



SFIDE AMBIENTALI ED ENERGETICHE NELLA DEPURAZIONE DELLE ACQUE

Linda Soma, Nerio Cereghetti

Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito, DACD, SUPSI

Antonio Pessina, Aurelia Sposetti

Ufficio della protezione delle acque e dell'approvvigionamento idrico, DT, DA, SPAAS

Carlo Riva

Ufficio dei rifiuti e dei siti inquinati, DT, DA, SPAAS

In Svizzera la costruzione capillare della rete di canalizzazioni, degli impianti di depurazione e il continuo progresso tecnologico hanno permesso un costante miglioramento della qualità delle acque di fiumi e laghi. Le sfide non sono però terminate, al contrario sono molte le possibilità di miglioramento racchiuse in un impianto di depurazione. L'eliminazione dei microinquinanti organici, il recupero del fosforo, il risparmio energetico e la produzione di energia sono ambiti in cui la depurazione è oggi messa in prima linea. Il trattamento è quindi indispensabile, ma rappresenta anche una grande opportunità: possiamo ridurre l'impatto ambientale sia a livello di microinquinanti, sia attraverso il recupero del fosforo dai fanghi di depurazione; il fosforo è infatti un elemento indispensabile per agricoltura e industria, per il cui approvvigionamento dipendiamo quasi esclusivamente dall'estero. Al contempo, attraverso la produzione del biogas recuperiamo energia termica e possiamo produrre energia elettrica, ma possiamo utilizzare ulteriori fonti rinnovabili, come è stato fatto nell'Energiepark Morgental, dove oltre a quella prodotta grazie al recupero del biogas, sono stati installati impianti fotovoltaici, idroelettrici ed eolici a scopo energetico e dimostrativo.

Processo di depurazione delle acque e formazione di biogas

Sono molti i passaggi necessari affinché l'acqua di scarico riacquisisca le caratteristiche necessarie alla riammissione in ambiente. L'impianto di depurazione, o IDA, rimuove gli inquinanti dalle acque reflue e per farlo necessita di una lunga filiera di trattamenti di diversa natura: meccanici, biologici o chimico-fisici [F. 1].

I primi trattamenti, prevalentemente meccanici, permettono di separare i materiali grossolani (sassi, legni, plastiche): la grigliatura, impedisce agli oggetti di maggiori dimensioni di entrare nell'impianto. Il materiale, da qui prelevato, verrà smaltito come rifiuto. Successivamente, il rallentamento del flusso permette alle sabbie di depositarsi sul fondo e di essere aspirate per mezzo di pompe, così da consentirne lo smaltimento. Gli oli e i grassi vengono separati e in alcuni casi trattati con i fanghi primari. All'u-

scita del dissabbiatore, una griglia di maglie più fini rispetto a quella in entrata, permetterà un'ulteriore selezione dei materiali sospesi nel refluo.

La decantazione primaria ha lo scopo di far sedimentare parte delle sostanze non disciolte, con una riduzione di circa un terzo del carico organico. L'aggiunta di flocculanti permette di aggregare e far sedimentare i fosfati all'interno delle vasche.

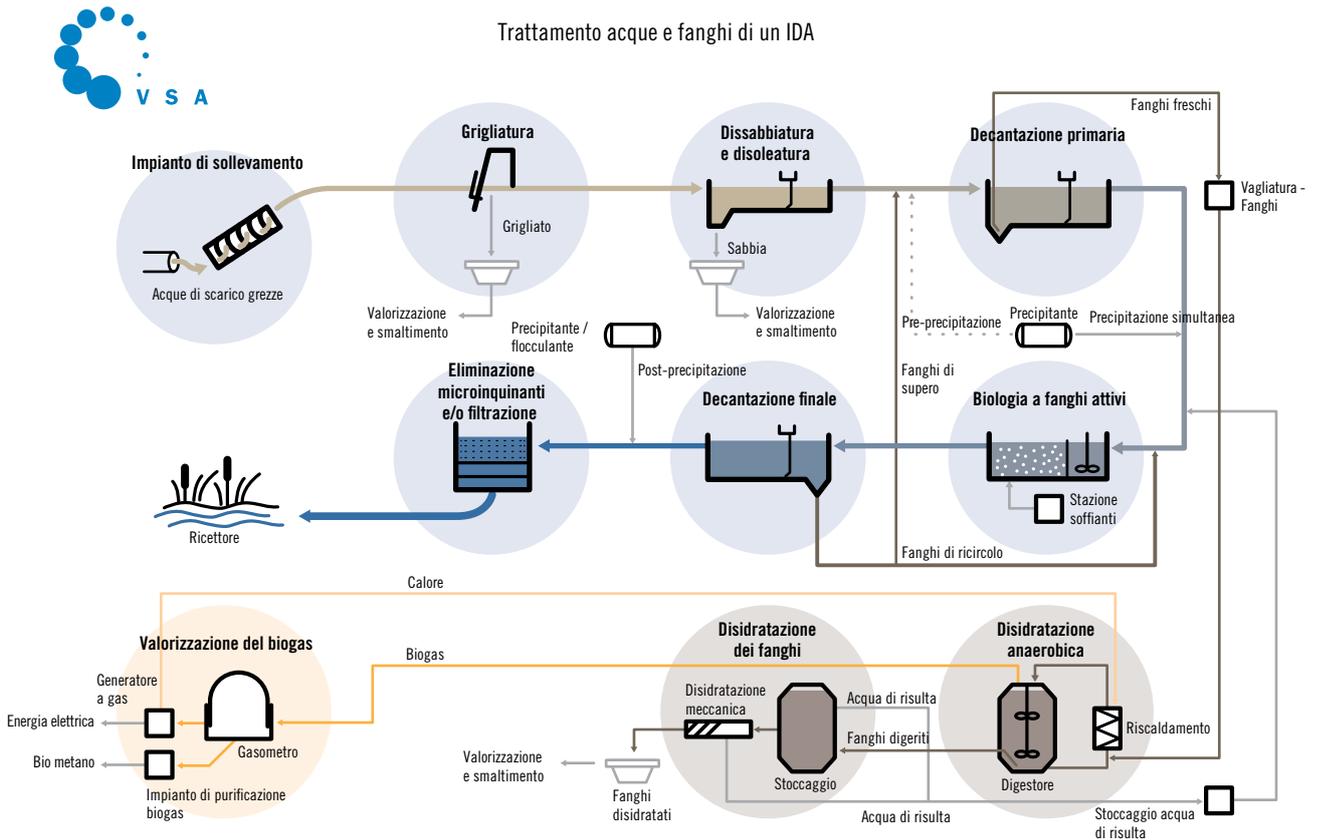
Come nella fase precedente, attraverso delle pompe, i fanghi vengono prelevati e destinati al pretrattamento.

Terminati i processi primari si passa ai trattamenti secondari o biologici: una prima zona caratterizzata dalla presenza di batteri anaerobi, per il processo di denitrificazione¹ e una seconda, caratterizzata dalla presenza di ossigeno che permette la crescita dei batteri aerobi necessari per la rimozione delle sostanze organiche e l'ossidazione dell'ammoniaca.

¹ La denitrificazione è un processo di natura biologica attuato da alcuni batteri che consiste nella conversione dei nitrati NO₃⁻ in azoto gassoso N₂.

F.1

Schema di un processo di depurazione delle acque di scarico



Fonte: Associazione svizzera dei professionisti della protezione delle acque, VSA

Quest'ultima fase richiede la presenza di compressori per fornire l'ossigeno indispensabile alla crescita dei microrganismi aerobi e di sonde che ne controllino la quantità.

Con la decantazione finale vengono separati i fanghi attivi dall'acqua depurata, che è scaricata nei ricettori. Alcuni impianti sono dotati di una terza fase avanzata di trattamento. L'acqua depurata viene infatti filtrata passando attraverso degli strati di sabbia con un'ulteriore riduzione del fosforo e dei solidi sospesi.

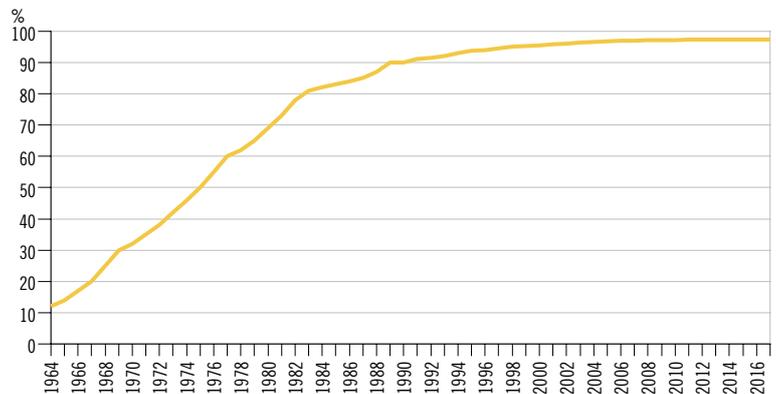
I fanghi vengono inviati nei digestori, dove, con un processo di fermentazione anaerobica, si produce biogas. Alla fine di quest'ultima fase i fanghi disidratati vengono trasportati all'Impianto Cantonale di Termovalorizzazione dei Rifiuti (ICTR) di Giubiasco per essere inceneriti. I fanghi degli impianti del Locarnese vengono invece essiccati e inviati per lo smaltimento nei cementifici svizzeri.

Nascita ed evoluzione degli impianti di depurazione in Svizzera

In Svizzera le prime canalizzazioni risalgono alla seconda metà del 1800, ma solo nel 1953 con l'introduzione di un articolo sulla protezione delle acque nella Costituzione federale e in seguito con la promulgazione di leggi e ordinanze specifiche, lo sviluppo dell'estensione delle canalizzazioni e dei sistemi per il trattamento delle acque luride subirono un forte incremento. Negli

F.2

Popolazione svizzera (in %) allacciata agli impianti centrali di depurazione delle acque di scarico (IDA), 1964-2017

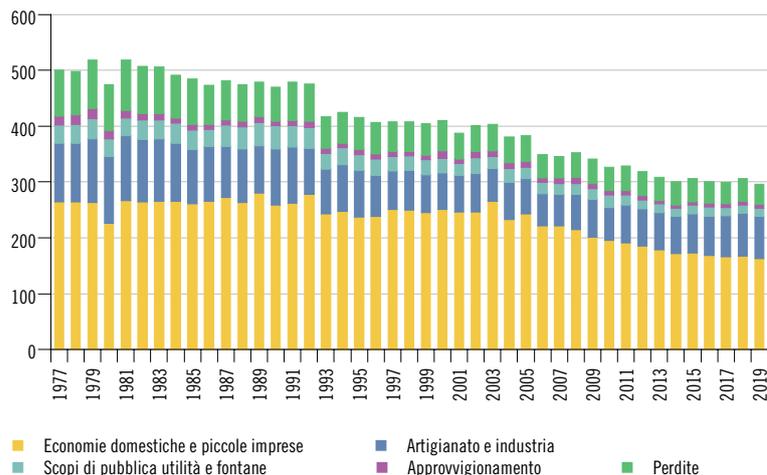


Fonte: Indicatore acque - UFAM, 2021

anni '60 in numerosi fiumi e laghi svizzeri vigeva il divieto di balneazione a causa di fenomeni di eutrofizzazione da fosfati. Si contavano in effetti pochi IDA – nel 1964 gli IDA meccanico-biologici erano 67 e nel 1965 la percentuale di popolazione allacciata era appena del 14% (Illì 2002).

Attualmente gli IDA comunali e consortili sono poco più di 700 (UFAM 2021), in leggera diminuzione per la razionalizzazione e la concentrazione di impianti; la lunghezza delle canalizzazioni supera i 130.000 km, più di tre volte la circonferenza terrestre e il grado di allacciamento è maggiore del 97% [F.2].

F.3
Consumo di acqua potabile (in litri per abitanti, al giorno) in Svizzera, 1977-2019



Fonte: Indicatore acque - Società Svizzera dell'industria del Gas e delle Acque, 2021

Gli investimenti nel campo dello smaltimento e del trattamento delle acque sono molto importanti, il costo totale delle opere realizzate ammonta complessivamente a più di 50 miliardi di franchi (UFAM 2017), in Ticino si superano i 2 miliardi (UPAAI, sito www.ti.ch/acqua).

Anche nel campo dell'approvvigionamento idrico sono stati fatti grandi progressi, il consumo di acqua potabile in Svizzera è diminuito dalla fine degli anni Settanta nonostante la crescita demografica. Nel 1977 venivano infatti consumati in media 500 litri pro capite al giorno, mentre oggi si è scesi a 300 [F.3].

Le aziende idriche svizzere nel 2019 hanno fornito circa 928 milioni di metri cubi di acqua potabile, compresi circa 10 milioni di metri cubi di acqua di servizio per l'industria (Aqua&Gas, 2021).

L'evoluzione in Ticino

Anche in Ticino le prime opere di canalizzazione sono state realizzate alla fine del diciannovesimo secolo, prevalentemente nelle zone urbane. Le acque reflue erano però immesse direttamente nei ricettori, senza trattamento, prioritariamente per garantire la salubrità delle zone abitate.

Negli anni '60 del secolo scorso nascono i consorzi per la costruzione e la gestione delle reti di raccolta delle acque reflue e per il loro trattamento. I consorzi sono aumentati negli anni fino ad un massimo di 29 poi, in seguito ad un'iniziativa parlamentare, sono stati accorpati per regioni gravitanti e il loro numero è sceso a 8 [F.4].

Negli stessi anni nascono i primi impianti di depurazione. Si iniziò nel 1969 con la costruzione degli impianti di Airolo, Muzzano e Meride e negli anni a seguire furono messi in funzione gli altri impianti consortili e comunali. Nel 2020 si contavano in Ticino 30 IDA, responsabili del trattamento di 55 milioni di m³ di acque di scarico civili, artigianali e industriali.

Non si è assistito unicamente alla costruzione di nuovi impianti ma, con il completamento delle reti comunali e consortili, alcuni IDA sono stati dismessi. Per esempio, due dei primi impianti

F.4
Bacini gravitanti approssimativi e tipologie di IDA presenti in Ticino (comunali o consortili)



Per ogni IDA si visualizza la porzione di territorio allacciata all'impianto. Questi bacini gravitanti (poligoni colorati) sono approssimati ai limiti comunali o ai limiti di quartiere. In alcuni casi un comune può smaltire le proprie acque in più IDA differenti. (Foce Maggia e Foce Ticino fanno parte del CDA Verbano).

Fonte: UPAAI

costruiti in Ticino nel 1969 (IDA di Muzzano e Meride) sono stati dismessi nel 1978 e nel 2009; le loro acque luride sono state quindi convogliate rispettivamente negli IDA di Bioggio e di Rancate.



foto T. Press / Gabriele Putzu

L'IDA di Brissago, del 1984, è stato dismesso nel 2010, quello di Cadro, del 1989, nel 2017. Entro la fine del 2021 verrà dismesso anche l'IDA di Morcote, in funzione dal 1978, che verrà collegato via lago all'impianto di Barbengo e nei prossimi anni è prevista la chiusura degli IDA di Medeglia (1988) e di Isonne (1972) con la realizzazione della nuova canalizzazione Isonne-Medeglia-Bironico.

Sull'arco di circa 40 anni in Ticino sono stati investiti oltre 2 miliardi di franchi per opere pubbliche, che hanno beneficiato di sussidi cantonali e federali per quasi la metà dell'ammontare totale, in un rapporto di 2/3 a carico del Cantone e 1/3 a carico della Confederazione: questi investimenti hanno permesso di raggiungere un elevato grado di allacciamento della popolazione e un buon livello di depurazione delle acque.

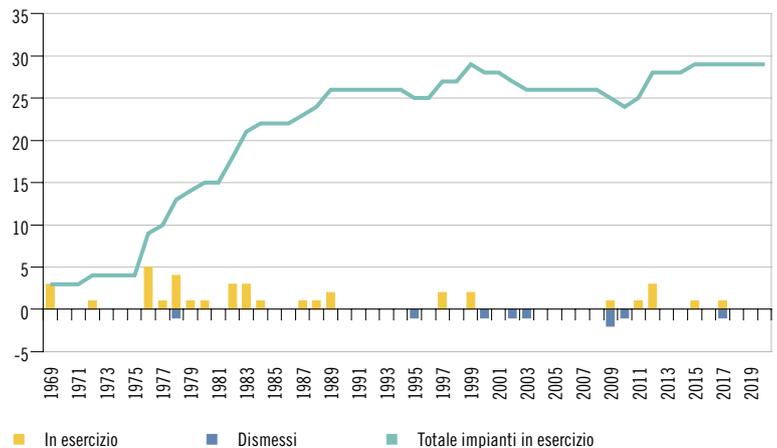
L'evoluzione del loro numero è visibile nella figura [F. 5].

Oltre ai principali IDA comunali e consortili esistono piccoli impianti pubblici e privati (inferiori ai 200 abitanti equivalenti) che sono ubicati in zone discoste a bassa densità demografica o all'esterno del perimetro delle canalizzazioni definito dal PGS²; questi sfruttano una depurazione di tipo meccanico oppure meccanico-biologico. Da considerare che gli impianti meccanici hanno un grado di depurazione del 25-50%, inferiore rispetto agli impianti meccanico-biologici, che superano invece l'85%.

Microinquinanti (sostanze organiche in tracce)

I microinquinanti organici sono sostanze contenute in prodotti di uso quotidiano quali farmaci, detersivi, cosmetici, ecc. così come

F. 5
Nuovi IDA entrati in esercizio, IDA dismessi e numero totale di IDA comunali e consortili in funzione, evoluzione dal 1969



Fonte: UPAAI

in prodotti fitosanitari o di protezione dei materiali. Queste sostanze raggiungono i corpi idrici con le acque reflue trattate dagli impianti di depurazione o per immissioni diffuse (specialmente attraverso il dilavamento delle aree agricole). Anche se presenti nelle acque in concentrazioni molto basse, possono avere effetti negativi sugli organismi acquatici o compromettere le risorse di acqua potabile. Molti microinquinanti, stabili e persistenti, sono degradati con grande difficoltà dagli impianti di depurazione convenzionali e possono quindi raggiungere l'ambiente acquatico quasi immutati (UPAAI 2019).

Nel 2014, il Parlamento ha approvato la proposta del Consiglio federale di finanziare il potenziamento di circa 120 IDA per rimuovere in modo mirato le sostanze organiche in tracce.

² PGS, piano generale delle canalizzazioni. I PGS comunali sono elaborati dai comuni mentre quelli consortili, elaborati dai consorzi, comprendono tutto il bacino gravitante di un IDA.

La legge sulla protezione delle acque (LPac 1991) è stata quindi modificata e in base al principio di causalità a partire dal 2016 paghiamo una tassa di 9.- CHF per abitante allacciato residente permanente, limitata al 2040.

A livello svizzero i costi d'investimento per il potenziamento dei 120 IDA sono stimati a 1,2 miliardi di franchi, con un'attuazione delle misure sull'arco di 20 anni.

La scelta degli IDA da potenziare si basa sui criteri contenuti nell'ordinanza sulla protezione delle acque (OPAc 1998) e in Ticino è stata concretizzata nella strategia cantonale pubblicata dall'Ufficio della protezione delle acque e dell'approvvigionamento idrico (UPAAI) nel 2015 e aggiornata nel 2019.

Gli IDA che rispondono ad uno o più dei seguenti criteri dovranno essere adeguati entro il 2040:

- dimensione, impianti con più di 80.000 abitanti allacciati;
- impianti con più di 24.000 abitanti allacciati situati nel bacino imbrifero di laghi; il Cantone può autorizzare deroghe se ambientalmente sostenibile;
- IDA con più di 8.000 abitanti allacciati che immettono le acque depurate in corsi d'acqua con una quota superiore al 10% rispetto alla portata minima;
- IDA con più di 8.000 abitanti allacciati se il trattamento è necessario per particolari condizioni idrogeologiche.

Tenendo conto anche di una serie di criteri supplementari quali la vetustà degli IDA e le tempistiche per il loro rinnovo, le prestazioni di abbattimento dei macroinquinanti (carico organico, fosforo e composti dell'azoto, ecc.), gli effetti degli scarichi degli impianti sui ricettori e le indagini sulla qualità delle acque, l'UPAAI ha individuato gli impianti da potenziare in Ticino.

Gli IDA di Bioggio, Barbengo, Rancate e Vacallo, per la dimensione stessa degli impianti e per la presenza, nel Sottoceneri, di ricettori di piccole dimensioni, verranno progressivamente

dotati della cosiddetta quarta fase di trattamento (Veronesi 2016).

Per contro gli impianti di Giubiasco e Foce Maggia non sono considerati prioritari, anche se appartengono alla categoria degli IDA con più di 24.000 abitanti allacciati situati nel bacino imbrifero di un lago. Da studi effettuati in passato non sono infatti emerse criticità nella qualità delle acque del fiume Ticino e del Lago Maggiore. In particolare, l'alta diluizione minimizza l'impatto degli scarichi dei reflui trattati negli ecosistemi dei corpi idrici.

A lungo termine è caldeggiata la fusione degli impianti di Foce Maggia e di Foce Ticino in un unico impianto di depurazione. In tal caso, la soglia di 80.000 abitanti allacciati verrebbe verosimilmente superata, obbligando il nuovo impianto a dotarsi della quarta fase di trattamento.

A che punto siamo con l'adeguamento degli IDA ticinesi?

Il progetto definitivo per l'ammodernamento e il potenziamento della linea acque dell'IDA di Bioggio, che comprende anche l'adeguamento delle unità di filtrazione per il trattamento tramite carbone attivo dei microinquinanti, è terminato. Esso sarà sottoposto alle autorità cantonali e federali per approvazione e per la definizione dei sussidi. Anche la linea acque dell'IDA di Vacallo verrà completamente rinnovata e potenziata, e verrà implementato il trattamento dei microinquinanti tramite carbone attivo granulato; la progettazione definitiva è in corso. Presso l'IDA di Barbengo la realizzazione della quarta fase è preceduta da un progetto pilota, sostenuto dall'UFAM, volto alla verifica della compatibilità del trattamento tramite carbone attivo in polvere con la filtrazione a sabbia e con il limite restrittivo per il fosforo allo scarico imposto dal Cantone agli impianti situati nel bacino imbrifero del lago di Lugano. Presso l'IDA di Rancate, con un partenariato SUPSI – industria, si sta esaminando una nuova forma di trattamento tramite carbone attivo in polvere.

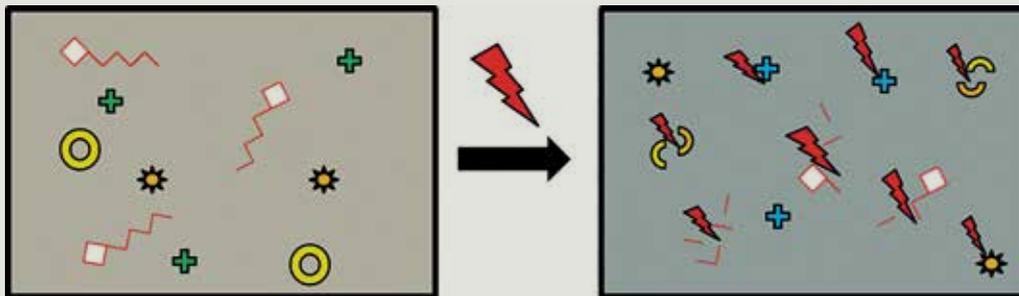
Riquadro 1 – Tecnologie per il trattamento dei microinquinanti (fonte VSA)

Nel campo della depurazione delle acque, le due principali tecniche utilizzate per ridurre e abbattere le sostanze organiche in tracce sono l'ozonizzazione e l'adsorbimento su carbone attivo. Queste tecniche, usate anche per la preparazione dell'acqua potabile, possono essere utilizzate singolarmente o in combinazione.

L'ozono (O_3), prodotto in loco partendo dall'ossigeno, è un forte agente ossidante che, per azione diretta o attraverso il radicale OH, agisce su una vasta gamma di molecole presenti nelle acque di scarico. Attraverso delle reazioni chimiche i microinquinanti sono trasformati e distrutti e la loro attività biologica fortemente ridotta [F. 6]. L'ozonizzazione delle acque di scarico ha anche l'effetto positivo di decolorarle e di igienizzarle.

F. 6

Schema della reazione dell'ozono e dei radicali OH



Fonte: VSA, 2018

Alla fine del processo di ozonizzazione, l'ozono in eccesso presente nell'aria aspirata dai bacini di reazione deve essere rimosso prima dell'immissione nell'ambiente mentre le acque trattate devono essere sottoposte ad un ulteriore passaggio depurativo con attività biologica, per esempio una filtrazione a sabbia, per eliminare i prodotti di degradazione labili e tossici.

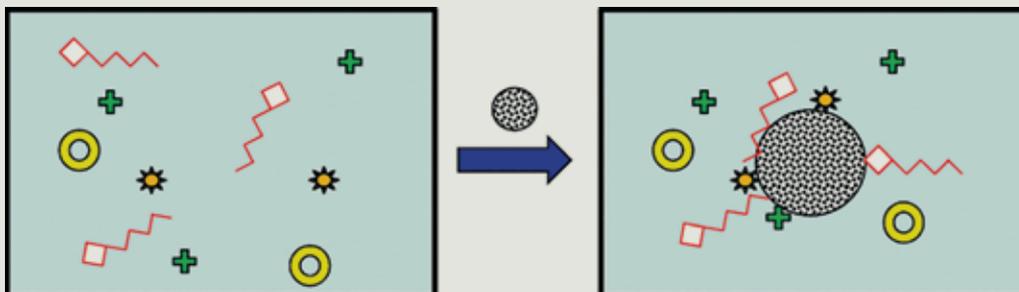
Nei processi a carbone attivo, una vasta gamma di microinquinanti viene eliminata dalle acque di scarico per adsorbimento; contrariamente al trattamento con ozono, le molecole non sono trasformate ma, per le loro proprietà fisico-chimiche, sono per così dire intrappolate e trattenute nella struttura porosa del carbone attivo [F. 7].

Il carbone attivo può essere utilizzato sotto forma di polvere, miscelato con le acque di scarico, o sotto forma di granulato, in letti attraverso i quali vengono fatte fluire le acque di scarico.

Il carbone attivo in polvere esausto viene in seguito separato per filtrazione e smaltito con i fanghi di depurazione, mentre il carbone attivo granulato può essere rigenerato.

F. 7

Schema del processo di adsorbimento



Fonte: VSA, 2018

Aspetti energetici legati agli impianti di depurazione

Il biogas è un vettore energetico rinnovabile a basse emissioni di CO_2 , che ha la possibilità di produrre differenti forme di energia. Nonostante le

sue interessanti caratteristiche bisogna considerare che questa risorsa è presente in maniera limitata e che non potrà sostituire altre forme energetiche attualmente utilizzate, ma potrà essere un elemento a supporto della Strategia Energetica 2050.

L'energia elettrica prodotta grazie al biogas in Ticino proviene dagli impianti di depurazione delle acque reflue (IDA), oggetto di questo articolo, ma anche da impianti a biomassa vegetale.

Negli impianti a biomassa vengono valorizzati scarti di differente tipo (resti e grassi vegetali, letame, resti alimentari...); il loro processo di fermentazione produce biogas, che permette la produzione di energia elettrica e termica attraverso un motore.

Negli IDA viene invece valorizzata la parte organica dei fanghi, che si ottengono separando le acque trattate dall'impianto di depurazione, ricavando biogas per la produzione di energia termica ed elettrica. La restante parte dei fanghi viene invece destinata principalmente all'incenerimento.

Quanto consumano gli impianti di depurazione?

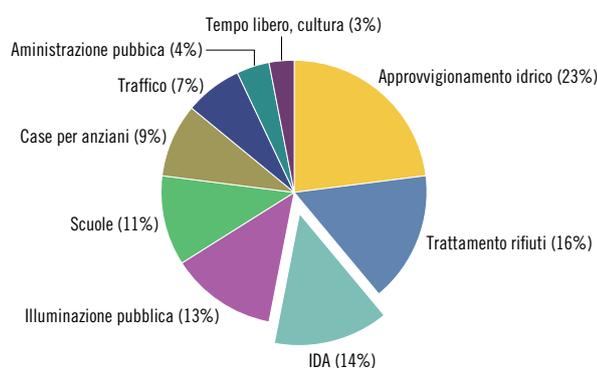
Considerando i consumi di energia elettrica di edifici e impianti comunali, gli IDA impiegano circa un sesto del totale, posizionandosi al terzo posto (14%), dopo l'approvvigionamento idrico (23%) e lo smaltimento dei rifiuti (16%) [F. 8].

All'interno degli IDA stessi, il maggior consumo di energia elettrica viene attribuito all'ossidazione biologica, che necessita dei 2/3 del totale [F. 9].

Questo dato indicativo può chiaramente essere diverso a seconda delle caratteristiche dell'impianto.

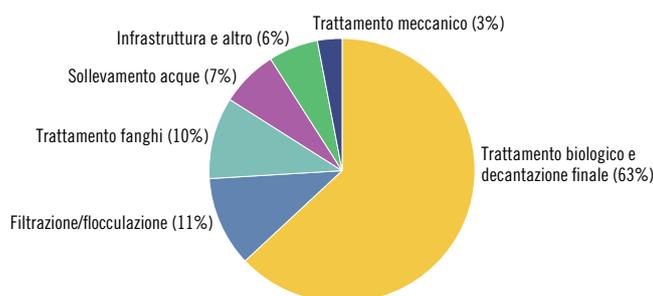
Per fare un esempio l'impianto di depurazione del Consorzio Depurazione Acque Chiasso e Dintorni nel 2020 ha consumato la maggior parte dell'energia (33%) per il trattamento meccanico (sollevamento delle acque in entrata, grigliatura ed estrazione della sabbia), seguita (32%) dal trattamento dei fanghi (pompaggio inspessimento e ricircolo nei digestori) e dall'areazione dei bacini biologici (28%). Per quanto riguarda i consumi termici la maggior parte viene utilizzata per i due digestori (88,5%), mentre gli edifici rappresentano solo l'8% sul totale³. Il rapporto fra il consumo misurato di energia termica e la

F. 8 Consumi di energia elettrica nell'ambito degli edifici e impianti comunali



Fonte: SvizzeraEnergia

F. 9 Ripartizione dei consumi energetici in un impianto di depurazione (Svizzera Energia)



Fonte: SvizzeraEnergia

produzione termica stimata rappresenta in questo impianto circa il 59%, ciò significa che una quota rilevante di energia è in esubero e potrebbe essere utilizzata per altri scopi.

L'energia elettrica consumata nel 2020 dai maggiori IDA consortili, considerando sia quella acquistata dalla rete elettrica che quella prodotta e riutilizzata, è di 18 GWh, corrispondente allo 0,6% dei consumi elettrici cantonali del 2019.

Il 75% dell'energia elettrica consumata è stata acquistata, mentre il 25% prodotta internamente.

Considerando sia l'energia termica prodotta con la caldaia, che quella recuperata con il motore del cogeneratore nel 2020 si stimano 11 GWh per gli IDA consortili, per avere un or-

³ Consorzio Depurazione Acque, Chiasso e Dintorni, 2020.

Riquadro 2 – Studio di varianti per il recupero del fosforo dai fanghi di depurazione

A partire dal 1° gennaio 2026 il fosforo contenuto nelle acque di scarico comunali, nei fanghi di depurazione provenienti dagli impianti centrali di depurazione delle acque di scarico o dalle ceneri risultanti dal trattamento termico di tali fanghi di depurazione dovrà essere recuperato e riciclato.⁴

Nel biennio 2019-2020, l'Ufficio dei rifiuti e dei siti inquinati (URSI), in collaborazione con l'Ufficio della protezione delle acque e dell'approvvigionamento idrico (UPAAI) ha condotto un "tavolo di lavoro" con i responsabili degli impianti di depurazione ticinesi (IDA) e con l'Azienda Cantonale dei Rifiuti (ACR). Tale attività ha permesso di definire una strategia cantonale condivisa in vista dell'obbligo legislativo, con particolare riferimento al recupero del fosforo dai fanghi di depurazione; conformemente alla misura 8.1 del Piano di gestione dei rifiuti 2019-2023.

Da tale attività ne è scaturito un dettagliato studio di varianti per il recupero del fosforo dai fanghi di depurazione eseguito da specialisti del settore (la società d'ingegneria TBF + Partner AG di Lugano) sulla base del quale è stato possibile definire, in maniera condivisa, quale via intraprendere. Lo studio tecnico ha analizzato la panoramica dei principali processi ad oggi esistenti ed approfondito alcuni potenziali scenari, applicabili alla situazione ticinese, combinati con le tre tecnologie ritenute in possesso di un grado di maturità tecnologico più avanzato, che verranno presentate successivamente.

Lo studio in sintesi

1. Indicazioni federali

Insieme ad altri esperti, l'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) ha elaborato il documento "Rifiuti ricchi di fosforo", un modulo dell'Aiuto all'esecuzione dell'OPSR relativo alla tematica del recupero di fosforo dai rifiuti ricchi di questa sostanza. In tale documento, si asserisce che i tassi di recupero previsti per il fosforo riciclabile dalle acque reflue grezze devono essere superiori al 50%.

La soglia di applicazione dell'obbligo di recupero del fosforo è fissata a 1.000 AE.

Foto 1

Trattamento biologico a fanghi attivi



Fonte: URSI

2. Situazione in Ticino

Attualmente in Ticino quasi tutti i fanghi provenienti dagli impianti di depurazione (IDA) vengono inviati all'impianto cantonale di termovalorizzazione dei rifiuti di Giubiasco (ICTR), dove avviene la loro co-combustione con i rifiuti solidi urbani (RSU).

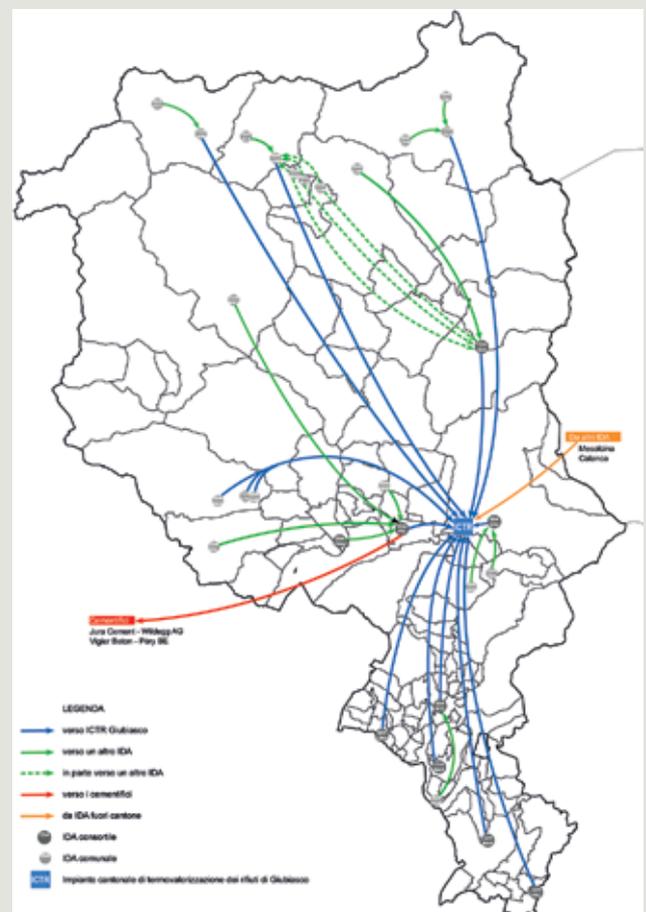
I fanghi degli IDA di Foce Maggia e Foce Ticino vengono invece inviati all'impianto di essiccamento presente presso l'IDA di Foce Ticino, dal quale escono con un tenore di materia secca pari al 94% e vengono utilizzati quale combustibile dai cementifici.

3. Dati di base dello studio

Gli IDA considerati nello studio sono costituiti dai 9 IDA consortili del Canton Ticino e dai 14 IDA comunali con capacità superiore ai 200 AE. Sono inoltre stati considerati i fanghi provenienti dal Canton Grigioni (Lostallo / S. Bernardino) e attualmente smaltiti presso l'ICTR di Giubiasco. Quasi tutti gli IDA considerati presentano uno stadio di abbattimento del fosforo. Esso è quasi sempre di tipo chimico, con utilizzo di sali di alluminio, eccezion fatta per gli IDA di Foce Maggia e Foce Ticino, dove viene utilizzato un processo ibrido: BIO-P⁵ coadiuvato da precipitazione con sali di ferro.

F. 10

Smaltimento dei fanghi



Fonte: UPAAI, URSI

3.1 Dati di dimensionamento

La tabella [T. 1] mostra le tonnellate di fanghi prodotti dai diversi IDA durante il 2019.

T. 1
Dati di produzione di fanghi IDA (25% SS), nel 2019

IDA	Smaltimento	Tonnellate
IDA Bioggio	ICTR	7.323
IDA Giubiasco	ICTR	3.503
IDA Rancate	ICTR	2.462
IDA Vacallo	ICTR	1.406
IDA Barbengo	ICTR	928
IDA Biasca	ICTR	785
IDA Croglio	ICTR	834
IDA Foce Ticino	ICTR	10
IDA Airolo	ICTR	163
IDA Blenio	ICTR	101
IDA Quinto	ICTR	42
IDA Mesolcina e Calanca	ICTR	159
IDA Foce Maggia + IDA Foce Ticino	Cementificio, tramite IDA Foce Ticino	5.936
Totale		23.653

Fonte: URSI

4. Processi analizzati

Lo studio ha individuato tre tecnologie oggetto di analisi:

- il processo Budenheim ExtraPhos® (brevetto di Chemische Fabrik Budenheim KG), un processo per il recupero del fosforo dai fanghi digeriti mediante acido carbonico;
- il processo TerraNova Ultra® (brevetto di TerraNova Energy GmbH), non un vero processo di recupero di fosforo ma un processo di essiccazione dei fanghi di depurazione con un modulo opzionale di recupero del fosforo;
- il processo TetraPhos® (brevetto di Remondis SE & Co. KG), un processo con il quale il fosforo sotto forma di acido fosforico viene recuperato dalle ceneri dei fanghi di depurazione prodotte da un monoincenerimento.

Le tre tecnologie scelte risultano quelle che possiedono ad oggi un grado di maturità tecnologico più avanzato e la loro implementazione su larga scala, infatti, è già stata realizzata o è in procinto di essere realizzata.

5. Scenari analizzati

Gli scenari oggetto di analisi identificati nello studio, concordati dal gruppo di lavoro, sono presentati di seguito.

Scenario 1: impianti singoli per il recupero dai fanghi liquidi presso gli IDA

Lo Scenario 1 prevede la movimentazione dei fanghi dai vari IDA dislocati sul territorio ticinese verso 4 IDA individuati come sedi idonee per il posizionamento degli impianti di recupero del fosforo (Bioggio, Foce Ticino, Giubiasco e Rancate).

Scenario 2: impianto centralizzato per il recupero dai fanghi ispessiti / disidratati

Lo Scenario 2 prevede la movimentazione dei fanghi dai vari IDA dislocati sul territorio ticinese verso un unico impianto centralizzato di recupero del fosforo, verosimilmente realizzato presso l'IDA di Giubiasco o nelle immediate vicinanze.

Scenario 3: impianto di monoincenerimento presso l'ICTR

L'ultimo scenario prevede la realizzazione di una linea di monoincenerimento presso l'ICTR. Il recupero del fosforo dalle ceneri di combustione dei fanghi viene poi effettuato in un apposito impianto, che si presume verrà realizzato a livello intercantonale nella Svizzera tedesca. Per la stima dei costi è stato considerato per quest'ultimo impianto il processo TetraPhos®.

6. Conclusioni dello studio

Dalle analisi condotte emerge che in linea generale i processi di recupero del fosforo non hanno ancora raggiunto una sufficiente maturità tecnica e di conseguenza i risultati ottenuti sono da considerarsi indicativi e con un grado di precisione forzatamente limitato.

Ciò vale soprattutto per le tecnologie di estrazione del fosforo dai fanghi umidi, per i quali vi sono allo stato attuale soltanto impianti pilota o in piccola scala. Più avanzato è lo stato dei processi di estrazione del fosforo dalle ceneri derivanti dalla combustione dei fanghi, dove un primo impianto su scala industriale è previsto entrare in funzione nei prossimi 1-2 anni.

L'incenerimento separato dei fanghi in un forno a letto fluido, la premessa per una susseguente estrazione del fosforo dalle ceneri, è per contro una tecnologia ampiamente collaudata.

In generale appare che le soluzioni con impianti centralizzati siano economicamente più vantaggiose di quelle decentralizzate. Esse comportano inoltre vantaggi operativi, con un solo grosso impianto gestito centralmente, lasciando la situazione negli IDA immutata e conseguentemente non appesantendo l'esercizio dei singoli Consorzi.

Le due soluzioni con i costi specifici di trattamento dei fanghi più contenuti risultano essere quelle che adottano il processo TerraNova Ultra® centralizzato e il forno a letto fluido con il conseguente impiego del processo TetraPhos®. Per poter confrontare compiutamente le varie soluzioni e giungere a una conclusione basata su dati solidi è necessario attendere ancora alcuni anni, lasciando il tempo alle tecnologie di svilupparsi e affermarsi tecnicamente e operativamente. L'unico scenario che permette di adempiere al termine del 2026 è lo scenario 3, tramite l'avvio immediato della progettazione di una linea di monoincenerimento presso l'impianto cantonale di termovalorizzazione dei rifiuti (ICTR), e per questa ragione in primavera 2021 è stato dato l'avvio immediato della progettazione di una linea di monoincenerimento e la predisposizione di un sito di stoccaggio intermedio delle ceneri qualora l'impianto centralizzato di estrazione del fosforo non dovesse essere disponibile a breve termine.

⁴ Secondo l'articolo 15 della nuova Ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (OPSR), che fa riferimento alla Legge federale sulla protezione dell'ambiente (LPAmb).

⁵ Rimozione biologica del fosforo.

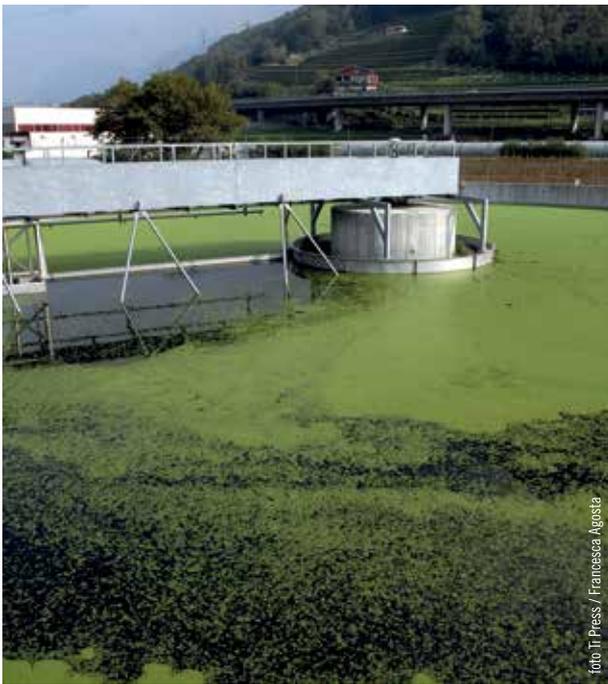


Foto: J. Press / Francesca Agosta

dine di grandezza questo dato corrisponde allo 0,1% dei consumi di energia per l'anno 2019 in Cantone Ticino.

L'ottimizzazione energetica degli IDA è uno dei punti che viene considerato per diminuire i consumi degli impianti, per questo già nel 2010 venivano individuate misure di ottimizzazione (VSA 2010), in cui erano proposte ad esempio misure immediate, realizzabili in meno di due anni.

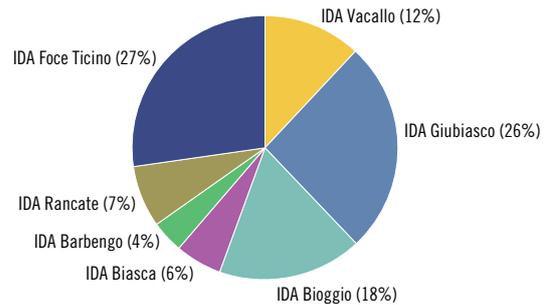
La riduzione dei consumi può avvenire grazie all'intervento per migliorare alcuni elementi presenti negli impianti. Un esempio può essere la sostituzione delle pompe, come avvenuto ad esempio nell'IDA Foce Maggia. Qui, una stazione di pompaggio, azionata per circa 3-4 ore, permette ai fanghi prodotti ogni giorno di raggiungere l'impianto di valorizzazione del biogas a Gordola. Negli anni nonostante corpo e giranti fossero state sostituite diverse volte, la conservazione dei motori originali a corrente continua, impediva un efficientamento consistente del sistema. Il limitato numero di ore di funzionamento delle pompe fa sì che il tempo di ritorno dell'investimento in caso di sostituzione sia più lungo. La soluzione è stata quindi quella di sostituire solo una delle due macchine, passando ad una nuova pompa per fanghi ad immersione, utilizzabile anche a secco, che viene dedicata proprio al pompaggio dei fanghi. Questa operazione ha permesso di ridurre i consumi elettrici della stazione di pompaggio del 50-60% (topmotors 2020).

Possibilità di produrre energia negli IDA

Come visto in precedenza gli IDA sono grandi consumatori di energia, data la complessità e il numero di processi che devono svolgere per depurare l'acqua. Oltre ad utilizzarla sono però in grado di produrla: il trattamento dei fan-

F. 11

Ripartizione percentuale dell'energia elettrica prodotta negli impianti di depurazione, in Ticino, nel 2020



Fonte: ISAAC

Foto 2

Impianto fotovoltaico sulle vasche dell'IDA di Davos dalla potenza 252 kWp



Fonte: dhp technology AG

Foto 3

Impianto fotovoltaico sugli edifici dell'IDA di Rancate – CDAM



Fonte: CDAM

ghi genera infatti biogas, che può alimentare una caldaia per produrre energia termica e un cogeneratore per produrre energia elettrica e recuperare l'energia termica.

Gli impianti di cogenerazione hanno un motore, alimentato a biogas, in grado di azionare un

Riquadro 3 – Energy Park Morgental

Con la creazione del parco energetico di Morgental, si è utilizzato il maggior numero possibile di impianti a energie rinnovabili, permettendo quindi, sia a persone interessate, che alle scuole di comprendere e assimilare i concetti legati alle energie rinnovabili. Il progetto ha inoltre stimolato le persone a pensare all'utilizzo dell'energia e promuovere l'eco-mobilità⁶.

Attualmente l'energia prodotta nel sito del Morgental WWTP corrisponde alla fornitura di elettricità e calore per 4.000 famiglie o alla città di Arbon con 15.000 abitanti⁷.

L'impianto di trattamento delle acque reflue di Morgental rappresenta un caso molto interessante, che è stato selezionato dall'Ufficio federale dell'energia (UFE) come progetto pilota e dimostrativo nell'ambito del "Regelpooling mit Infrastrukturanlagen"⁸. Dall'estate 2017 infatti, l'impianto di Morgental e altri tre impianti di trattamento delle acque reflue forniscono circa 1 MW di flessibilità per il controllo della rete.

Il biogas viene convertito in elettricità e calore per mezzo di quattro turbine a gas e un'unità di cogenerazione. L'elettricità viene immessa nella rete elettrica interna dell'ARA e il calore nella rete di teleriscaldamento.

Le acque reflue trattate dall'impianto di Hofen fluiscono nel laghetto di compensazione e da lì, attraverso un vaglio grossolano, nella condotta in pressione verso la centrale idroelettrica di Morgental. A seconda del volume delle acque reflue e del livello del lago di Costanza, 100-840 l/s sono convertiti in elettricità in una turbina Pelton a tre getti [Foto 5].

L'acqua scorre poi insieme alle acque reflue trattate dal Morgental WWTP attraverso una fognatura a gravità fino al lago di Costanza. Il calore residuo contenuto nelle acque reflue viene immesso nella rete di teleriscaldamento.

Con un totale di 36 kWp, i due impianti fotovoltaici installati sull'impianto di trattamento delle acque reflue producono circa 30.000 kWh/anno. Questo corrisponde a un consumo medio annuo di energia elettrica di circa sette case unifamiliari.

Oltre allo sfruttamento dei tetti, sono presenti [Foto 4] impianti fotovoltaici in facciata, per una potenza complessiva di 70 kW.

Foto 4
Impianti fotovoltaici installati



Fonte: morgental.ch (a sinistra) ed ISAAC (a destra)

Nel complesso si stima che l'insieme degli impianti fotovoltaici installati che possa produrre 150.000 kWh/a.

Nell'ambito di un progetto di ricerca della Trunz Watersystems AG di Steinach, nel 2012 sono state installate quattro turbine eoliche nell'impianto di trattamento delle acque reflue Morgental. Queste sono state messe alla prova attraverso test reali sul campo, che le ponevano nelle condizioni più avverse. L'attenzione si è concentrata principalmente sulle misurazioni delle prestazioni in relazione alla velocità effettiva del vento. Tutte le turbine erano off-grid (questo significa che sono progettate per funzionare lontano dalla rete pubblica).

Alla fine dello studio, Trunz Watersystems AG ha deciso di mettere a disposizione dell'AVM una turbina eolica a scopo dimostrativo. L'energia prodotta viene ora immessa direttamente nella rete elettrica dell'ARA Morgental.

Foto 5
Impianto idroelettrico



Fonte: morgental.ch

generatore. Il calore residuo prodotto nel motore viene separato ed estratto attraverso uno scambiatore di calore, così da poter essere utilizzato come calore utile.

L'energia elettrica prodotta dagli IDA nel 2020 grazie ai cogeneratori è stata pari a 5 GWh, di cui 3,1 GWh sono stati riutilizzati internamente, mentre 1,9 GWh sono stati venduti alla rete elettrica [F. 11].

In Ticino, inoltre, il Consorzio di depurazione delle acque del Verbano recupera calore dalle acque depurate e lo utilizza per il riscaldamento degli uffici.

Le acque reflue, con una temperatura invernale media attorno ai 10°C, permettono di raggiungere temperature di mandata di 50°C, grazie a uno scambiatore di calore posto sul fondo

del canale di scolo, connesso poi a una pompa di calore (Evolve SA).

La possibilità di produrre energia negli IDA avviene quindi sia attraverso il recupero energetico del calore, sia attraverso la produzione di energia elettrica, ma trattandosi di una vera e propria infrastruttura, può essere utilizzata per produrre energia elettrica attraverso il fotovoltaico, sfruttando il tetto del proprio edificio o delle specifiche strutture mobili sopra alle vasche, generando così un'ulteriore quota di energia elettrica rinnovabile [Foto 2].

A livello ticinese attualmente abbiamo tre IDA che producono energia elettrica grazie all'installazione di impianti fotovoltaici sui tetti degli stabili: l'IDA di Rancate (Foto 3, 135 kWp), l'IDA di Vacallo (56,73 kWp) e l'IDA di Giubiasco (88,66 kWp).

⁶ Per approfondimenti: www.morgental.ch/energie/strom.html.

⁷ Per approfondimenti: www.rittmeyer.com/transfer-magazin/artikel/willkommen-im-energiepark.

⁸ Per approfondimenti: www.regelpooling.ch/.

La realizzazione di impianti fotovoltaici sopra alle vasche, attualmente è presente solo oltre Gottardo, come nel caso dell'IDA di Davos [Foto 2], dove è stato installato un sistema di moduli pieghevoli concepito da un'azienda svizzera (dhp technology AG). L'impianto fotovoltaico, operativo dal 2020, ha una potenza di 252 kWp e la sua produzione viene quasi interamente utilizzata per il trattamento delle acque reflue. Inoltre, l'ombreggiamento generato dall'impianto ha l'effetto di diminuire la temperatura, migliorando le condizioni di lavoro e limitando lo sviluppo di alghe.

Conclusioni

Nell'ultimo mezzo secolo molti sono stati i lavori eseguiti per la realizzazione, la gestione e l'adeguamento delle reti di raccolta delle acque reflue e degli impianti di depurazione.

Negli anni l'utilizzo di farmaci, detergenti, prodotti fitosanitari e nuovi prodotti chimici ha reso necessaria una riflessione sulla necessità di potenziare buona parte degli impianti di depurazione per effettuare una rimozione mirata delle sostanze organiche in traccia, non sufficientemente trattate o degradate dagli impianti. In Ticino, grazie a criteri legislativi e a un'analisi mirata delle specifiche casistiche presenti, sono stati selezionati gli IDA di Bioggio, Barbengo, Rancate e Vacallo per essere potenziati per la rimozione dei microinquinanti.

Nel corso del 2020 è stata depositata in Parlamento a Berna una mozione volta alla riduzione delle immissioni di azoto nell'ambiente attraverso le acque depurate. L'accettazione di questa mozione comporterà nuovi lavori per i principali IDA ticinesi. Dovranno infatti essere potenziati per nitrificare e denitrificare su tutto l'arco dell'anno.

Dal 2026 la rimozione e il riciclo del fosforo dovranno avvenire in conformità agli obblighi di legge. In Ticino lo studio della situazione attuale, e delle possibili varianti applicabili, ha concluso che l'unico scenario che permette di rispettare le tempistiche prevede una centralizzazione del processo di recupero del fosforo direttamente presso l'ICTR dove, durante il 2021, è iniziata la progettazione della linea di monoincenerimento.

Fonti dati e approfondimenti

Aqua & gas (2019) *Rund 300 Liter Trinkwasser pro Person und Tag*. <https://www.aquaetgas.ch/aktuell/branchen-news/20191218-trinkwasser-statistik-2018/>.

Aqua & gas (2021) *Statistica dell'acqua 2020, Inversione di tendenza nel consumo d'acqua*. https://www.aquaetgas.ch/it/ssiga-news/acqua/20210212_statistica-dellacqua-2020/.

Illi, M. (2002) *Acque di scarico*, in: Dizionario storico della Svizzera (DSS), versione del 31.05.2002 (traduzione dal tedesco). Online: <https://hls-dhs-dss.ch/it/articles/007861/2002-05-31/>, consultato il 03.07.2021.

OASI, *Impianti di depurazione delle acque*, consultato il 08.07.2021. <https://www.oasi.ti.ch/web/catasti/ida.html>.

UFAM (2015) *Depurazione delle acque di scarico*, consultato il 30.06.2021. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/acque/info-specialisti/misure-per-la-protezione-delle-acque/depurazione-delle-acque-di-scarico.html>.

UFAM (2017) *Il trattamento delle acque di scarico in Svizzera: una storia di successo*, consultato il 06.07.2021. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/acque/dossier/internationaler-tag-des-wassers-2017.html>.

UFAM (2021) *Indicatore acque, Grado di allacciamento agli IDA*.

UPAAI, *Acqua: protezione ed approvvigionamento, Organizzazione a livello regionale*, consultato il 08.07.2021. <https://www4.ti.ch/dt/da/spaas/upaai/temi/acqua-protezione-e-approvvigionamento/protezione-e-approvvigionamento/organizzazione/regionale/>.

Impianti Depurazione Acque Svizzera Italiana, consultato il 30.06.2021. <https://www.depurazione.ch/index/contact/>.

UPAAI (2020), *Nuova Legge sulla gestione delle acque*, consultato il 03.07.2021. <https://www4.ti.ch/dt/da/spaas/upaai/temi/acqua-protezione-e-approvvigionamento/protezione-e-approvvigionamento/nuova-legge-sulla-gestione-delle-acque/>.

UPAAI, *Smaltimento delle acque*, consultato il 03.07.2021. <https://www4.ti.ch/dt/da/spaas/upaai/temi/acqua-protezione-e-approvvigionamento/protezione-e-approvvigionamento/smaltimento-delle-acque/>.

UPAAI, *Impianti di depurazione, Pianificazione e progettazione*, consultato il 08.07.2021. <https://www4.ti.ch/dt/da/spaas/upaai/temi/acqua-protezione-e-approvvigionamento/protezione-e-approvvigionamento/impianti-di-depurazione-ida/pianificazione-e-progettazione/>.

UPAAI, *Impianti di depurazione, Recupero del fosforo*, consultato il 08.07.2021. <https://www4.ti.ch/dt/da/spaas/upaai/temi/acqua-protezione-e-approvvigionamento/protezione-e-approvvigionamento/impianti-di-depurazione-ida/pianificazione-e-progettazione/recupero-del-fosforo/>.

<http://wasserqualitaet.svgw.ch/index.php?id=767&L=2&at2=10976&at4=8Dy64eYniaWi3N4aUE0P763zBDQ51nMD&v=742>.

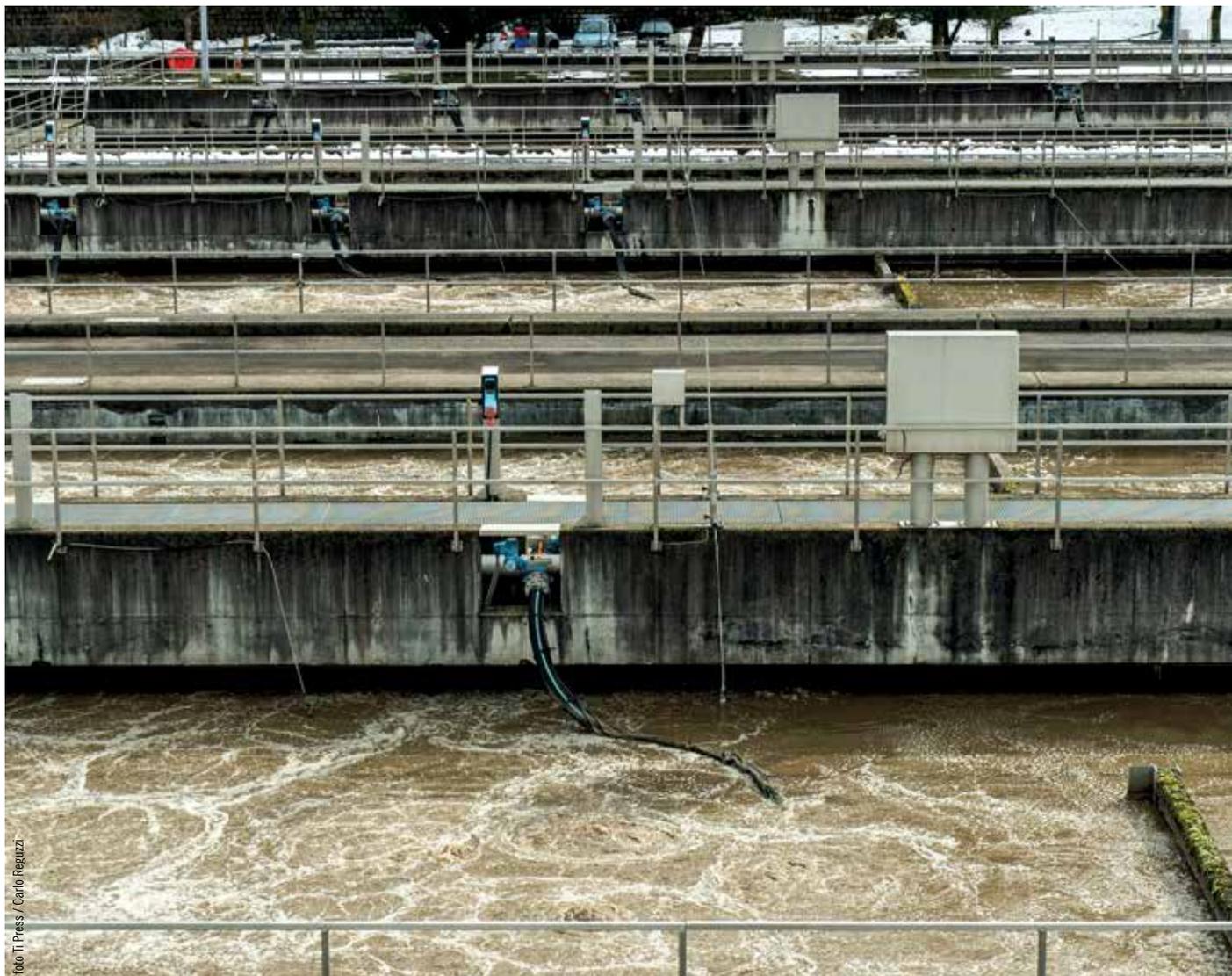


Foto: TI Press / Carlo Reguzzini

Dal punto di vista energetico, gli IDA racchiudono diversi processi altamente energivori; questi possono essere ottimizzati, attraverso misure specifiche che possano ridurre i consumi interni. In combinazione all'efficientamento, questi impianti possono produrre energia, sia direttamente grazie allo sfruttamento del biogas, sia attraverso l'installazione di impianti fotovoltaici sui tetti o strutture mobili installate sopra le vasche, così da compensare parzialmente il loro consumo energetico.

Considerando l'importanza della transizione energetica in atto, è necessario accelerare la diffusione delle energie rinnovabili. Questo obiettivo, definito nel primo pacchetto di misure della Strategia energetica 2050 può essere supportato anche da azioni mirate e puntuali, dove queste si presentino efficienti ed economicamente sostenibili. In particolare nelle strutture con un fabbisogno energetico ingente e continuo sono particolarmente indicate. Tra queste, come menzionato nel presente articolo, possiamo annoverare gli IDA, ma anche supermercati, ospedali, industrie, centri per il tempo libero e molte altre. In tutti questi casi, l'autoconsumo porta grandi vantaggi permettendo uno sfruttamento immediato, efficiente e sostenibile dell'energia prodotta.

Bibliografia

Freiburghaus, M. (2015) *Wasserverbrauch*, Aqua & Gas, n.3.

http://wasserqualitaet.svgw.ch/fileadmin/resources/svgw/web/Aktuell-Actualite/WV_Verbracuh_pers.pdf.

SvizzeraEnergia, UFE (2010) *Misure operative immediate, Analisi globale per IDA*.

Topmotors (2020) *Buon esempio N. 14 – IDA Foce Maggia, Locarno TI*.

UFAM (2020) *Rifiuti ricchi in fosforo. Un modulo dell'aiuto all'esecuzione concernente l'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR)*.

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/rifiuti/pubblicazioni-studi/pubblicazioni/rifiuti-ricchi-di-fosforo.html>.

UPAAI (2019) *Microinquinanti nel Cantone Ticino*.

https://m4.ti.ch/fileadmin/DT/temi/protezione_acque/documenti/impianti_di_depurazione/microinquinanti/D1-I-07_Strategia_microinquinanti_Ticino_22092015_V010319.pdf.

Veronesi M. (2016). *Mikroverunreinigungen in Tessiner Gewässer*, Aqua & Gas, n.1. https://micropoll.ch/wp-content/uploads/2020/07/2016_AG_FB_Mikroverunreinigungen-in-Tessi_d.pdf.

VSA (2018). *Elimination von Mikroverunreinigungen auf ARA – Einflüsse auf die Verfahrenswahl*

https://micropoll.ch/wp-content/uploads/2020/06/2018_VSA_PP_Einfl%C3%BCsse-auf-die-Verfahrenswahl_d.pdf.