissati dalla direttiva nitrati e i piani colturali. *Va considerato che il maggiore apporto in sostanza organica stabilizzata e in azoto organico consente di incrementare i volumi di spandimento e, per questo, migliorare la microstruttura dei terreni agricoli favorendone la ritenzione idrica e, di conseguenza, aumentandone la fertilità.*

In alternativa alla tecnica distruttiva dell'azoto, AgriDep utilizza anche la tecnica **valorizzativa**, che prevede una fase semi-biologica, limitata alla bioflocculazione per destabilizzazione dei colloidali, applicando a valle del reattore semibiologico le membrane UF, per ottenere un permeato da riutilizzare come acqua tecnica o da indirizzare ad un successivo passaggio con osmosi inversa. Dall'osmosi esce un permeato OI e un concentrato, questo circa il 25-30%, da concentrare ulteriormente con evaporatore, arrivando ad un concime liquido con macroelementi, NPK, ad alto valore fertilizzante, particolarmente adatto alle colture biologiche o di alto reddito.



ULTRAFILTRAZIONE E OSMOSI INVERSA (UF – OI)

I processi di ultrafiltrazione e osmosi sono applicati negli impianti di trattamento del digestato per ottenere uno scarico in acque superficiali della frazione liquida, che mira a garantire sia la riduzione che il recupero dell'azoto.

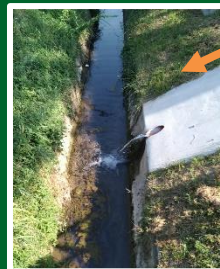
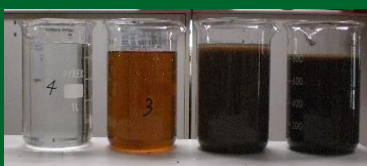
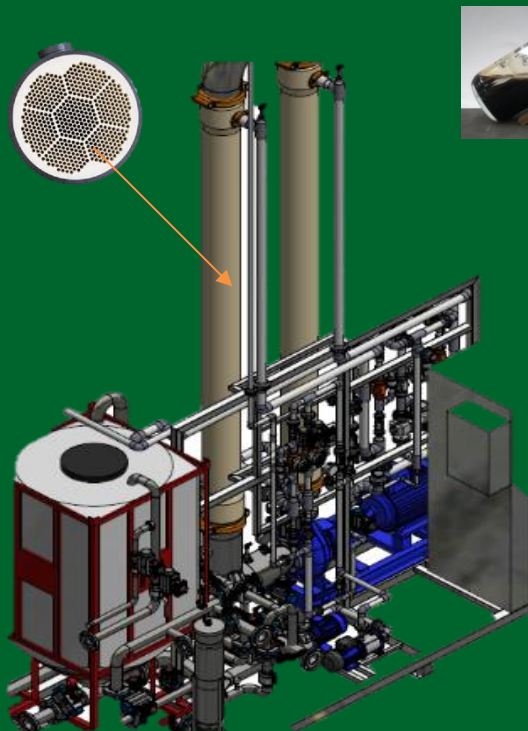
Sono soluzioni ben ingegnerizzate, con un elevato livello di automazione e controllo del processo, in modo da garantire costi di gestione ottimali e performance elevatissime, con la produzione di acqua osmotizzata di altissima qualità, tale da poter essere recuperata per scopi industriali o scaricata in corpo idrico superficiale.

L'UF dopo il reattore biologico separa totalmente i solidi sospesi, lasciando nel permeato solo sali disciolti che si concentrano con OI fino al 5-6 %, con evaporazione al 20%.

L'impianto UF è preassemblato su skid collaudo in officina per funzionare con singolo modulo fino a 120 m³/d.

L'impianto di osmosi inversa è a doppio stadio, con doppio passaggio per ridurre lo scarto fino al 20-25%.

Per aumentare ulteriormente il grado di concentrazione è necessario trattare il concentrato OI con evaporatore termico, utilizzando il calore residuo dalla cogenerazione, arrivando a produrre un concentrato valorizzabile.



Le immagini raffigurano gli impianti separativi a membrane UF-OI, l'evaporatore del concentrato OI e l'osmotizzato allo scarico.

RENDIMENTI E CONSUMI DELLE FASI DI TRATTAMENTO

Il trattamento del digestato presenta delle caratteristiche tali da richiedere processi di trattamento molto particolari, non generalizzabili, che utilizzano delle tecnologie specifiche per garantire prestazioni elevatissime, sia in termini di rimozione dei solidi sospesi, sia dei composti azotati presenti in elevate concentrazioni dopo la fermentazione anaerobica. Le tabelle sottostanti indicano le caratteristiche, i rendimenti e i costi di esercizio per singola unità di trattamento in €/mc:



CARATTERISTICHE DIGESTATO

PARAMETRO	VALORE	U.M.
TS	5,5-9,5	%
TSS	4,5-7,5	%
TDS	10.000-20.000	mg/L
COD	30.000-80.000	mg/L
BOD	5.000-12.000	mg/L
TKN	4.000-6.000	mg/L
NH ₄ ⁺ -N	2.800-4.000	mg/L
P	50-300	mg/L

COSTI DI ESERCIZIO PER SINGOLA FASE OPERATIVA

ENERGIA ELETTRICA riduzione azoto N-D	1,2-2
ENERGIA ELETTRICA N-D + UF - OI	2,4-5,1
REAGENTI PER DISIDRATAZIONE SPINTA	2,0 - 5,0
REAGENTI PER NITRO - DENITRO	0,1-0,3
REAGENTI PER ULTRAFILTRAZIONE	0,2-0,4
REAGENTI PER OSMOSI INVERSA	0,6-0,8
MANUTENZIONE ORDINARIA	0,3-1,1
GESTIONE TECNICA BIOLOGICA	0,2-0,8
SOSTITUZIONE MEMBRANE UF	0,5-0,7
SOSTITUZIONE MEMBRANE OI	0,3-0,6

PARAMETRO

RIDUZIONE AZOTO (N-D)

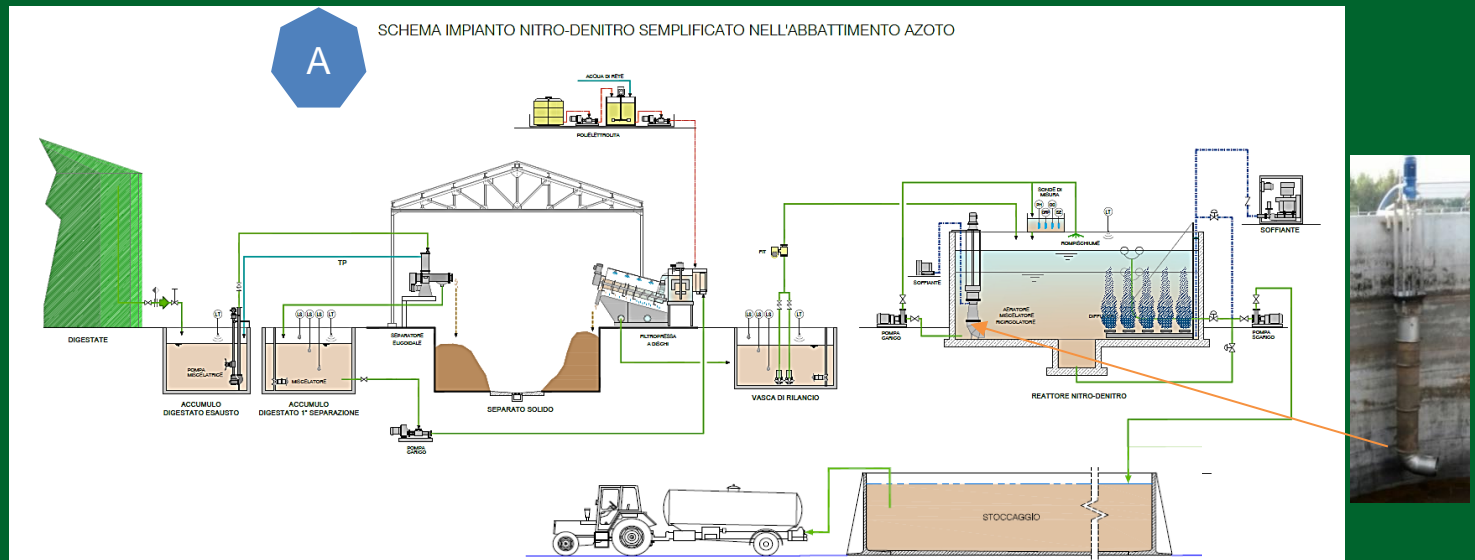
MBR CON SCARICO UF+OI

U.M.

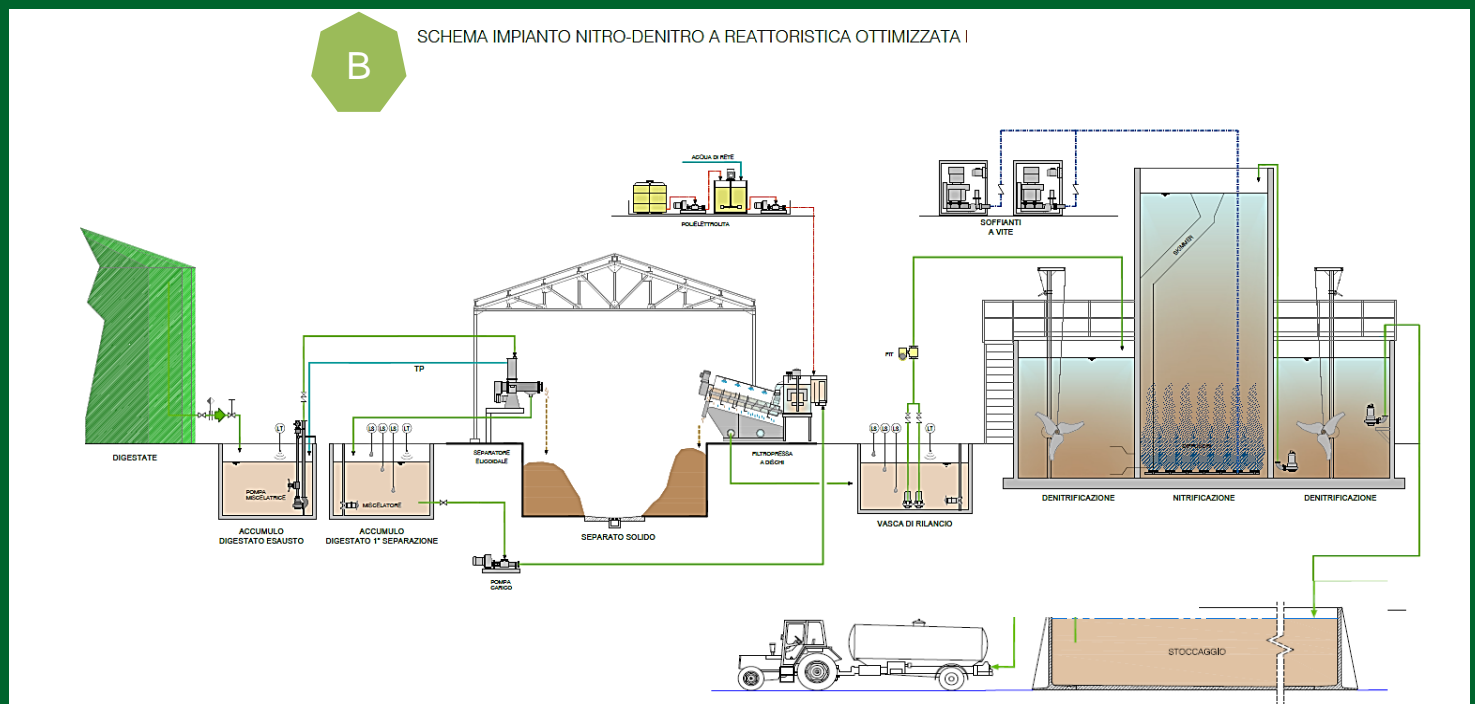
Resa di abbattimento del COD	70-90	> 99	%
Resa di abbattimento del BOD	80-95	> 99	%
Resa di abbattimento dell'ammoniaca	70-95	> 99	%
Possibilità di recupero con UF	20-60	-----	(%) Con N-D non è possibile lo scarico in acque superficiali ma solo usi interni
Rapporto di recupero con OI	-----	25 - 30	% (concentrato prodotto / ingresso)
Rapporto di recupero con evaporatore concentrato OI	-----	7,0-8,0	% (concentrato prodotto / ingresso)
Consumo energetico disidratazione	1,0 - 2,0	1,5 - 3,0	kWh/m ³
Consumo energetico sezione di nitrificazione e denitrificazione	5,0 - 7,0	6,0 - 10,0	kWh/m ³
Consumo energetico sezione UF	3,0 - 5,0	5,0 - 7,0	kWh/m ³
Consumo energetico sezione OI	-----	3,5 - 5,0	kWh/m ³
Consumo energetico eventuale evaporazione del concentrato OI	-----	8,0 - 12,0	kWh/m ³

DOCUMENTAZIONE TECNICA - RIDUZIONE AZOTO

Schema impianto NITRO-DENITRO a ciclo discontinuo per riduzione azoto con monoreattore cicli alternati e possibilità di scaricare separatamente il mixed ispessito e/o chiarificato, in relazione agli usi dell'effluente dopo il trattamento, oppure per una regolazione della concentrazione della biomassa e conseguente riduzione dei costi di miscelazione e ossigenazione. Il reattore sfrutta la forma geometrica della vasca e il moto circolatorio che viene indotto attraverso un particolare sistema di ossigenazione e miscelazione. La capacità ideale di trattamento va dai 20 agli 80 mc/giorno di reflui zootecnici o digestato.

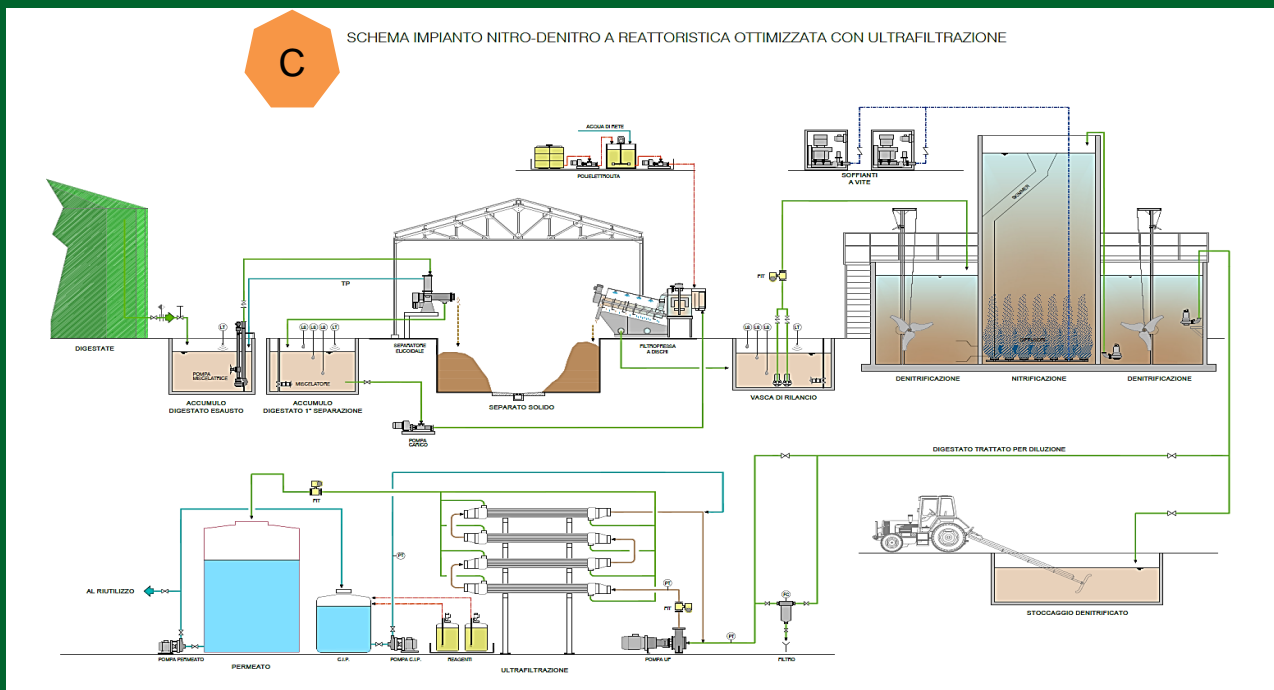


Schema impianto ND a reattoristica ottimizzata brevettata, con riduzione dei consumi energetici (7/10 kW/mc), riduzione azoto minerale al 90%, con reattore anossico periferico, di pre-post denitrificazione, dimensionato per operare anche in carenza di carbonio ($BOD/N \leq 1,5$), reattore di nitrificazione a torre, con tecniche di ossidazione ad alto rendimento, controllo schiume biologiche e utilizzo per digestati con capacità da 50 a 400 mc/d.

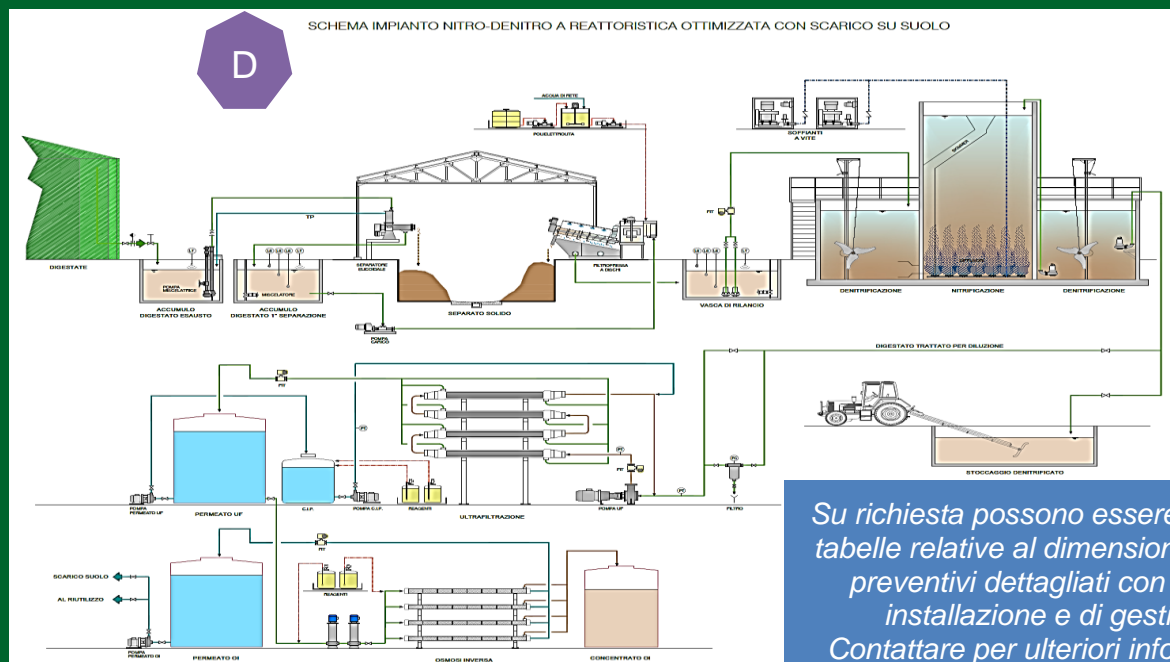


DOCUMENTAZIONE TECNICA - RIDUZIONE E DEPURAZIONE

Impianto come da schema B, ma con l'aggiunta di una linea di ultrafiltrazione per produrre acqua di qualità tale da poter essere riutilizzata per usi tecnici, lavaggio stalle, o eventuale fertirrigazione delle colture rispettando le disposizioni di legge in materia, alleggerendo l'impegno dello stoccaggio e i relativi costi di spandimento.



Impianto come da schema C, ma con l'aggiunta di un trattamento terziario ad osmosi inversa (doppio stadio di concentrazione), per arrivare a produrre un effluente di elevatissima da poter scaricare in corpo idrico superficiale rispettando le più stringenti norme ambientali, o per lavaggi sala mungitura, bagnatura strade, paddock. Il residuo dell'osmosi va smaltito o si può ridurre ulteriormente tramite evaporatore.



*Su richiesta possono essere inviate le tabelle relative al dimensionamento o preventivi dettagliati con costi di installazione e di gestione.
Contattare per ulteriori informazioni:
Maurizio Cattin 345 3490530*