

2  
maggio  
2013

ISSN 2279-9591  
Anno II - trimestrale  
Spedizione in abbonamento  
D.L. 353/2003 (conv. in L.27/02/2004 n. 46)  
art. 1, comma 1, DCB Milano

  
tecniche nuove

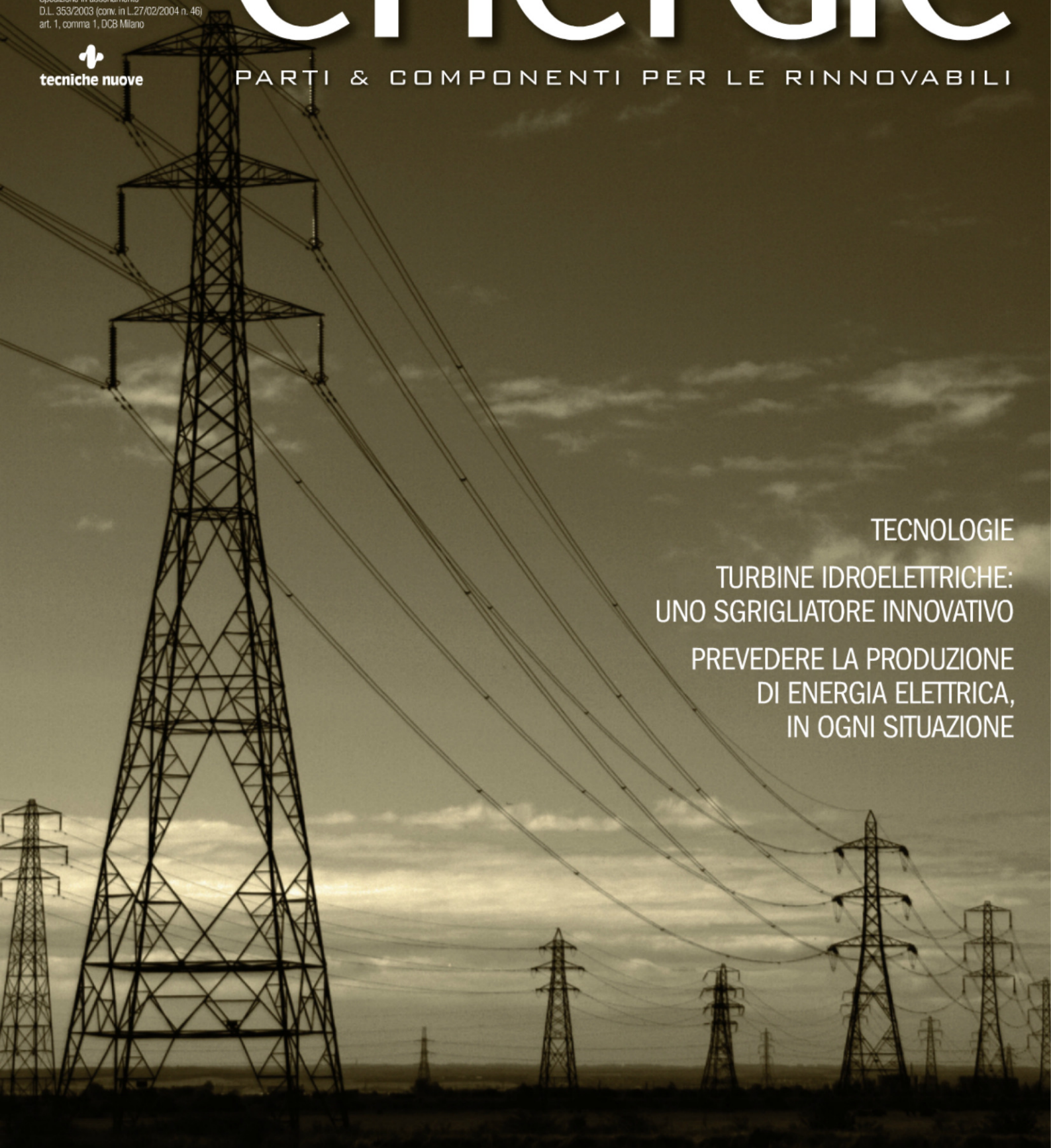
# energie

PARTI & COMPONENTI PER LE RINNOVABILI

TECNOLOGIE

TURBINE IDROELETTRICHE:  
UNO SGRIGLIATORE INNOVATIVO

PREVEDERE LA PRODUZIONE  
DI ENERGIA ELETTRICA,  
IN OGNI SITUAZIONE



# Turbine idroelettriche: uno sgrigliatore innovativo

L'esigenza di ridurre i problemi di intasamento delle turbine provocati da materiali sospesi o galleggianti nelle acque fluviali che costituiscono la "materia prima" per il funzionamento degli impianti idroelettrici, porta generalmente a prevedere nelle condotte dove le acque stesse vengono forzate la presenza di griglie e di sistemi di sgrigliatura meccanici per la raccolta e l'allontanamento dei rifiuti. Le griglie in pratica agiscono da sbarramento per impedire che il materiale trasportato dalla corrente, sia esso costituito da fogliame sia da rami o detriti vari (carta, stracci, legno etc) venga a contatto con gli organi delle turbine danneggiandoli. L'efficacia di tale azione, nel caso di griglie a barre, dipende dalla loro spaziatura che deve

essere tale da intercettare i detriti consentendone poi la rimozione.

## LE CRITICITÀ EMERSE

Le soluzioni commerciali di griglie e sgrigliatori diffusi presso molti impianti esistenti, presentano aperture tra le barre tali da lasciar passare materiali ancora di dimensioni importanti, come ad esempio spezzoni di rami, pericolosi per le pale della turbina. D'altra parte l'impiego di griglie a barre più fitte comporta come conseguenza un aumento di peso e maggiori perdite di carico in quanto viene ristretto il passaggio globale dell'acqua. Né si può pensare di utilizzare barre più sottili per il rischio di avere deformazioni non tollerabili diminuendo ulteriormente il loro spessore. Inoltre la presenza

## "Se non c'è non si rompe"

È una delle regole logiche che riassume la capacità di realizzare con semplicità e sicurezza impianti che comunque sanno offrire la massima affidabilità ed in cui si identifica Lumie Impianti società da oltre vent'anni impegnata nella ricerca e produzione nel settore delle tecnologie per l'energia. Il core business della società è infatti

rappresentato dalla progettazione, realizzazione e manutenzione di piccoli e medi impianti idroelettrici, oggetto di un rinnovato interesse da parte del mercato, e per i quali ha maturato una specifica esperienza sia sul piano dello studio tecnico che su quello della conduzione operativa e della gestione economica. Gli impianti forniti

chiavi in mano partono da un iter progettuale che ha come vincoli iniziali dello studio di fattibilità le esigenze del cliente e la morfologia del territorio e pongono particolare attenzione alla proposizione di soluzioni che tendono a migliorare l'efficienza dell'impianto riducendone i costi di gestione e manutenzione.

L'importanza di un efficace sistema di pulizia delle acque nelle vasche di carico della condotta forzata delle centrali idroelettriche, in grado di filtrare e rimuovere i detriti di diversa natura presenti, trova un suo notevole riscontro sull'efficienza e sui costi di gestione dell'impianto stesso e stimola perciò la costante ricerca di soluzioni sempre più innovative.

di **Gianni Lombardo**

di detriti costituito da fogliame misto a steli e ramoscelli costituisce un problema non risolvibile con la riduzione della spaziatura della griglia. A testimonianza di ciò le osservazioni condotte su numerosi casi hanno mostrato, seppur nella diversità delle situazioni determinate dall'ubicazione dell'impianto idroelettrico, che i detriti causa di potenziali malfunzionamenti sono quasi esclusivamente di origine vegetale e costituiti da fogliame, steli, rametti, pezzi di rami. Tale scenario è d'altra parte specifico degli ambienti montani dove sono situate molte centrali (vedi box 2). Da tutto ciò discende che, non essendo possibile agire sulla spaziatura delle griglie, in quanto la sua diminuzione aumenterebbe il

## LE CARATTERISTICHE DEI DETRITI

- **la forma dei detriti presenta una dimensione prevalente (la lunghezza) rispetto alle altre nel caso dei rami, oppure una dimensione trascurabile (lo spessore) rispetto alle altre nel caso delle foglie;**
- **tale conformazione rende possibile il passaggio dei detriti attraverso la spaziatura delle griglie comunemente usate.**
- **Il fogliame tende a formare agglomerati che costituiscono rapidamente una seria ostruzione in prossimità della griglia.**

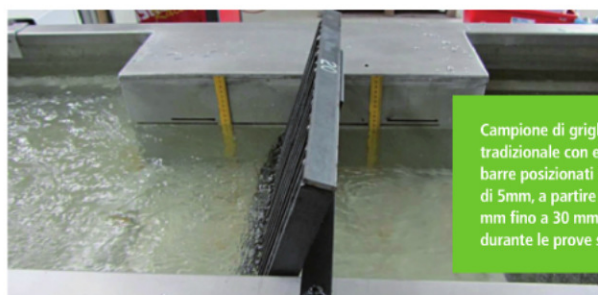
rischio di ostruzione mentre l'aumento della stessa ne pregiudicherebbe le funzioni, l'unica soluzione praticabile è il **ripensamento della forma della griglia e dell'intero concetto dello sgrigliatore**. Gli sforzi in tal senso si giustificano tanto più ove si tenga presente che seppur i danni provocati sono generalmente limitati sul piano meccanico, quelli economici sono rilevanti per le pesanti ricadute su efficienza e gestione dell'impianto. Ciò a causa del progressivo deterioramento nella produzione di energia elettrica, che può prevedere un decremento delle prestazioni di circa il 38%, e per l'aumento dei costi di assistenza generati dai necessari interventi per smontaggio delle parti rotanti e del distributore con ricorso di mano



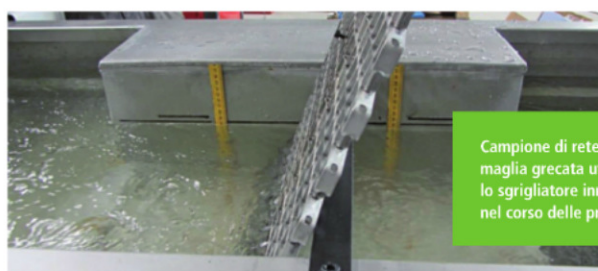
Detriti che dopo aver superato una insufficiente spaziatura delle sbarre della griglia hanno raggiunto la turbina incastrandosi tra le pale. Il ripristino richiede lo smontaggio delle parti rotanti con relativo fermo macchina per manutenzione.



Spazio interpalare della turbina bloccata da fogliame misto a steli e ramoscelli che hanno superato la barriera della griglia senza essere intercettati, in questo caso per le ridotte dimensioni. Anche in questo caso il ripristino richiede lo smontaggio delle parti rotanti con relativo fermo macchina per manutenzione.



Campione di griglia tradizionale con elementi a barre posizionati in ragione di 5mm, a partire da 20 mm fino a 30 mm utilizzata durante le prove sperimentali



Campione di rete metallica a maglia grecata utilizzata per lo sgrigliatore innovativo nel corso delle prove.

d'opera specializzata, fermo macchina e mancata produzione.

**UNA SOLUZIONE INNOVATIVA**  
Lumiei Impianti, società specializzata nella progettazione e realizzazione di centrali idroelettriche, alla luce delle esperienze maturate anche nell'ambito degli interventi di manutenzione effettuati, ha proposto una soluzione innovativa basata su una diversa geometria della griglia ed un inedito

concetto di funzionamento dello sgrigliatore. Punto di partenza è l'utilizzo di **una rete in luogo della griglia** ad elementi longitudinali generalmente impiegata, in grado di risultare più efficace nella separazione di detriti lunghi o piatti e **lo studio di un nuovo sgrigliatore** non essendo più utilizzabile un rastrello per la pulizia. La progettazione si è altresì posta l'obiettivo di migliorare l'economia di esercizio ponendo specifica attenzione

alle caratteristiche di leggerezza, robustezza, attrito ridotto del sistema. In questo contesto la scelta è stata di limitare le parti in movimento relativo per ridurre la dissipazione di energia per attrito proponendo un'unica rete mobile a maglia metallica che assolve sia la funzione di intercettazione che di trasporto dei detriti. La rete, in coerenza con la specificità dei materiali sospesi o trasportati dall'acqua, deve essere in grado di trattenere detriti come foglie e rami, smaltire parte dell'acqua che gli stessi trasportano e consentire il passaggio dell'acqua filtrata verso la vasca di carico. Inoltre deve essere sufficientemente leggera da poter essere trascinata per smaltire lo sgrigliato. Le caratteristiche ricercate hanno condotto i progettisti della Lumiei ad individuare un tipo di rete metallica a maglia grecata come il miglior compromesso tra robustezza, trascinabilità, permeabilità e trasporto dei detriti. La rete proposta è realizzata in acciaio inossidabile AISI 304 per garantire la miglior resistenza alla corrosione e all'usura ed è trascinata tramite apposite ruote dentate dedicate realizzate dello stesso materiale. Un motoriduttore elettrico assicura il trascinamento della rete in modo da evitare la presenza di un sistema oleodinamico, prevenendo eventuali inquinamenti del corso d'acqua dovuti ad accidentali contaminazioni da olio idraulico. Per incrementare l'efficienza energetica dello scorrimento della rete metallica è stato predisposto un sistema costituito da profilati in materiale plastico montati su apposite

guide in acciaio. Il materiale che meglio ottempera ai requisiti di basso attrito, robustezza e leggerezza è il **polizene 1000** ad elevata densità che garantisce resistenza agli urti, alla rottura, all'usura e alle alte temperature e buone capacità di assorbimento di energia ad alti livelli di sollecitazioni. Per ovviare ai problemi di dilatazione lineare del materiale, noti in termini di 2 mm/m per ogni variazione di 10°C di temperatura a partire dal valore di 20°C, sono stati adottati dei profili metallici a C che permettono al polizene di scorrere liberamente, assorbendo in tal modo le variazioni dimensionali. Altre caratteristiche importanti del polizene in relazione del progetto in questione sono l'elevata resistenza alla corrosione, la capacità di ridurre le vibrazioni che possono instaurarsi durante il trascinamento della rete a pieno carico, l'idrorepellenza, l'atossicità, la resistenza alle basse temperature e la facilità di lavorazione alle macchine utensili. La pulizia della rete dentata è assicurata da un sistema di spazzole che hanno il compito di rimuovere il materiale sgrigliato. Le soluzioni proposte contemplano due diverse applicazioni, una con **spazzole fisse** e una con **spazzole mobili controrotanti** rispetto al verso di avanzamento della rete metallica. Le fibre tessili delle spazzole sono frutto del miglior compromesso tra robustezza del filamento ed efficacia di pulizia ed usura. Per ottenere questi risultati è stato adottato un filamento misto composto da fibre di polipropilene



Immagine 3D di spazzole montate su guida fissa

per l'efficacia nella pulizia e di acciaio zincato per limitare l'usura.

### CARATTERISTICHE DISTINTIVE

Il progetto di sgrigliatore innovativo a rete dentata proposto da Lumiei e sottoposto a domanda di brevetto, si presenta come una sorta di nastro trasportatore a rete metallica munito di denti di acciaio, installato in posizione sub-verticale e parzialmente immerso nella corrente d'acqua raccolta nelle vasche dell'opera di presa. La movimentazione della rete dentata è assicurata da un unico riduttore a vite elicoidale azionato da un motore di potenza adeguata, in grado di sollevare i detriti fin sopra il piano di calpestio e depositarli, nella corsa discendente, in corrispondenza al canale di raccolta posizionato posteriormente rispetto al piano di risalita. Il sistema automatizzato di controllo e gestione di funzionamento dell'intero sistema di raccolta e smaltimento dei detriti prevede il controllo automatico oppure manuale dello sgrigliatore e risulta azionabile e modificabile direttamente in loco oppure da remoto tramite una connessione di rete. A causa del passo ridotto della griglia, per evitare fenomeni di intasamento della presa, l'avviamento in

automatico dello sgrigliatore viene gestito tramite il rilevamento in continuo dei parametri inviati da due sensori di livello ad ultrasuoni, installati uno a monte ed uno a valle dello sgrigliatore stesso. Il ciclo di pulizia viene attivato quando la differenza di quota rilevata dai due sensori risulta pari ad un livello di guardia pre impostato e tale differenza permane costante per un tempo sufficiente a scongiurare eventuali anomalie di flusso. Intervenedo in modalità manuale sulla logica PLC è possibile impostare dei cicli di pulizia con una cadenza temporale a piacere indipendente dai rilevamenti dei sensori, salvo poi ripristinare il funzionamento in automatico gestito dai livelli di monte e valle.

### LE PROVE

Il progetto, dopo aver avuto il conforto di prove sperimentali condotte in scala ridotta su un banco prove appositamente allestito per simulare al meglio le condizioni di moto che si instaurano nel flusso d'acqua all'interno di una vasca di carico destinata ad una centrale idroelettrica di tipo affluente, è stato oggetto di test su sgrigliatori a grandezza reale. Tali prove hanno avuto luogo presso l'opera di presa di una centrale idroelettrica

## Le novità dello sgrigliatore Lumiei Impianti

Esso si distingue da quelli generalmente in opera per i seguenti punti:

- assenza di parti in movimento relativo con riduzione degli attriti e

conseguente aumento dell'efficienza dell'intero impianto idroelettrico;

- funzionamento elettrico e mancanza di circuiti oleodinamici che potrebbero causare

inquinamenti indesiderati delle acque;

- azione filtrante superiore in quanto affidata ad una rete mobile, anziché ad una griglia fissa, in grado di

intercettare e rimuovere i detriti più fini e pericolosi per l'efficienza della centrale;

- presenza di un sistema di scarico incorporato dei detriti;

- ingombro ridotto poiché privo sia del sistema di movimentazione del rastrello che di quello a telaio basculante, oltre che del rastrello stesso.

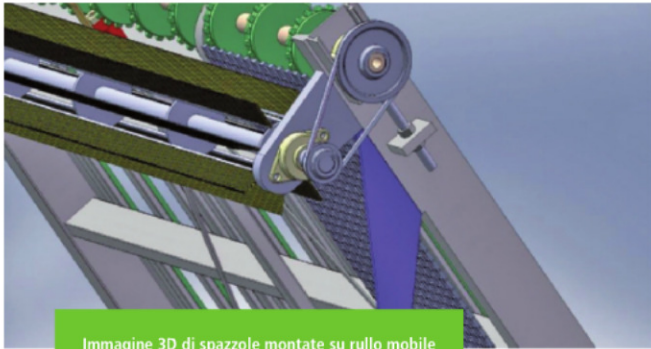


Immagine 3D di spazzole montate su rullo mobile

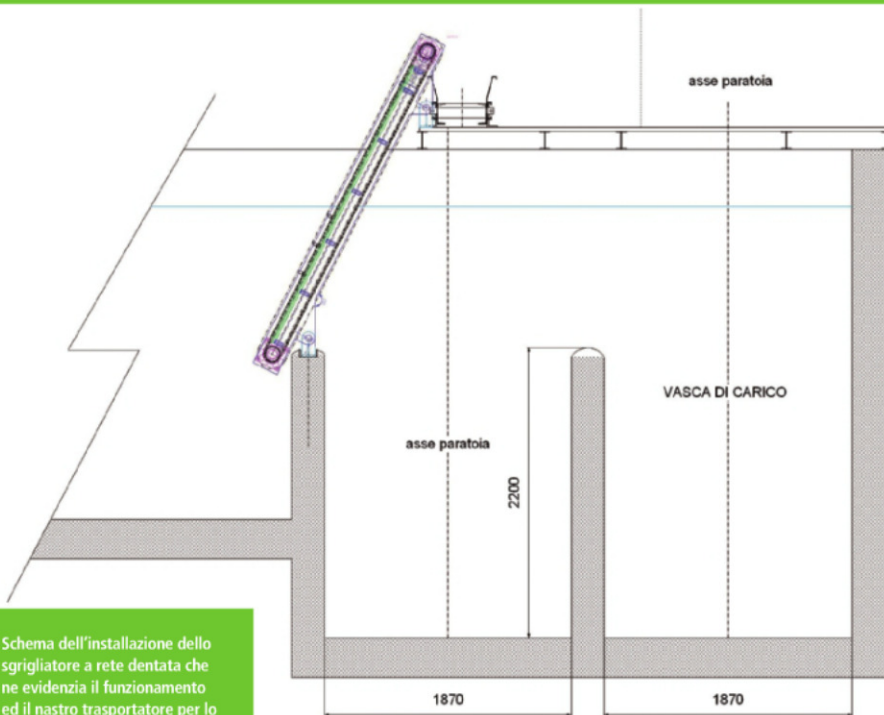
esistente, progettata per ospitare uno sgrigliatore oleodinamico tradizionale, con comportamento noto e verificato lungo il periodo di funzionamento dell'impianto in esame. Il sito è stato scelto in relazione alle condizioni critiche che presenta il corso d'acqua, caratterizzato da un notevole trasporto di foglie, rami e depositi fangosi. L'opera di presa, in particolare, per facilitare la pulizia tramite le vasche desabbiatrici, è stata progettata in modo da avere una velocità del flusso molto bassa, circa 0,3 m/s a portata massima. Lo

sgrigliatore tradizionale è stato sostituito, per il tempo necessario alle prove, con lo sgrigliatore innovativo, in modo da avere un confronto diretto tra le due tipologie, operanti nello stesso sito e in condizioni di funzionamento analoghe. I risultati hanno confermato quanto atteso. In particolare le perdite introdotte dalla rete metallica sono di poco superiori a quelle della griglia tradizionale, sia in condizioni di griglia libera che a pieno carico, pertanto l'adozione dello sgrigliatore a rete metallica non penalizza assolutamente il regolare

funzionamento dell'opera di presa. Le prove hanno altresì reso possibile valutare la bontà della scelta di adottare un sistema a controllo elettrico, rispetto ad un sistema di tipo oleodinamico di impiego tradizionale. L'occasione è stata utile per verificare l'efficacia dei dispositivi a basso attrito su cui scivola la rete metallica, mediante la misura della quantità di energia elettrica assorbita dal sistema a livello del motoriduttore che alimenta lo sgrigliatore. I test sono stati eseguiti anche in presenza di detriti, fino al massimo carico smaltibile dalla rete: gli strati di fango e foglie, che inevitabilmente tendono a depositarsi tra le maglie della rete e le guide in polizene, nonché tra le ruote dentate e la rete, non hanno compromesso il trascinamento della stessa e nemmeno sovraccaricato il sistema di alimentazione. In particolare, si è constatato che le ipotesi poste in

fase progettuale per il dimensionamento del motoriduttore si sono rivelate valide, confermando quindi che lo sgrigliatore a rete metallica non introduce consumi energetici superiori rispetto a quanto richiesto da uno sgrigliatore oleodinamico, eliminando inoltre la necessità di avere un serbatoio di olio idraulico a bordo macchina. A conferma di quanto esposto, in termini assoluti, si può notare che i motori elettrici richiesti per l'azionamento della centralina oleodinamica e per lo sgrigliatore a rete dentata hanno potenza massima comparabile, rispettivamente di 2,5 e 3 kW. La pulizia della rete dentata, combinata allo scarico del materiale filtrato dallo sgrigliatore, è stata sperimentata mediante l'adozione di una serie di spazzole fisse posizionate all'estremità inferiore del rinvio; lo sgrigliato viene poi smaltito mediante un nastro trasportatore tradizionale. Il sistema così composto ha dato risultati soddisfacenti, anche in merito all'usura dei filamenti misti acciaio zincato – fibre di polipropilene. Tra gli sviluppi futuri, peraltro, si pensa di verificare l'efficacia di un sistema di pulizia dotato di spazzole controrotanti, alimentate tramite un rinvio collegato al motoriduttore, in modo da poter affrontare lo smaltimento anche dei detriti più minuti, che potrebbero incastrarsi tra le maglie della rete. Tutto ciò considerato si può concludere che l'adozione di uno sgrigliatore a rete dentata migliori considerevolmente il flusso d'acqua destinato all'alimentazione della turbina, con vantaggi sia in termini di durata della ruota motrice che di efficienza di produzione. Il sistema così realizzato, inoltre, non richiede costi di esercizio maggiori rispetto a quelli normalmente sostenuti per uno sgrigliatore tradizionale, mentre presenta il vantaggio di non richiedere olio idraulico per il suo funzionamento.

© RIPRODUZIONE RISERVATA



Schema dell'installazione dello sgrigliatore a rete dentata che ne evidenzia il funzionamento ed il nastro trasportatore per lo smaltimento dei detriti raccolti.