CHE-467.205.394

www.ce.eco

EMPOWERING DEVICE

dopo aver provato la cavitazione controllata
non farai più nulla come prima

01/07/2025 *(dd/mm/year)*

presentazione del prodotto

su di noi

Noi studiamo e sviluppiamo, su scala industriale, sistemi in grado di trasformare le cause dell'inquinamento in una fonte di ricchezza.
I nostri brevetti spaziano dalla denaturazione dell'amianto al trattamento di pressocché ogni tipologia di rifiuto, dalla depurazione dell'acqua alla produzione dell'alluminio senza scorie.
Che senso ha devastare l'ambiente che ci circonda per raccogliere qualche briciola di risorsa quando possiamo utilizzare le nostre tecnologie per vivere alla grande ottenendo, in maniera sostenibile, qualsiasi cosa ci necessita?

Il nostro obbiettivo

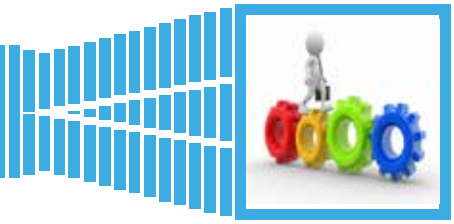
La sostenibilità intelligente

Missione:

- **Progresso sociale**
- **Tutela dell'ambiente**
- **Produzione di ricchezza**
- **Sviluppo sostenibile**

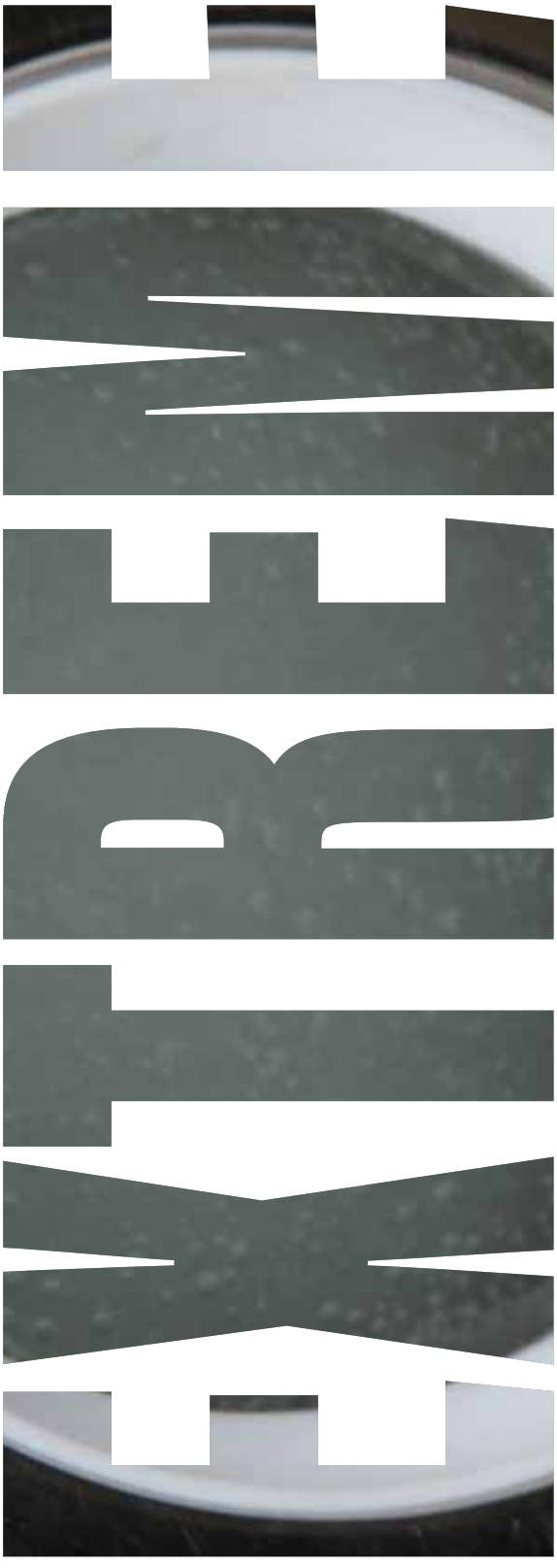
Dato che non abbiamo una seconda casa dove andare, dobbiamo rendere più vivibile il nostro pianeta senza però fermare lo sviluppo tecnologico!
Il nostro obbiettivo è quello di rendere più vivibile il nostro pianeta senza fermare lo sviluppo. Per questo abbiamo messo a punto dei sistemi industriali che trasformino le cause di inquinamento in una fonte di opportunità immediatamente fruibile: materie prime a basso prezzo pronte ad essere riutilizzate mediante ulteriori processi sempre sostenibili.
Tuteliamo la natura ma senza fermare il progresso!

indice

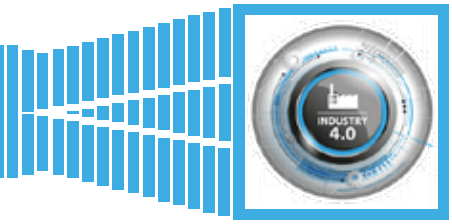


su di noi	2
indice	3
chi siamo...	4
... e cosa facciamo	5
la nostra squadra	6
l'EMPOWERING DEVICE	8
come collocare l'ED	10
acqua & cavitazione	11
storia & scienza	12
dove si può applicare?	14
cosa potremmo fare con l'ED?	16
acque industriali	26
un esempio industriale	29
cavitazione non controllata	30
come è costruito	33
esempio di processo	37
rumorosità	39

la cavitazione controllata farà compiere al XXI secolo un balzo in avanti pari almeno a quello compiuto nel XX secolo grazie all'informatica.



chi siamo...



Siamo nati a ridosso della pandemia COVID. Fin da subito siamo diventati un polo aggregante per numerosi professionisti, enti di ricerca, fondi di investimento e realtà produttive. Tutto questo è iniziato in Italia ed ora si sta estendendo ad altri paesi.

Spesso i nostri progetti precorrono i tempi anche di diversi anni.

La nostra tecnologia proprietaria è totalmente innovativa **ma consolidata** e si basa essenzialmente su: cavitazione, gassificazione ed effetto Coanda.

Dopo aver implementato e reso più efficace quanto sopra, lo abbiamo adattato alla vita di tutti i giorni creando processi completi la cui applicazione aumenta sia la quantità che la qualità dei prodotti ottenuti diminuendo il fabbisogno energetico ma ponendo grande attenzione alla realizzazione di un maggior numero di posti di lavoro rispetto a quelli eliminati dalla meccanizzazione.

Oltre alle vere e proprie innovazioni, siamo specializzati nell'ingegnerizzare e quindi applicare miglioramenti di tecnologie, mature nel loro ambito, ad altri ambiti determinando spesso in questo modo dei veri e propri salti tecnologici semplicemente perché abbiamo avuto il coraggio di fare quanto era davanti agli occhi di tutti ma nessuno osava metterlo in pratica.

Sviluppiamo tecnologia sia autonomamente che in collaborazione con Università (Sassari, Perugia, Amsterdam, Algarve, ecc.) o con altre Istituzioni pubbliche (ad esempio il Centro Nazionale per le Ricerche – CNR, Fundación Circe, ecc.).

Vantiamo un portafoglio prodotti proprietari vasto con diversi piloti visionabili, su appuntamento, e diverse linee di processo del tutto innovative.

Alcuni nostri prodotti sono stati definiti estremamente innovativi e promettenti in occasione di avvenimenti internazionali da panel composti da scienziati provenienti da tutto il mondo. La nostra tecnologia ed il nostro demo site sono stati ritenuti validi ed utilizzabili in progetti Horizon Europe.

I nostri brevetti ed innovazioni ci hanno fatto designare immediatamente come membri fornitori di tecnologia all'interno del Consorzio Italiano Biogas.

Siamo detentori di un accordo quadro con il RINA Consulting – Centro Sviluppo Materiali S.p.A. che ci permette di richiedere la loro supervisione e quindi di far certificare anche la fase produttiva e di ingegnerizzazione dei nostri prodotti ovunque scegliamo di produrli. Pertanto, scegliendo noi si accede anche a tutto il bagaglio di esperienza e tecnologia maturata in oltre 70 anni dal Centro Sviluppo Materiali che, ricordiamo, ha costituito fin dalla sua nascita il reparto ricerca e sviluppo dell'IRI (Istituto per la Ricostruzione Industriale Italiana, fra le prime 10 società al mondo per fatturato fino al 1992).

Numerosi stabilimenti industriali specializzati e di eccellenza ci hanno messo a disposizine gli slot di produzione di cui necessitiamo; ci stiamo dotando di stabilimenti di proprietà per eseguire l'assemblaggio finale e per avviare produzioni specifiche.

Siamo presenti con società in numerosi paesi europei. Stiamo aprendo società in diversi paesi africani ed in Asia. Abbiamo progetti in realizzazione in diversi paesi euopei, africani ed asiatici. Il nostro staff internazionale rappresenta la nostra essenza: persone motivate con un grande bagaglio di esperienza personale che credono in quello che stanno facendo e che provengono da numerosi paesi differenti. In ogni nazione nella quale ci affacciamo rispettiamo usi e tradizioni locali portando un po di italianietà sul posto e "*rubando*" parte della loro cultura per far si che nessuno sia ***Straniero in terra straniera***.

Dr.Bruno Vaccari

… e cosa facciamo

- BIOZIMMI
- EMPOWERING DEVICE
- ZEB
- BIODIGESTORI
- FROM HEAT TO ENERGY
- PANNELLI TERMOELETTRICI
- DENATURAZIONE AMIANTO
- GASSIFICAZIONE & PLASMA
- RAEE
- UREA & AMMONIACA
- PROCESSI ALIMENTARI
- ATTREZZATURE OSPEDALIERE
- SOIL WASHING
- TRATTAMENTO ACQUE
- WTE & WTC
- DESALINIZZAZIONE

OBIETTIVO PRIMARIO: rispetto dell'ambiente e dei lavoratori

la nostra squadra

Bruno Vaccari

CEO

Sabrina saccomanni

Lawyer

Fabrizio Di Gennaro

CMO

Antonio Demarcus

CTO

Paolo Guastalvino

Civil works

Gianni Deveronico

Lead electrical engineers

Faris Alwasity

Engineering

Massimiliano Magni

Engineering

Antonio Piserchia

Communications Expert

Barbara Spelta

Lab

Papa Ndiamé Sylla

COO Senegal

Noel Sciberras

COO Malta

Appiah Fofie Kwasi

COO Ghana

Eugen Raducanu

COO Romania

Awa Khady Ndiaye Grenier

COO Guiné-Bissau

Giorgio Masserini

Marketing

Pantaleo Pedone

Italian energy-intensive

Gianluca Baroni

Hospital Stuff

Diambu Nkazi

Marketing

Sarr Alioune Badara

Marketing

Jérémie Saltokod

CCIMRDC Italie

l'EMPOWERING DEVICE

L'**EMPOWERING DEVICE**, è stato integralmente ideato, sviluppato e realizzato dalla nostra equipe ed è in grado di gestire simultaneamente differenti tipi di cavitazione controllata di cui 5 di natura differente ma che coesistono in maniera armonica al punto tale che non si rilevano vibrazione di rilievo.
La sommatoria degli effetti prodotti da ogni cavitazione implementa ulteriormente l'efficientamento dei processi chimico fisici e biologici che si svolgono all'interno dell'apparato comportando un conseguente ulteriore taglio al già esiguo consumo energetico nonché una forte contrazione dei tempi di lavorazione.
Un esemplare con un allestimento speciale, predisposto per la sperimentazione e di dimensione 1:1, viene da noi utilizzato fin dall'inizio del 2017 per condurre le sperimentazioni richieste sui campioni dei materiali dei nostri clienti.
Il nostro macchinario è corredato di certificati di collaudo e certificazioni internazionali di funzionamento con differenti tipologie di liquidi su differenti processi chimico, fisici e biologici.
Ciò che rende il nostro sistema, ad oggi, unico rispetto a quanto il mercato offre nell'ambito della cavitazione controllata è il fatto che sebbene sia già di per sé estremamente difficile controllare una cavitazione, all'interno del nostro apparato si sviluppano numerose e differenti tipologie di cavitazione controllata, di cui almeno una delle quali è di tipo sonico.
Il corpo macchina presenta un elemento, con funzioni di miscelatore statico, da noi denominato "Il Cedro" per la peculiare conformazione delle "foglie" costituenti il suo disegno.

Questo speciale miscelatore monoblocco, in presenza di processi che contemplino la formazione di elementi chimici cristallini, ha la capacità di favorire la formazione dei Germi di Cristallizzazione, con ulteriore accelerazione delle reazioni chimiche.
Ulteriore sensibile miglioria rispetto a quanto finora esistente è rappresentata dalle evidenti minori perdite di carico rispetto a macchinari dotati di motori di analoga potenza installata con conseguente risparmio energetico nell'esercizio: l'**EMPOWERING DEVICE** consuma solo una frazione dell'energia elettrica richiesta dagli altri cavitatori.
Questo è dovuto al fatto che il corpo macchina dell'**EMPOWERING DEVICE** è strutturato per andare a costituire un vero e proprio "diffusore", con conseguente recupero di una percentuale della pressione in uscita.

Inoltre, è stata studiata per essere agevolmente e velocemente riconfigurata a seconda dell'utilizzo: alcune sue parti possono essere rimosse qualora si debbano trattare liquidi molto densi e/o viscosi e/o con estese granulosità oppure si possono aggiungere, in entrata o uscita, elementi accessori adatti a pressoché qualsiasi utilizzo.

Per di più, in presenza di materia organica, con la cavitazione si ottiene la conseguente parziale destrutturazione fisica, una lisi delle pareti cellulari e il conseguente rilascio del contenuto intracellulare.

Azione questa che si traduce in una maggiore disponibilità dei succhi cellulari, in una accelerazione dei processi di idrolisi e, di conseguenza, in una accelerazione del processo di digestione anaerobica nel suo complesso.

Nel nostro cavitatore, in base agli esperimenti condotti e certificati da terzi, la velocità di degradazione batterica può accelerare da 4/5 volte ad oltre 10 volte rispetto ai trattamenti convenzionali.

Dalle certificazioni eseguite dal **Gruppo RINA** si evince che il COD delle acque di risulta di un gassificatore viene ridotto del 90% in appena 15 minuti.

Utilizzando il sistema inverter in dotazione, alla partenza il consumo è inferiore ai 25kWh di potenza nominale installata, analogamente a pieno utilizzo; in assenza di inverter occorrerebbero almeno 36kWh per l'avvio.

La versione standard può trattare fino a 60 metri cubi di fluido all'ora.

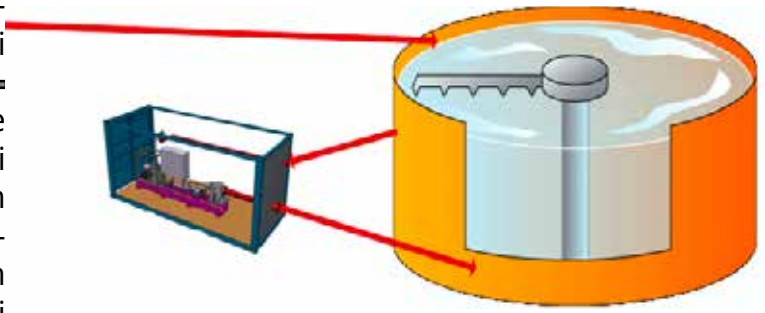
La compattezza, la semplicità d'installazione e d'uso, sono senza ombra di dubbio alcune delle peculiarità del nostro apparato di cavitazione ma è la totale flessibilità di utilizzo che lo rende unico.

CAMPIONE	COD mg/L
materiale tal quale	15.380
materiale dopo cavitazione	1.508
percentuale riduzione COD	90,2%

come collocare l'ED

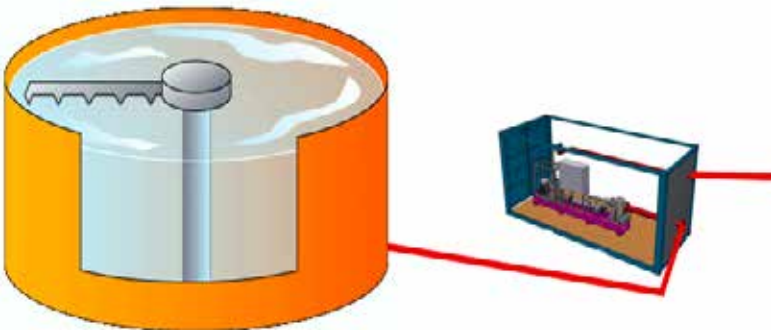
Il nostro acceleratore di processo può essere collocato, in base alle esigenze, all'ingresso, in ricircolo oppure all'uscita di una vasca o di un serbatoio.

in ricircolo: una pompa aspira la matrice liquida dalla vasca / serbatoio di trattamento, lo invia all'**EMPOWERING DEVICE** per il trattamento e lo reimmette nella vasca / serbatoio di trattamento in un secondo punto. Con questa configurazione è possibile trattare e migliorare il funzionamento di un impianto esistente riducendo in tempi abbastanza rapidi anche eventuali accumuli di frazioni fibrose della matrice non degradate.



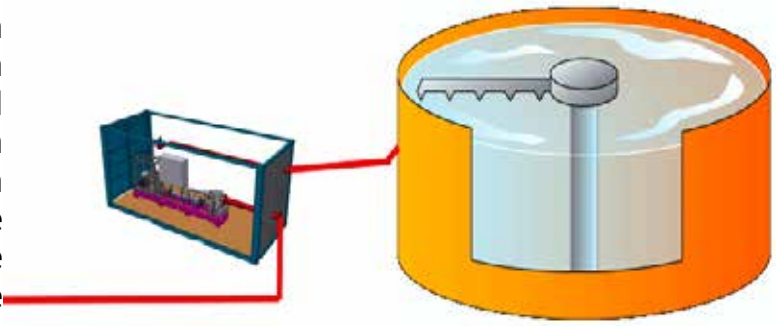
PRO: I costi di implementazione sono ridotti al minimo e gli impianti esistenti possono trattare quantità di matrici nettamente superiori prima di venire ridimensionati o affiancati da ulteriori impianti. Questa collocazione presenta lo svantaggio che parte del fluido verrà trattata più volte.

allo scarico dalla vasca / serbatoio di trattamento primario: configurazione simile a quella precedente con la differenza che il prodotto viene trattato un'unica volta e scaricato in una seconda vasca per ricevere un successivo trattamento.



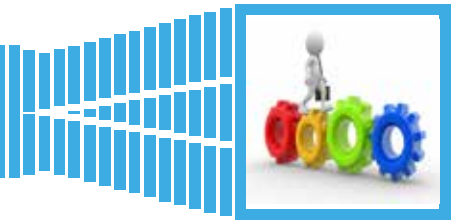
PRO: Oltre a massimizzare l'efficienza della seconda vasca dove la matrice riceverà un successivo trattamento, questa collocazione permette l'inertizzazione delle cariche microbiche della matrice. Questa collocazione presenta lo svantaggio che i tempi impiegati per trattare il fluido nella prima vasca o serbatoio rimangono gli stessi.

trattamento della matrice in ingresso: la matrice al carico può essere miscelata a un vettore idraulico e avviata al cavitatore per la disgregazione prima del carico. A seconda della tipologia di impianti, della tipologia di matrici utilizzate e dell'intensità del trattamento che si intende ottenere, la tecnologia può essere applicata su tutta la matrice caricata o solo su una parte (ESEMPIO: nelle biomasse, tipicamente quelle caratterizzate da matrici fibrose e particolarmente complesse da degradare).

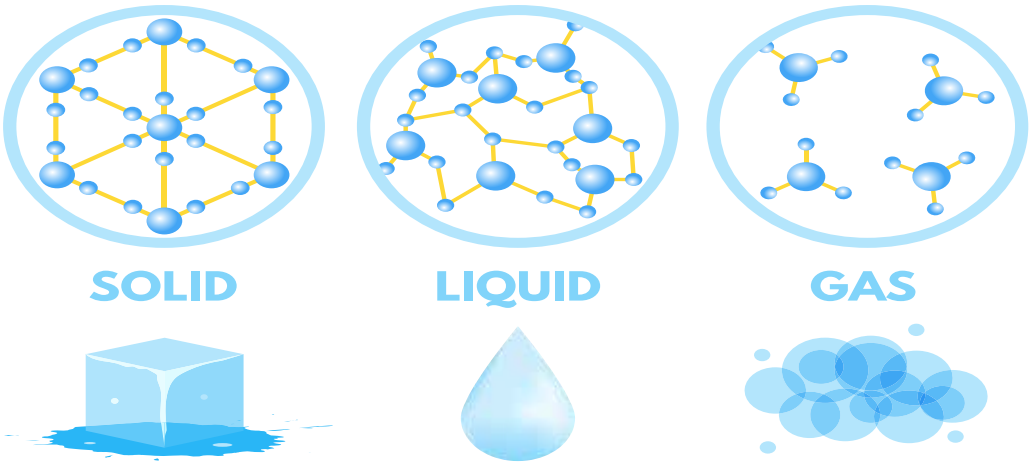


PRO: In tale configurazione l'efficienza del cavitatore è massima se la cavitazione viene applicata a tutta la matrice. Questa collocazione presenta i maggiori vantaggi.

acqua & cavitazione



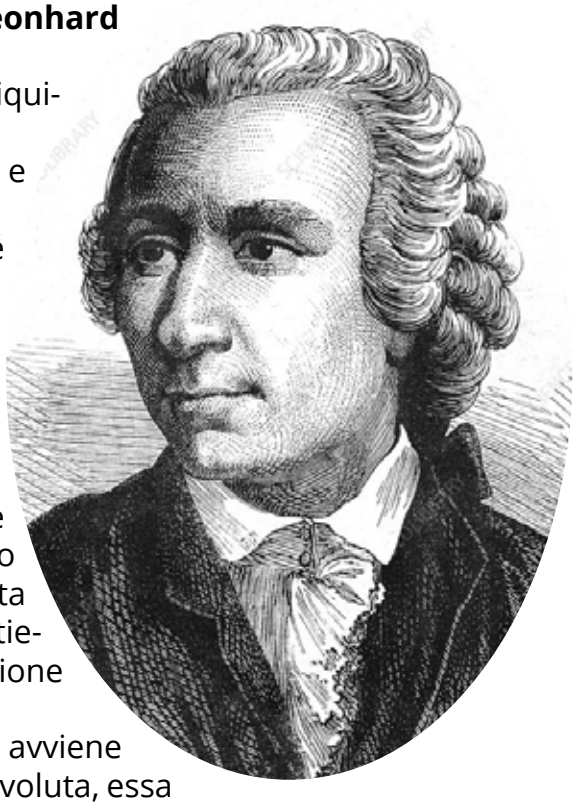
L'acqua ha la possibilità di veicolare numerose sostanze grazie alle sue particolari proprietà chimico-fisiche: elevatissimo potere solvente, alta reattività chimica e considerevole calore specifico. Inoltre, la sua capacità molecolare, due atomi di idrogeno legati ad un atomo d'ossigeno, le permette di comportarsi come un cristallo: non solo allo stato solido (ghiaccio) ma anche allo stato liquido.



La cavitazione applicata all'acqua agisce principalmente su questa caratteristica.
Attraverso l'implosione violenta delle bolle, provoca la liberazione di ossigeno nascente, permette di eliminare virus e batteri presenti; inoltre, coadiuva la conversione magnetica della calcite (responsabile della formazione di incrostazioni) insolubile in aragonite solubile e non in grado di aggregarsi nella formazione di calcari.
Infine, non essendo la struttura molecolare dell'acqua uniforme, la distanza tra le molecole non è mai uguale così come non lo è neppure la reciproca forza di attrazione; vi sono quindi zone o punti di vuoto o sacche di gas (ossigeno, azoto) e corpi estranei, a volte non totalmente bagnati. Come la pressione diminuisce, le sacche di aria si dilatano, il liquido evapora ed il vapore le riempie. La successiva fase di implosione violenta libera l'ossigeno, che può così esercitare tutta la sua azione ossidativa sul substrato organico circostante, mimando l'azione dell'acqua ossigenata.
Un altro aspetto fondamentale della cavitazione rispetto a tutti gli altri trattamenti di depurazione e filtraggio dell'acqua consiste nel fatto che con la cavitazione sono le stesse molecole dell'acqua che, superata la fase di implosione, assumono una configurazione cristallina omogenea, che dà all'acqua le caratteristiche originarie della formazione dalla sorgente.
Pertanto, a differenza agli altri trattamenti applicabili all'acqua, non si aggiunge o toglie nulla, come ad esempio le resine a scambio ionico per l'inserimento e sottrazione di ioni o il filtraggio magnetico per sottrarre il ferro, ma al contrario si amplifica e potenzia la naturale capacità dell'acqua a biodegradare ed abbattere agenti patogeni tramite ossidazione.
Inoltre, il nostro apparato prevede al suo interno anche un ozonizzatore che potenzia ulteriormente l'ossidazione degli eventuali inquinanti presenti.

storia & scienza

La cavitazione è un fenomeno fisico, conosciuto dalla fine dell'800 ma ipotizzato fin dal 1750 dal matematico svizzero **Leonhard Euler**.



È un fenomeno che riguarda esclusivamente il flusso di liquidi, i gas non possono presentare cavitazione.
Solo in tempi molto recenti si è capito come controllarla e sfruttarne positivamente le caratteristiche.
Quando avviene in maniera controllata, non genera né danni né usura dei materiali coinvolti, altrimenti rappresenta uno degli effetti più degenerativi in cui ci si possa imbattere in idraulica.
La cavitazione, oltre ad essere un fenomeno fisico, è in realtà anche un processo meccanico ed è influenzato dalla termodinamica del sistema.
Fino a pochi anni fa veniva intesa esclusivamente come un fenomeno estremamente negativo e degenerativo che può avvenire in condotte, turbine e pompe ed è legata alla pressione di vapore di un fluido: il fenomeno si mantiene fintanto che permane l'equilibrio del valore di pressione fra la parte liquida ed il suo vapore.
Ha luogo con la vaporizzazione locale di un liquido, che avviene con il distacco dello strato limite fluido. Se non cercata e voluta, essa genera sostanzialmente perdite di rendimento ed erosione.
Per definire l'entità di cavitazione ci si avvale dell'unità di grandezza chiamata indice di cavitazione (K), che è funzione proprio del salto di pressione; dove p^1 rappresenta la pressione a monte, p^2 la pressione a valle e p^v la tensione di vapore. Al diminuire dell'indice di cavitazione corrisponde uno sviluppo più intenso della cavitazione.
Se nel liquido la pressione assoluta diventa uguale od inferiore alla pressione di vapore ad una certa temperatura, in pochi microsecondi, si formano delle microscopiche bolle di vapore.
Queste bolle microscopiche sono di forma sferico-toroidali, hanno temperatura di migliaia di gradi centigradi e centinaia di atmosfere (BAR), con jet localizzati di liquido a velocità di oltre 100 m/s.
Questa formazione di bolle, dalla durata di norma molto breve, avviene a causa dell'abbattimento della pressione a valori inferiori alla tensione di vapore del liquido stesso. A causa di ciò, il liquido subisce, in maniera velocissima, una trasformazione in gas, formando per l'appunto bolle (altrimenti dette "micro cavità") che però collassano altrettanto rapidamente non appena il flusso le fa allontanare dalla regione le cui peculiari condizioni fisiche ne avevano permesso la formazione.
Il susseguirsi di formazione e implosione delle "micro cavità" genera, a sua volta, una sequenza di onde d'urto o ultrasuoni.
Il processo di formazione delle "micro cavità", altrimenti detto di cavitazione, si manifesta principalmente dove è massima la velocità del

$$K = \frac{p^1 - p^v}{p^1 - p^2}$$

liquido: la massa liquida perde la continuità originando una “schiuma” gassosa, particolarmente ricca di ossigeno, a causa del vapore e dell’aria che si liberano.
Questa “schiuma” gassosa, in caso di cavitazione non controllata, può essere estremamente erosiva e corrosiva con i metalli in quanto si sviluppano idrolisi, ossidazione, polimerizzazione e depolimerizzazione.
Il rapidissimo collasso delle “micro cavità” genera microgetti ad altissima pressione e ad elevate concentrazioni di energia in tempi e spazi ridottissimi i quali, se non controllati, come sopra descritto possono provocare danni, anche ingenti, alle tubazioni e/o alle parti mobili delle macchine che innescano tale fenomeno.

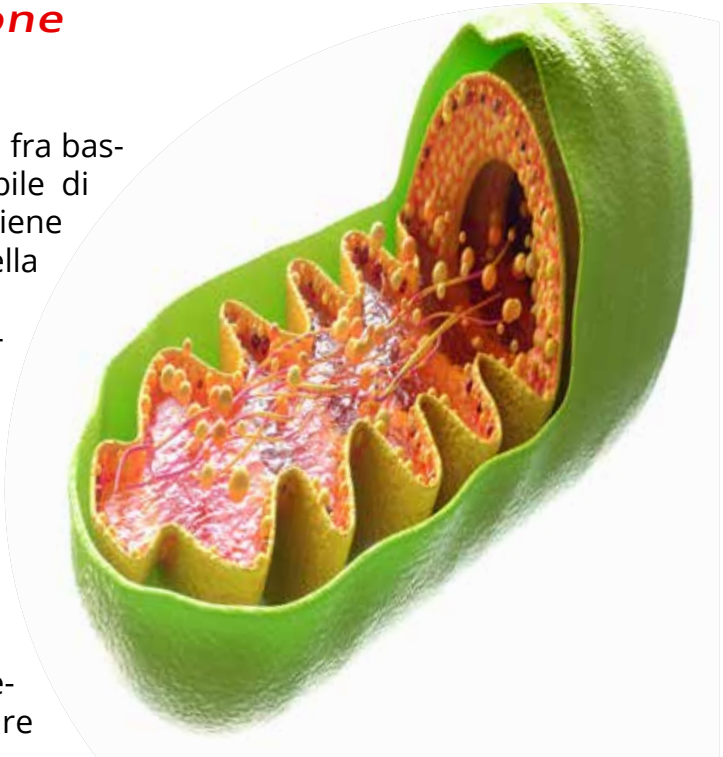
- ***A titolo esemplificativo, relativamente ad una tubazione, il fenomeno della cavitazione può svilupparsi maggiormente nei tratti in cui la linea piezometrica scende al di sotto dell’asse della tubazione stessa formando quindi una depressione più o meno accentuata.***
- ***A titolo esemplificativo, relativamente ad una macchina idraulica (pompe centrifughe, assiali, turbine, ecc.), il fenomeno della cavitazione può svilupparsi maggiormente nei punti esterni della girante dove maggiore è la velocità e più bassa è la pressione.***

La cavitazione genera attrito e turbolenza nel liquido causando, se non viene adeguatamente controllata, una notevole perdita di efficienza, emissione di rumore, vibrazioni e danneggiamento delle componenti. Il calo in efficienza e potenza può essere superiore al 3% rispetto a condizioni analoghe in assenza di cavitazione.
Sebbene il processo sia simile a quello più noto dell’ebollizione, la principale differenza tra cavitazione ed ebollizione è posto nel fatto che nell’ebollizione, a causa dell’aumento di temperatura, la tensione del vapore sale fino a superare la pressione del liquido, creando quindi una bolla meccanicamente stabile in quanto piena di vapore alla stessa pressione del liquido circostante. Nella cavitazione invece è la pressione del liquido a scendere improvvisamente, rimanendo costanti temperatura e tensione di vapore.
Per questo motivo la “bolla” da cavitazione resiste solo finché non esce dalla zona di bassa pressione idrostatica: appena ritorna in una zona del fluido in quiete, la pressione di vapore non è sufficiente a contrastare la pressione idrostatica e la bolla da cavitazione implode rilasciando una grande quantità di energia e la relativa sequenza di onde d’urto.
La tensione di vapore di un liquido è la pressione parziale del vapore quando si stabilisce l’equilibrio fra liquido e vapore, dipende dalla temperatura e cresce con essa (per l’acqua è di 4,6 mmHg a 0 °C e di 760 mmHg a 100 °C).
Raggiunta tale pressione, il liquido e il vapore si dicono saturi (tante sono le molecole che passano dalla fase liquida a quella di vapore quante sono quelle che compiono il processo inverso).
Inoltre, il riscaldamento da cavitazione si sprigiona uniformemente su tutto il volume del liquido mentre un riscaldamento convenzionale avviene per trasferimento e quindi da un punto verso l’adito più estremo.
Questo permette di eliminare punti caldi o freddi, bruciature e, se necessario, avere un controllo preciso della temperatura.

dove si può applicare?

Le enormi forze messe in gioco durante il fenomeno della cavitazione permettono una miscelazione estremamente efficace e di gran lunga migliore di quella ottenuta con le tecnologie convenzionali in quanto la riduzione in parti microscopiche di quanto presente all'interno del fluido sottoposto a cavitazione aumenta l'area di contatto superficiale.
Inoltre, le forze sprigionate dal processo di cavitazione sono di gran lunga superiori a quelle presenti in una normale miscelazione e, pertanto, i risultati che si ottengono sono su scale enormemente superiori rispetto a quelle di norma misurabili dall'applicazione delle tecnologie tradizionali.
La cavitazione controllata può essere applicata a tutti i processi di estrazione di sostanze naturali e di trattamento/conservazione di emulsioni o liquidi, non danneggiando i principi attivi originali della sostanza originale a differenza di quanto invece accade con altri metodi convenzionali di estrazione, pastorizzazione e fermentazione.
Con il nostro apparato siamo in grado di fornire un evidente vantaggio economico su tutti i possibili processi chimici e pertanto su:

- ***Intensificazione di processo***
- ***Miscelazione Gas / Liquido***
- ***Miscelazione Liquido / Liquido***
- ***Miscelazione Liquido / Solido***
- ***Idratazione di Gel e Gomme***
- ***Emulsificazione***
- ***Omogeneizzazione***
- ***Pastorizzazione***



Questo è reso possibile in quanto l'alternanza fra bassa pressione ed alta pressione è responsabile di un'intensa attività meccanica e termica che viene ad esercitarsi su ogni elemento presente nella soluzione.
In presenza di materia organica, con la cavitazione si ottiene la conseguente parziale destrutturazione fisica, una lisi delle pareti cellulari e il conseguente rilascio del contenuto intracellulare. Azione questa che si traduce in una maggiore disponibilità dei succhi cellulari, in una accelerazione dei processi di idrolisi e, di conseguenza, in una accelerazione del processo di digestione anaerobica nel suo complesso. In questo caso di specie, la velocità di degradazione batterica può accelerare

fino ad oltre 10 volte rispetto al trattamento convenzionale.
Pertanto, la distruzione / rottura delle strutture cellulari comporta un netto miglioramento della biodegradabilità delle matrici organiche.
Il nostro apparato, oltre a poter lavorare in maniera del tutto indipendente, può essere inserito agevolmente in linea in qualsiasi ciclo industriale preesistente: il nostro apparato non sostituisce il preesistente processo chimico ma lo moltiplica accelerandolo e potenziandolo anche di oltre 10 volte.
Tutto ciò premesso, gli ambiti di applicazione del nostro apparato risultano essere tutti quelli in cui vi è la presenza di un processo chimico di qualsiasi natura.
Il vantaggio per gli utilizzatori del nostro macchinario si può riassumere in:

- ➔ *taglio nei costi di produzione;*
- ➔ *abbattimento dei costi legati all'ampliamento della produzione;*
- ➔ *riduzione dei tempi di processo;*
- ➔ *aumento dei quantitativi di matrice trattabile;*
- ➔ *riduzione dei costi legati allo smaltimento.*

In merito all'**idratazione**, questa grazie alla cavitazione può essere continua, consistente e competa, abbattendo nel contempo la quantità di matrice necessaria per ottenere lo stesso livello desiderato di viscosità.
In merito all'**aereazione** questa è sempre uniforme sia con piccoli che con grandi volumi di gas e, pertanto, risulta essere ottimale sia per i liquidi viscosi che per le gomme.
In merito alla **pastorizzazione** ed alla **omogeneizzazione** la cavitazione impedisce la formazione di incrostazioni sulle pareti dell'apparato tagliando i tempi morti necessari per la pulizia. Inoltre, la minore degradazione delle proteine presenti permette l'allungamento dei periodi di stoccaggio e, addirittura la creazione di prodotti del tutto nuovi.
In merito alla **emulsificazione**, la cavitazione impedisce la formazione di sacche d'aria intrappolate all'interno del fluido mantenendo quindi la qualità dei prodotti sempre costante. Inoltre, la possibilità di lavorazione con continuità di processo permette di controllare con facilità il grado di emulsificazione.

cosa potremmo fare con l'ED?

Ovunque avvenga un processo chimico può essere utilizzato con costrutto il nostro apparato. Infatti, viene inserito facilmente all'interno delle linee già esistenti moltiplicando la quantità del fluido trattato nelle stesse unità di tempo.
Di norma, seppur variando da processo a processo, solo relativamente ai tempi necessari per completare un processo rispetto all'impiego dei metodi precedentemente utilizzati, i miglioramenti ottenibili possono arrivare fino al 90%.
Gli ambiti di applicazione del nostro apparato corrispondono a tutti quelli in cui venga effettuato un processo chimico di qualsiasi genere e natura.
Di seguito un elenco, non esaustivo, di esempi di applicazioni cui abbiamo pensato.

1) Nell'ambito della produzione di biogas da biomasse

La cavitazione trova principale applicazione nelle situazioni con matrici difficilmente degradabili o di pezzatura elevata. Il nostro apparato trova una collocazione ottimale sia all'ingresso del biodigestore, previa caratterizzazione preliminare di laboratorio su campioni di digestato prelevati al fine di quantificare nel caso specifico i vantaggi conseguibili, che in uscita per abbattere la carica di microorganismi presenti o anche in ricircolo.
I principali benefici sono legati alla riduzione della pezzatura del materiale organico, alla riduzione della viscosità del digestato e alla conseguente facilità nella miscelazione interna al digestore, oltre all'aumento dell'omogeneità del digestato e, quindi, alla migliore pompabilità che si traducono in un miglioramento globale del processo fermentativo.
Va specificato che al variare della frequenza di rotazione, può essere impressa più o meno energia alla biomassa da trattare e quindi maggiore o minore efficienza di trattamento.

- ➔ *Incrementa l'efficienza dei processi di fermentazione*
- ➔ *Riduce drasticamente i tempi di produzione del biogas*
- ➔ *Riduce il consumo di substrati a parità di biogas prodotto*
- ➔ *Incrementa la produzione di biogas a parità di substrati alimentati*
- ➔ *Incrementa il contenuto di metano nel biogas*
- ➔ *Riduce la viscosità del digestato facilitandone il pompaggio e la miscelazione*
- ➔ *Riduce i consumi energetici degli organi di miscelazione e di pompaggio*

Inoltre, grazie al fatto che la cavitazione agisce direttamente sulla componente fibrosa delle matrici aumentandone il potenziale metanigeno, possono essere utilizzati diversi sottoprodotti agro industriali (paglia, sanse, vinacce esauste, ecc.) che in precedenza non potevano venire valorizzate adeguatamente a fini energetici, abbattendo quindi ulteriormente i costi di gestione dell'impianto di produzione di biogas.
Prove condotte su cavitatori di prima generazione, capaci di una sola cavitazione controllata, hanno comprovato che il picco di produzione di metano si ottiene in appena 2,5 giorni dalla

cavitazione contro gli oltre 25 di media necessari precedentemente nei sistemi tradizionali. La sperimentazione condotta sul nostro apparato ha ulteriormente ridotto questi tempi ad appena pochi minuti.

2) In zootecnia

Il nostro apparato in zootecnia trova molteplici utilizzi:

- ➔ *Può essere impiegato per trattare le acque (vedi trattamento acque).*
- ➔ *Può essere impiegato per trattare gli escrementi (vedi biomasse).*
- ➔ *Può essere impiegato per ricavare materie prime dalle urine degli animali.*
- ➔ *Può essere impiegato per trattare fluidi prodotti dagli animali (ad esempio il latte).*

L'acqua sottoposta a trattamento di cavitazione risulta aumentare la digeribilità dell'alimento, permette di ridurre le emissioni maleodoranti, favorisce la crescita dell'animale in un ambiente più salubre, con minor stimolazione del sistema immunitario, minori spese farmaceutiche e minori costi per morbilità e mortalità.
L'azione della cavitazione è talmente duratura, che persiste anche nell'acqua dei reflui zootecnici, che si presentano più omogenei e privi di odori. Il miglioramento delle caratteristiche dell'acqua, attraverso la cavitazione, si riflette anche nell'impiego della stessa per il lavaggio dell'ambiente e delle attrezzature.

3) Nell'ambito del trattamento delle acque

L'acqua ha la possibilità di veicolare numerose sostanze grazie alle sue particolari proprietà chimico-fisiche: elevatissimo potere solvente, alta reattività chimica e considerevole calore specifico.
A differenza agli altri trattamenti applicabili all'acqua, non si aggiunge o toglie nulla, come ad esempio le resine a scambio ionico per l'inserimento e sottrazione di ioni o il filtraggio magnetico per sottrarre il ferro, ma al contrario si amplifica e potenzia la naturale capacità dell'acqua a biodegradare ed abbattere agenti patogeni tramite ossidazione.
Inoltre, il nostro apparato prevede al suo interno anche un ozonizzatore che potenzia ulteriormente l'ossidazione degli eventuali inquinanti presenti.
Opprtunamente configurato e in presenza di più esemplari in serie, può arrivare a sostituirsi agli impianti di trattamento che sfruttano tecnologie tradizionali.

4) Nell'ambito dell'industria olearia

La cavitazione trova campo di applicazione anche in diverse fasi della lavorazione olearia.
In primo luogo, può andare a risolvere il collo di bottiglia della gramolatura causato dagli avanzamenti tecnici introdotti negli anni '90 da frantoi meccanici, mulinelli, centrifughe orizzontali e verticali. Diversi studi scientifici hanno dimostrato come la cavitazione aumenta la qualità, la capacità di lavoro e l'efficienza dell'impianto di estrazione, garantendone la sostenibilità.
In questo caso l'apparato di cavitazione è da posizionare tra il frantoio e il decantatore.
Promettenti analisi condotte in laboratorio e in frantoi hanno dimostrato come apparati di cavitazione basici siano riusciti ad aumentare la resa dell'estrazione di circa il 10% rispetto ai metodi tradizionali aumentando al contempo tanto i polifenoli totali del 10% circa che il contenuto in clorofille. Quest'ultimo dato è rilevabile anche ad occhio nudo grazie ad una colorazione verde estremamente più intensa rispetto agli oli ottenuti con metodi tradizionali.
Le analisi hanno anche evidenziato una crescita dei tocoferoli pari a circa il 50% e dei carotenoidi pari a circa il 20%.
Infine, le valutazioni organolettiche degli oli ottenuti tramite cavitazione hanno evidenziato un gusto armonico migliore rispetto ai tradizionali, percepiti come più aggressivi.
Di conseguenza, i test sperimentali eseguiti su un impianto di mulini a scala reale, hanno dimostrato il simultaneo aumento delle rese di olio e del contenuto di polifenoli nell'olio d'oliva trattato.

5) Nell'ambito dell'enologia

La cavitazione trova campo di applicazione anche nella vinificazione in quanto va ad agire sulla cinetica dell'estrazione dei composti fenolici durante la macerazione delle uve rosse e sulla lisi del lievito.
Attente analisi in laboratorio hanno dimostrato che all'aumento dei tempi di applicazione della cavitazione sulle matrici corrisponde un aumento degli indici dei polifenoli totali (oltre il 50%) nonché degli antociani (oltre il 100%). Questi dati sono stati confermati sottoponendo allo stesso trattamento diverse varietà di uve.
Relativamente alle fecce fini, la sperimentazione ha evidenziato un aumento dei colloidi solubili in tempi minori. Le proteine solubili totali sono nettamente aumentate in proporzione con la durata della cavitazione.
Una ulteriore prova effettuata sulla feccia ha evidenziato che i colloidi solubili presenti in campioni sottoposti a cavitazione erano uguali per numero a quelli sviluppati dopo 30 giorni in campioni maneggiati con tecniche tradizionali.
Anche la svinatura può essere pertanto accelerata tramite cavitazione riducendo i tempi necessari anche del 60%: 2 giorni circa contro i 5 giorni di norma necessari con metodi classici.

Inoltre, alla fine della filiera, va ricordato che la cavitazione agisce direttamente sulla componente fibrosa delle matrici aumentandone il potenziale metanigeno, pertanto le vinacce, in precedenza destinate per lo più al macero in quanto non potevano venire valorizzate adeguatamente, possono essere utilizzate a fini energetici, abbattendo quindi i costi di smaltimento.

6) Nell'ambito della produzione di birra

Negli ultimi decenni ci sono stati incredibili perfezionamenti nel campo della tecnologia, della chimica e della fermentazione, ma i principi di base della produzione della birra sono rimasti inalterati fin dagli esordi. La cavitazione può stravolgere i principi base.
I chicchi del malto, da cui vengono estratti gli zuccheri fermentabili, grazie alla cavitazione possono ridursi fino a meno di 100 micron di dimensioni in pochi minuti saltando del tutto la macinazione. Queste ridottissime dimensioni aumentano non solo la velocità con cui l'amido passerà al mosto (l'acqua zuccherata che viene bollita con il luppolo prima di essere raffreddata e trasformata in birra dal lievito) ma soprattutto ne ottimizzano il processo al punto tale che passa tutto l'amido rendendo superflui i lavaggi finali con acqua del malto per cercare di estrarre le ultime tracce di prezioso amido.
Da non sottovalutare inoltre che la maggiore velocità ed efficienza permettono anche che la trasformazione in zuccheri più semplici e fermentabili può avvenire a temperature più basse, e che quindi i gas sgradevoli e volatili degassino più rapidamente, denaturino gli enzimi nel mosto e permettano di mescolare facilmente i sapori del luppolo.
Pertanto, se ne evince che il mosto deve bollire per una frazione del tempo precedentemente necessaria riducendo drasticamente tempi e costi di produzione.
Un ulteriore effetto "indesiderato" emerso durante la sperimentazione è stata una drastica riduzione del glutine nel mosto e nella birra prodotti con malto d'orzo al 100%. I test sperimentali indicano la degradazione dei residui di prolina, l'aminoacido responsabile delle problematiche di intolleranza e sensibilità al glutine, dovuta al miglioramento dell'assimilazione della prolina da parte dei lieviti.
Considerato che gli attuali sistemi utilizzati per eliminare il glutine per la maggior parte alterano gusto e qualità della birra questo effetto "indesiderato" apre numerosi ed interessanti scenari.

7) Nell'ambito dell'invecchiamento dei liquori

L'Empowering Device, essendo un acceleratore di processo particolarmente efficace in presenza di ossidazioni, può accelerare e catalizzare in modo significativo l'invecchiamento di qualsiasi liquido contenente alcol. Pertanto, nei liquori, consente lo svolgimento in pochi minuti o giorni di tutti quei processi chimici che alterano i sapori e per i quali, spesso, impiegano anni per essere svolti.
Viene quindi accelerato il naturale invecchiamento di liquori e alcolici. Ciò si ottiene estraendo

aromi e colori dai trucioli di legno trascinati nel fluido che scorre attraverso l'apparecchiatura, in opposizione al tradizionale invecchiamento statico del barile.

La cavitazione può anche aiutare nella rapida demolizione e rimozione di composti naturali di sapore duro presenti naturalmente negli alcolici che si deteriorano anche come parte dell'invecchiamento tradizionale.
Inoltre, da non sottovalutare, l'aumento drastico della resa a causa della mancata perdita per evaporazione associata all'invecchiamento tradizionale nonché la possibilità pressocchè infinita da parte dei produttori che non dovranno aspettare decenni per capire come evolverà un loro prodotto ma potranno condurre prove in pochi minuti.

8) Nell'ambito della pastorizzazione dei liquidi alimentari

La permanenza di attività microbiologica nei liquidi alimentari è una delle criticità dei processi di produzione, dato il notevole rischio di sviluppo non solo di metaboliti con impatto negativo sulle proprietà organolettiche e qualitative, ma soprattutto per il potenziale rilascio di composti tossici per la salute umana. Il processo di stabilizzazione microbiologica delle bevande alimentari richiede quindi estrema cura e attenzione al fine di abbattere la totalità di microrganismi come lieviti o batteri presenti in soluzione.
Grazie a recenti studi condotti dai principali enti governativi la cavitazione si è rivelata essere la tecnologia più semplice, flessibile e controllabile nonché più efficiente in termini energetici, mentre i potenziali vantaggi della sua applicazione alla pastorizzazione e omogeneizzazione di liquidi alimentari, finalizzate alla loro immissione al consumo, deriva non tanto dall'efficienza energetica, comparabile con quella di una ordinaria resistenza elettrica, quanto dalla omogeneità del riscaldamento ottenuto. L'effetto combinato della temperatura media del liquido e del rilascio localizzato, diffuso e omogeneo di grandi quantità di energia termica e meccanica, consente di raggiungere i parametri di sicurezza alimentare richiesti, a temperature medie significativamente inferiori rispetto a quelle dei processi tradizionali. Come diretta conseguenza si ottiene un marcato risparmio energetico e superiore capacità di controllo delle criticità del processo alimentare e della qualità del prodotto.
Una ricerca condotta dal CNR italiano ha avuto come obiettivo l'inattivazione in soluzione acquosa dei Saccharomyces cerevisiae, i lieviti più comunemente utilizzati nell'industria alimentare per la fermentazione del vino e della birra, ma allo stesso tempo responsabili delle alterazioni e del deterioramento dei succhi di frutta e del latte, nonché tra i microorganismi più resistenti agli shock termici e meccanici.
La cavitazione applicata in ambiti alimentari comporta diversi benefici:

- ➔ *batteri e microorganismi vengono eliminati a temperature più basse rispetto ai sistemi tradizionali*
- ➔ *minore impiego di energia a parità di risultati ottenuti*
- ➔ *conservazione delle qualità organolettiche e nutrizionali dei prodotti*

Può essere applicata in ingresso, in uscita o sull'intero processo. L'utilizzo in coda riduce al minimo anche qualsiasi rischio di processi ossidativi.
L'applicazione sinergica dei processi termici e di cavitazione consente di abbassare di parecchi gradi la temperatura associata alla mortalità dei lieviti in una soluzione acquosa, quindi, oltre agli evidenti benefici in termini di qualità degli alimenti liquidi, il risparmio energetico è piuttosto significativo: almeno il 2,7% per ogni 1° C di diminuzione della temperatura massima del processo.

9) Applicato all'aceto balsamico tradizionale (Italia)

Una ricerca condotta dal CNR italiano ha avuto come obiettivo l'applicazione della tecnologia della cavitazione alla cottura dell'aceto balsamico tradizionale.

Nella produzione dell'aceto balsamico tradizionale, la cottura del mosto d'uva dotato di almeno 15°Brix (1° Brix è corrispondente all'1-2% in peso di zucchero), avviene a pressione naturale, con fuoco diretto, in recipienti aperti per circa 12-24 ore ad una temperatura minima di 30°C, fino alla riduzione a circa 2/3 della massa totale.
Sono banditi tutti gli additivi.
Temperature di cottura troppo alte potrebbero portare a cristallizzazioni indesiderate degli zuccheri con rallentamenti indesiderati della fermentazione alcolica e conseguente produzione di composti furanici; per cui la tendenza più recente è quella di cotture fra i 75 e i 90°C, per non oltre 14 ore, con una riduzione del mosto fino a 28-30°Brix.
Il processo di cottura del succo d'uva per l'ottenimento di mosto cotto ridotto e la successiva formazione delle specie organiche che lo caratterizzano rappresentano uno stadio estremamente delicato a causa delle tante variabili in gioco che sono legate alle diverse trasformazioni chimiche e chimico-fisiche che avvengono all'interno delle matrici in fase di cottura.
In particolare, la diminuzione della percentuale di acqua durante la cottura può portare alla formazione dei furfurali: composti che non solo connotano negativamente il prodotto finale ma che sono addirittura nocivi per la salute del consumatore in quanto potenzialmente cancerogeni.
Una corretta cottura del mosto rappresenta quindi l'unica via per l'ottenimento di un buon aceto balsamico tradizionale.
Di conseguenza la cottura ausiliata con la cavitazione potrebbe dare ottimi risultati perché il riscaldamento del liquido è omogeneo, in quanto la massa liquida non è scaldata da fonti di calore come fiamma o resistenza elettrica, ma è la stessa massa di liquido che si scalda da sola, prevenendo formazioni di caramellizzazioni localizzate.

10) Nell'ambito della desalinizzazione

Costruire un impianto tradizionale di desalinizzazione costa cifre estremamente importanti e consuma quantitativi di energia impressionanti. Inoltre, realizzarne uno necessita di una attenta programmazione ed anni di lavori. Portare apparati di cavitazione attrezzati per la desalinizzazione a "domicilio" potrà risolvere moltissimi problemi specie durante le emergenze o in operazioni belliche.
Piccole strutture, come alberghi, comunità su isole o non raggiunte da servizi di acquedotti potranno agevolmente trarre il massimo beneficio dall'utilizzo di apparati di cavitazione attrezzati per la desalinizzazione, specie se alimentati con energia solare.

11) Nell'ambito del petrolio

Recenti studi scientifici hanno rilevato che l'elevata pressione e l'aumento della temperatura fornito dalla cavitazione acustica e idrodinamica attivano molti processi e accelerano un numero di reazioni chimiche.
Pertanto, il petrolio, persino quello pesante a livello bituminoso, sottoposto per circa 15 minuti a cavitazione, si trasforma diventando praticamente un altro prodotto in quanto si migliora l'omogeneità, la viscosità, la gravità dell'API (American Petroleum Institute) e altre proprietà fisiche
Questo avviene in quanto la formazione di matrici molecolari di grandi dimensioni, matrici e sistemi pseudo-polimerici gioca un ruolo importante nel processo di estrazione del petrolio, con conseguente alta tensione superficiale e viscosità e comportamento non newtoniano. Qualsiasi interruzione di queste grandi associazioni molecolari, particelle, agglomerati o interazioni pseudopolimeriche porta a un'alterazione delle proprietà dell'olio.
Lin e Yen (1993) hanno effettuato il cracking di asfalteni, che sono refrattari per FCC e disattivano i catalizzatori anche in condizioni miti, utilizzando cavitazione ad ultrasuoni, sodio boroidruro come fonte di idrogeno e un tensioattivo per prevenire la ricombinazione e la sproporzione dei radicali dell'asfaltene. I radicali dell'idrogeno terminavano le reazioni dei radicali liberi e le olefine sature. Di conseguenza, il 35% di asfalteni sono stati convertiti in benzina e resine in 15 minuti. La conversione di asfalteni in idrocarburi più leggeri è aumentata di 10 volte.
Tutto ciò comporta che il petrolio, dopo essere passato nell'Empowering Device, acquisisce le peculiarità più ricercate e pertanto si potrebbe proporre in vendita a prezzi più elevati.
È ormai assodato che il fenomeno della cavitazione è più amplificato nei fluidi viscosi. Se il flusso di olio si sposta ad alta velocità causando la pressione assoluta dell'olio a scendere sotto la pressione di vapore di idrocarburi in esso contenuti, avviene la cavitazione. La cavitazione separa la fase "liquida" (idrocarburi ad alto punto di ebollizione e le loro particelle in idrocarburi liquidi) dai gas presenti nell'olio (gas intrappolati, vapore acqueo e vapori degli idrocarburi interessati).

In raffineria, invece, si trae beneficio nel cracking termico, nel cracking catalitico, nello hydrocracking. Parimenti tutto ciò si può applicare anche alle bioraffinerie, ai gasoli da petrolio e da provenienze bio: miscelando acqua e diesel con la cavitazione controllata si ottiene il così detto "gasolio bianco".

12) Nell'ambito del Fracking

Il Fracking, o fratturazione idraulica, consiste negli attuali processi di pompaggio dell'acqua nel terreno al fine favorire la resa e di creare la pressione necessaria per le tecniche di perforazione orizzontale. Questa pratica richiede milioni di litri d'acqua: ad esempio i pozzi di scisto ne richiedono da 11 a 27 milioni di litri per pozzo (3/7 milioni di galloni).
Nella stragrande maggioranza dei casi questa acqua deve essere portata ai pozzi mediante camion: 300 camion possono portare fino ad 4 milioni di litri di acqua (circa 1 milione di galloni). Già dopo il primo utilizzo nei pozzi, l'acqua recuperata è altamente corrosiva in quanto presenta un'alta concentrazione di sale (da 7 a 10 volte maggiore dell'acqua di mare), le altre impurità dello scisto, e gli additivi utilizzati per una varietà di motivi di produzione da parte delle compagnie petrolifere. Oltre una certa soglia l'acqua non può più essere riutilizzata facendo alzare ulteriormente i costi dell'estrazione del petrolio a causa dei nuovi approvvigionamenti necessari nonché dello smaltimento di quanto già usato.
Inoltre, le leggi ambientali, sempre più restrittive, tendono a porre sempre più problematiche allo smaltimento delle acque ormai sature.
La cavitazione può aiutare evitando lo smaltimento di dette acque in quanto le può trattare direttamente sul posto, rendendole perciò immediatamente idonee ad essere riutilizzate nel processo di Fracking. Questo può significare eliminazione dei conferimenti in discarica ed un utilizzo dal 30 al 50% in meno di nuova acqua per ogni pozzo.

13) Nell'ambito della produzione di etanolo

La produzione prende il via dalla macinazione meccanica e quindi dalla miscelazione con acqua di chicchi amidacei. La poltiglia risultante viene pompata all'interno di un cavitatore dove ogni particella della struttura dei chicchi amidacei viene fratturata completamente, esponendo ulteriori molecole di amido intrappolate all'interno della struttura cellulare e migliorando così l'efficienza enzimatica idrolizzata nel "mosto".
Minori sono le particelle, maggiori sono le superfici che interagiscono permettendo un aumento della resa di etanolo, a parità di matrice iniziale, dall'1% al 2,5% e dal 2% al 4% o più con nessun input di energia aggiuntivo e, pertanto, con costi di materie prime totali più bassi.
L'applicazione della cavitazione prima della saccarificazione migliora la dimensione delle parti-

celle e il tasso di conversione dell'amido-zucchero per la successiva fermentazione in etanolo. L'etanolo può quindi essere generato in modo più efficiente attraverso la fermentazione e la successiva distillazione.

14) Nell'ambito del biodiesel

Nelle bioreaffinerie, al pari che nelle raffinerie tradizionali, si trae beneficio nel cracking termico, nel cracking catalitico, nello hydrocracking. Pertanto, miscelando acqua e diesel da provenienze bio con la cavitazione controllata si ottiene il così detto "gasolio bianco".
I tempi di reazione sono ridotti a pochi secondi e, nel contempo, la cavitazione permette di trattare qualsiasi matrice, anche se di qualità inferiore, ottenendo rese estremamente lusinghiere e di miglior livello.
La produzione di biodiesel inizia facendo reagire i trigliceridi con un alcol e un catalizzatore. I prodotti di questa reazione sono principalmente biodiesel e glicerina.
Basti pensare che la glicerina legata risulta essere, nei sistemi a due stadi, inferiore allo 0,05% nel biodiesel.
Anche in questo caso la cavitazione può essere facilmente applicata sugli impianti preesistenti al fine di abbatterne i costi e espanderne la capacità produttiva oppure può essere alla base di impianti totalmente innovativi.
Esistono impianti negli Stati Uniti che si sono dotati di questa tecnologia dal 2005 e che la utilizzano con grande profitto nonostante i macchinari siano quelli delle primissime generazioni e quindi di tipologia a mono cavitazione senza implementazione di diffusione per il recupero della pressione.
Avvalendosi della cavitazione, gli impianti di produzione possono utilizzare un quantitativo maggiore di matrici da convertire e con valori estremamente più elevati di grassi liberi (FFAs). Pertanto, possono essere utilizzate come matrici di produzione oli esausti di cucina, oli esausti di processi industriali, oli di palma, sego di manzo, pollame, ecc.
Inoltre, velocizzandosi le reazioni, diminuiscono conseguentemente i quantitativi di catalizzatori da usare per completare i processi.

15) Nell'ambito delle cartiere

In questo settore i processi produttivi con tecnologia tradizionale sono continuamente esposti a rischi, quali la comparsa di difetti nella carta e di inefficienze produttive causate dalla presenza di sfilacci di polimeri o addirittura di agglomerati che si formano nelle zone a scarso flusso, particolarmente quando vengono abbinati polimeri cationici e anionici. Nei casi estremi possono anche comparire formazioni batteriche.
La cavitazione può essere la soluzione ottimale per tutte quelle esigenze di

emulsione ed omogeneizzazione degli additivi, inchiostri o cere disperse in quanto risulta ad oggi il sistema più efficace per disgregare e disperdere uniformemente nelle basi liquide i pigmenti tanto di natura organica che inorganica con densità anche superiori al 50%.
I sistemi tradizionali per la miscelazione ed il dosaggio sono caratterizzati da alti costi sia di implementazione che di conduzione che, soprattutto, di manutenzione in quanto il deposito di sedimenti su diverse parti dell'impianto costringe ad interventi continui. Anche i consumi di acqua necessaria per diluire gli altri fluidi trattati sono ingenti in quanto questa va immessa in continuazione comportando anche la problematica di far impennare i consumi energetici dovendo stabilizzare di continuo i livelli termici delle matrici.
Con la cavitazione invece si utilizza l'acqua di processo eliminando del tutto, ad eccezione dei relativi serbatoi, tutti i macchinari di pretrattamento e di filtrazione esterni. Avendo un flusso sempre costante di matrice in lavorazione e non esistendo punti morti all'interno del nostro apparato viene meno anche la possibilità di incrostazioni o di depositi di sedimenti riducendo quindi i tempi di manutenzione al minimo, garantendo una igiene perfetta, una migliore reattività delle matrici introdotte e, essendo le dimensioni dell'impianto nettamente ridotte, ogni intervento ivi comprese le variazioni di dosaggio, sarà praticamente immediato.
Con sperimentazioni condotte utilizzando cavitatori basici, è risultato che i dosaggi degli additivi sono calati di oltre il 30% mentre i ritentivi di oltre il 25% con aumenti sensibili della capacità produttiva dell'intero impianto in generale.

16) Nell'ambito delle concerie

Nelle concerie, la cavitazione viene in ausilio soprattutto nell'abbattere le elevate concentrazioni di solfuri utilizzati per la lavorazione delle pelli grezze: i tempi di processo necessari per far gorgogliare l'ossigeno nelle vasche: S + O2 in SO4

Grazie alla cavitazione l'ossigeno puro può essere agevolmente sostituito con la molto meno costosa aria atmosferica, il rapporto gas / liquido viene massimizzato ottenendo quindi una emulsione stabile che permette un più intimo contatto fra i gas ed il liquido con conseguente abbattimento dei tempi necessari per il completamento della stessa operazione, dei costi necessari nonché efficentando tutte le fasi del processo. In pochi minuti si ottengono i risultati precedentemente ottenuti in settimane.

Per ulteriori esempi rimandiamo alla consultazione del nostro sito internet:

www.ce.eco

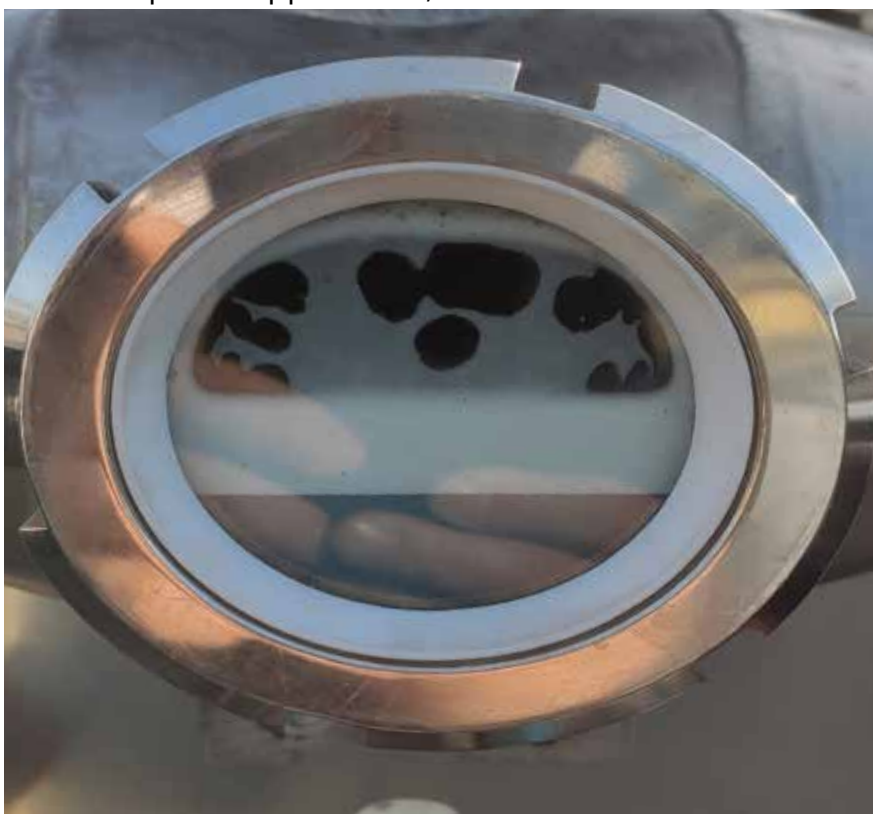
acque industriali

È ormai noto che la cavitazione permette di ottenere risultati eccellenti soprattutto se applicata in presenza di materiale organico in quanto demolendone le molecole abbatte tanto i valori del COD che del BOD. Questo accade principalmente per il fatto che il fenomeno fisico della cavitazione potenzia, moltiplicando anche esponenzialmente, processi fisico chimici del tutto naturali fra cui l'ossidazione.

Mentre le prove condotte con l'**EMPOWERING DEVICE** sui liquidi a base organica hanno restituito fin da subito dei risultati decisamente positivi, **con variazioni percentuali rispetto al tal quale talvolta anche fino a quasi 4 cifre ottenute in tempi ridottissimi**, quelle condotte con reflui industriali hanno richiesto una ponderata ed accurata messa a punto del macchinario al fine di impostare la miglior dinamica di gestione del processo e i relativi accessori da applicare per portare a compimento il processo stesso.

Tutto ciò si è reso necessario in quanto le prove sui fluidi non organici erano andate in maniera difforme dalle attese non perchè la macchina non avesse funzionato ma proprio a causa del suo perfetto funzionamento: i parametri del liquido che ci si aspettavano dovessero subire per primi l'azione dell'**EMPOWERING DEVICE**, data la loro natura inorganica, non potevano in realtà venire trattati fintanto che non fossero stati "normalizzati" altri valori quali, solo a titolo di esempio, i solidi sospesi totali.

Con le acque industriali l'**EMPOWERING DEVICE** non trova la sua miglior applicazione semplicemente in aggiunta ad un processo già esistente ma riesce ad esprimere il suo massimo quando esso stesso va a costituire la base per un nuovo, più veloce e più performante processo di lavorazione continuo. In queste applicazioni, l'**EMPOWERING DEVICE** agisce, a seconda dei casi, da flottatore e da micronizzatore delle particelle, coagulando solidi sospesi piccolissimi, facilitandone la seguente filtrazione, permettendo la chiarificazione del refluo e rendendo quindi molto più agevoli successivi trattamenti chimico-fisici. Così come può omogeneizzare al meglio reflui disomogenei, favorendo l'attacco chimico successivo tramite gli stessi reagenti usati anche per la depurazione industriale tradizionale ma consumando solo una frazione dell'energia richiesta con i sistemi tradizionali.

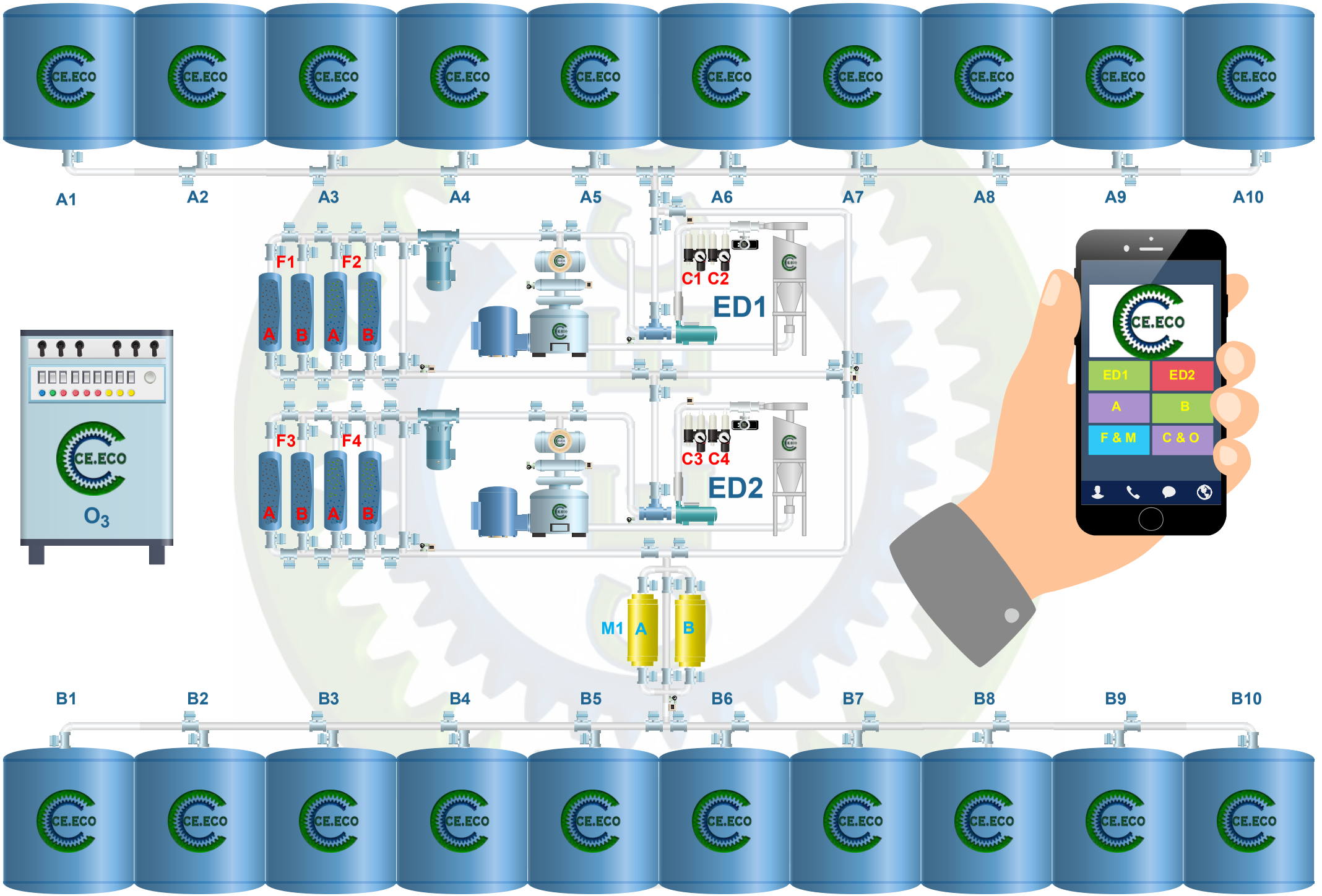


La geometria costruttiva dell'**EMPOWERING DEVICE** lo rende non solo un perfetto diffusore di pressione, abbattendone quindi i consumi energetici, ma

anche un eccellente sistema di miscelamento.
Un ulteriore efficentamento può essere assicurato dall'utilizzo di successivi **EMPOWERING DEVICE**, in quanto con 2 apparati in serie il liquido può subire un primo trattamento a bassi giri, una filtrazione, una additivazione mentre viene trattato ad un alto numero di giri nel secondo macchinario per poi essere ulteriormente filtrato ottenendo così, nella maggior parte dei casi, un flusso di lavoro senza tempi morti.
La varietà del trattamento tradizionale dei reflui industriali non organici è molto vasta, quindi l'approccio depurativo è quasi sempre da studiarsi caso per caso. Quello che accomuna tutti i trattamenti è che il consumo energetico, specie quello elettrico, è molto alto, perché gli stessi sono sottoposti a numerosi trattamenti energivori, fra i quali i maggiori sono:

- la neutralizzazione del ph;
- la separazione dei sali precipitati;
- la cristallizzazione;
- l'asciugatura dei cristalli;
- la separazione dei cristalli sovrassaturi e solidi sospesi o derivanti da reazione chimica di processi di depurazione, sovente effettuate con grosse centrifughe;
- la reazione con chemicals che portino a nuovi composti meno pericolosi ed abbassino i costi di smaltimento definitivo, quando non consentano un completo recupero del refluo;
- il recupero di solventi industriali, con impiego di colonne di ridistillazione, dalle quali però oltre il solvente ripulito, dal top, escono, solitamente dal bottom, le sostanze residue che devono essere convenientemente smaltite.

Sia nelle unità impiantistiche di neutralizzazione del pH, che in quelle di reazioni specifiche con chemical, l'**EMPOWERING DEVICE** è in grado di eliminare i grossi vasconi e di rendere continuo e fluido il processo chimico, perché rende possibile una additivazione del neutralizzante in linea. Senza i vasconi che devono essere agitati continuamente e per lungo tempo per non essere stratificati e disomogenei si eliminano anche le pompe di invio al reattore di neutralizzazione o reazione nonchè le pompe di rilancio del prodotto finito permettendo ingenti economie energetiche e compattezza di impianto.
L'impatto visivo del profilo d'impianto viene così ridotto drasticamente celandosi agli occhi degli abitanti limitrofi che tenderanno quindi a lamentarsi meno dell'esistenza dell'impianto stesso.
Conoscendo le caratteristiche di un refluo in ingresso e contenuto in un silos anche orizzontale, tramite un PLC comandabile a distanza secondo i dettami di Industria 4.0, un gioco di elettrovalvole e pompe lo condurrà attraverso uno, due, tre o successivi passaggi all'interno dei cavitatori ed appositi filtri pensati per eliminare determinati aspetti del refluo da trattare per quindi additivarlo o meno di chemicals, ozono o quant'altro serva prima di essere spedito in un silos di stoccaggio del trattato dove il refluo, ormai lavorato ed inertizzato, sarà quindi pronto per essere smaltito.
In base alle "famiglie" di provenienza dei reflui vengono create apposite ricette al fine di automatizzare il più possibile il processo.

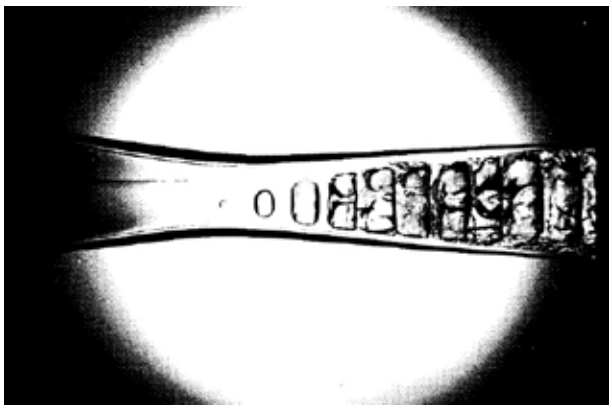

A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
A8
A9
A10
F1
F2
A
B
A
B
C1 C2
ED1
F3
F4
A
B
A
B
C3 C4
ED2
M1
A
B
O3
ED1
ED2
A
B
F & M
C & O
B1
B2
B3
B4
B5
B6
B7
B8
B9
B10

un esempio industriale

Nella pagina precedente viene raffigurato un impianto di trattamento acque sviluppato intorno ad una coppia di **EMPOWERING DEVICE**.
Le acque prodotte dallo stabilimento o portate ad un centro di trattamento equipaggiato con il nostro sistema, dopo essere state prelevate dai silos di stoccaggio (**A1-A10**) subiscono un primo trattamento di cavitazione (**ED1**) con addizione o meno di chemicals (**C1-C2**) ed ozono (O_3).
Successivamente il fluido, rilanciato se necessario con una pompa, può essere o filtrato (**F1-F2**) o, attraverso un bypass, continuare il suo corso.
Ogni filtro potrà essere duplicato in parallelo (**A-B**) in maniera tale che qualora i sensori dovessero constatare una diminuzione dell'efficenza, immediatamente il personale verrà avvertito per intervenire sulla cartuccia da far rigenerare o da sostituire.
In base alle esigenze il fluido potrà subire una successiva cavitazione nel secondo **EMPOWERING DEVICE** (**ED2**) che sarà equipaggiato esattamente come il primo: pompe per chemicals (**C3-C4**), ozono (O_3), filtri (**F3-F4**) duplicati in parallelo (**A-B**), bypass e pompa di rilancio.
Analogamente per quanto accade in uscita dal primo **EMPOWERING DEVICE** il fluido può a questo punto essere mandato indietro al primo o al secondo cavitatore per subire ulteriori trattamenti oppure, se ormai considerato purificato essere inviato, direttamente o mediante membrane osmotiche (**M1**) duplicate in parallelo (**A-B**), verso i silos di stoccaggio definitivo (**B1-B10**). Anche con le membrane qualora i sensori dovessero constatare una diminuzione dell'efficenza, immediatamente il personale verrà avvertito per intervenire sulla cartuccia da far rigenerare o da sostituire.
Dai silos di stoccaggio definitivo, previa analisi a campione, seguendo le disposizioni ed i limiti di legge le acque verranno o scaricate in fognatura o in un fosso o, addirittura, riutilizzate per innaffiare i campi circostanti.

ESEMPIO: neutralizzazione di un acido cloridrico sporco. Si parte da un pH 1-1,5. Si additiva quindi Soda caustica per portare il pH a 7 e poter smaltire il sistema finale, dove si genera sale (Cloruro di sodio) e acqua. Con l'**EMPOWERING DEVICE** evitiamo il vascone agitato dell'HCl sporco e l'invio al reattore perché il cavitatore lo può prelevare direttamente dalle cisterne. Lo sporco si diffonde immediatamente in tutta la massa per merito della cavitazione controllata, nello stesso cavitatore si additiva in linea la NaOH necessaria; il refluo neutralizzato ed omogeneizzato dall'**EMPOWERING DEVICE** può passare direttamente alle membrane desalinizzatrici autopulenti, anche esse favorite dalla cavitazione a monte in quanto un refluo cavitato riesce a passare le membrane con minore resistenza ed impiegando quindi minore energia.
Lo stesso avviene per le centrifughe di separazione dei Sali sovrassaturi, o dei componenti solidi risultanti dai processi di depurazione tramite reazioni energivore: sono tutti integralmente rimpiazzabili con l'**EMPOWERING DEVICE** dotata di membrane e/o filtri.

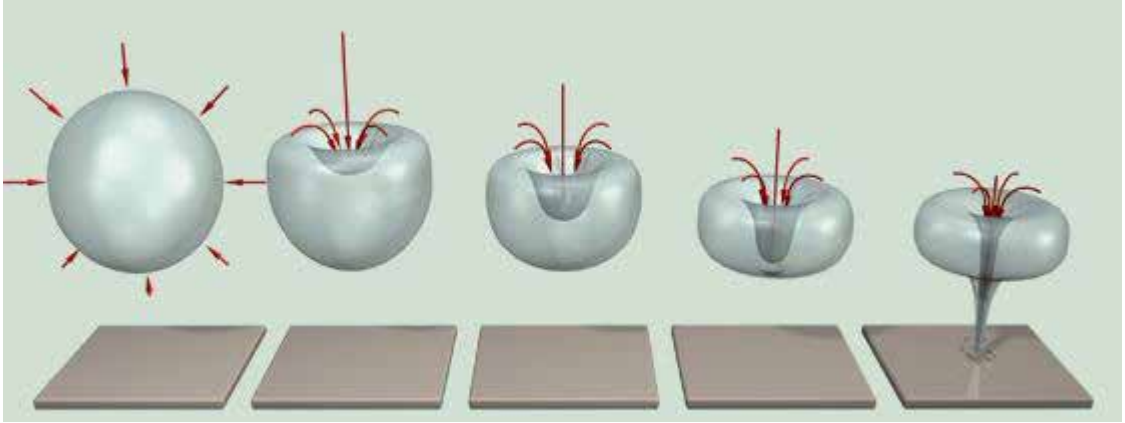
cavitazione non controllata

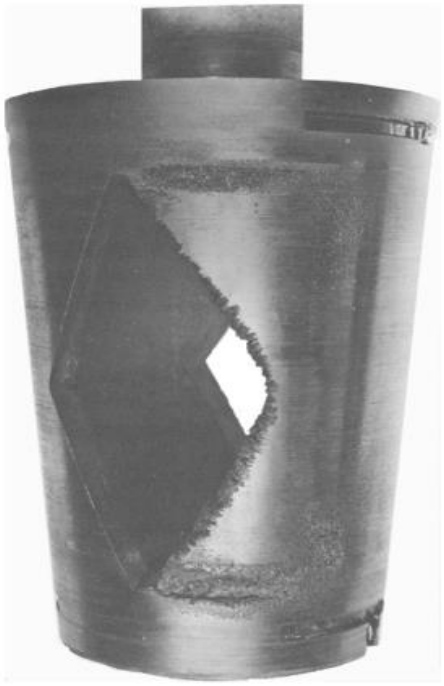


Se nel liquido la pressione assoluta diventa uguale o inferiore alla pressione di vapore del liquido ad una certa temperatura, in pochi microsecondi, si formano delle microscopiche bolle di vapore.
Questo in quanto i liquidi normalmente trasportano aria disciolta in essi e quando si genera un abbassamento della pressione fino al valore della tensione di vapore, si ha la liberazione dell'aria disciolta nel liquido e quindi la vaporizzazione del liquido stesso. Le bolle di vapore vengono poi trascinate dalla corrente e quando arrivano in zone con pressione più elevata della tensione di vapore, allora si verifica il collasso stesso delle bolle.
La fase di collasso ed implosione libera una quantità di energia che, se non controllata, può provocare:

- ***un peggioramento dell'efficienza dell'apparato idraulico di almeno il 3%, dovuto alle turbolenze provocate dalla cavitazione.***
- ***un'eccessiva vibrazione dell'apparato idraulico che causa rumore.***
- ***Il forte deterioramento delle componenti interne dell'apparato idraulico, dovuta al collasso delle bolle vicino alla parete di una componente. In questo caso si genera un microgetto liquido (impinging jet) che erode la superficie solida e forma quelli che vengono chiamati pits erosivi. L'area dove si verifica più frequentemente tale fenomeno è all'uscita della girante, perché in tale tratto si verifica una depressurizzazione temporanea del liquido, seguita da un successivo aumento di pressione.***

Il grado di erosione è influenzato da diversi fattori, sia legati all'idrodinamica del sistema, sia al comportamento resistenziale dei diversi materiali.
Gli effetti della condensazione che si registrano sui materiali sono principalmente legati alla durezza superficiale, alla capacità di incrudimento e alla dimensione dei grani.
Il meccanismo di erosione da cavitazione risulta essere molto complesso. In letteratura, infatti,





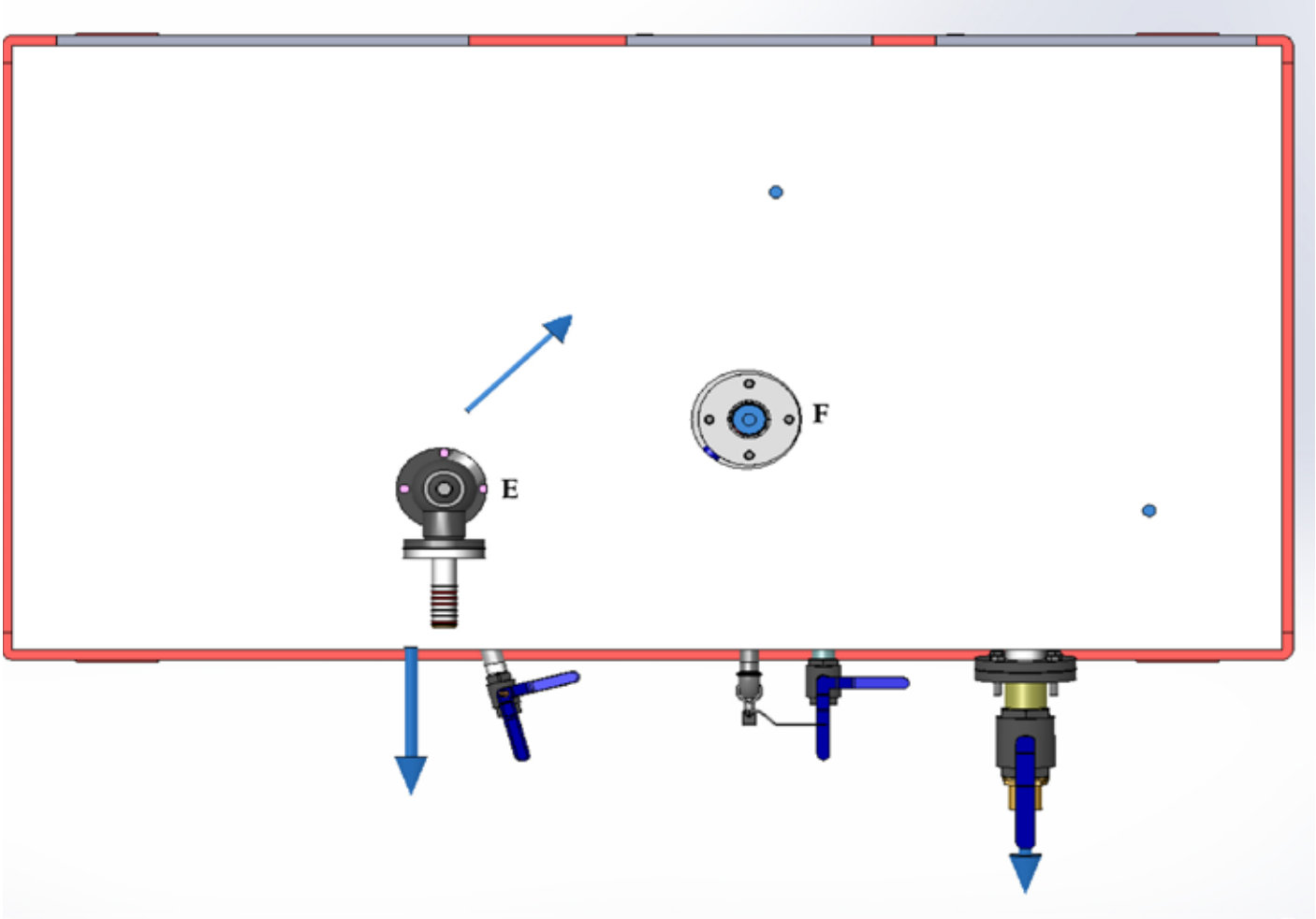
è possibile trovare diverse teorie sulle cause di tale processo.
Una prima teoria sull'evoluzione del processo erosivo prevede che, quando la singola bolla imploda in una regione di fluido lontana dalle pareti, il suo collasso avvenga simmetricamente. Il fluido circostante tende ad occupare velocemente le regioni lasciate libere dal collasso della bolla. Tale movimento di fluido induce un'onda di pressione di elevata intensità che si trasmette velocemente attraverso il liquido circostante. L'elevata energia che viene trasmessa alle pareti circostanti può portare all'erosione del materiale per sollecitazione a fatica.
Secondo un'altra ipotesi, invece, quando la bolla si trova in prossimità della parete il collasso della bolla avviene asimmetricamente. La maggior velocità di condensazione del lato opposto alla parete induce la formazione di un getto liquido ad alta velocità che fessura la bolla di vapore ed urta contro la parete stessa. L'energia trasmessa in seguito a tale urto può, nel tempo, portare all'erosione del materiale per sollecitazione a fatica.
Il collasso di una bolla di vapore funge da innesco per il collasso di altre bolle.
In molti dispositivi si osserva che i danni da cavitazione si verificano in aree molto localizzate ad esempio in una girante della pompa. Spesso questo è il risultato del collasso periodico di una nuvola di bolle di cavitazione.
In quasi tutti questi casi il collasso coerente della nube può causare rumore molto più intenso e più soggetto a danni rispetto a un flusso non periodico simile. In tal modo il danno è più grave sulla superficie solida vicina alla posizione dell'esplosione della nube.
La questione se i danni da cavitazione siano causati da microgetti o da onde d'urto o da entrambi è stata discussa per molti anni. Ma anche dopo la rottura causata dal micro getto ci si ritrova con una nuvola di piccole bolle residue che continueranno a collassare collettivamente. Anche se non è più una singola bolla questa nube residua avrà ancora lo stesso comportamento dinamico qualitativo come la possibile produzione di una onda d'urto.

ISOLATE BEFORE REMOVING COVER

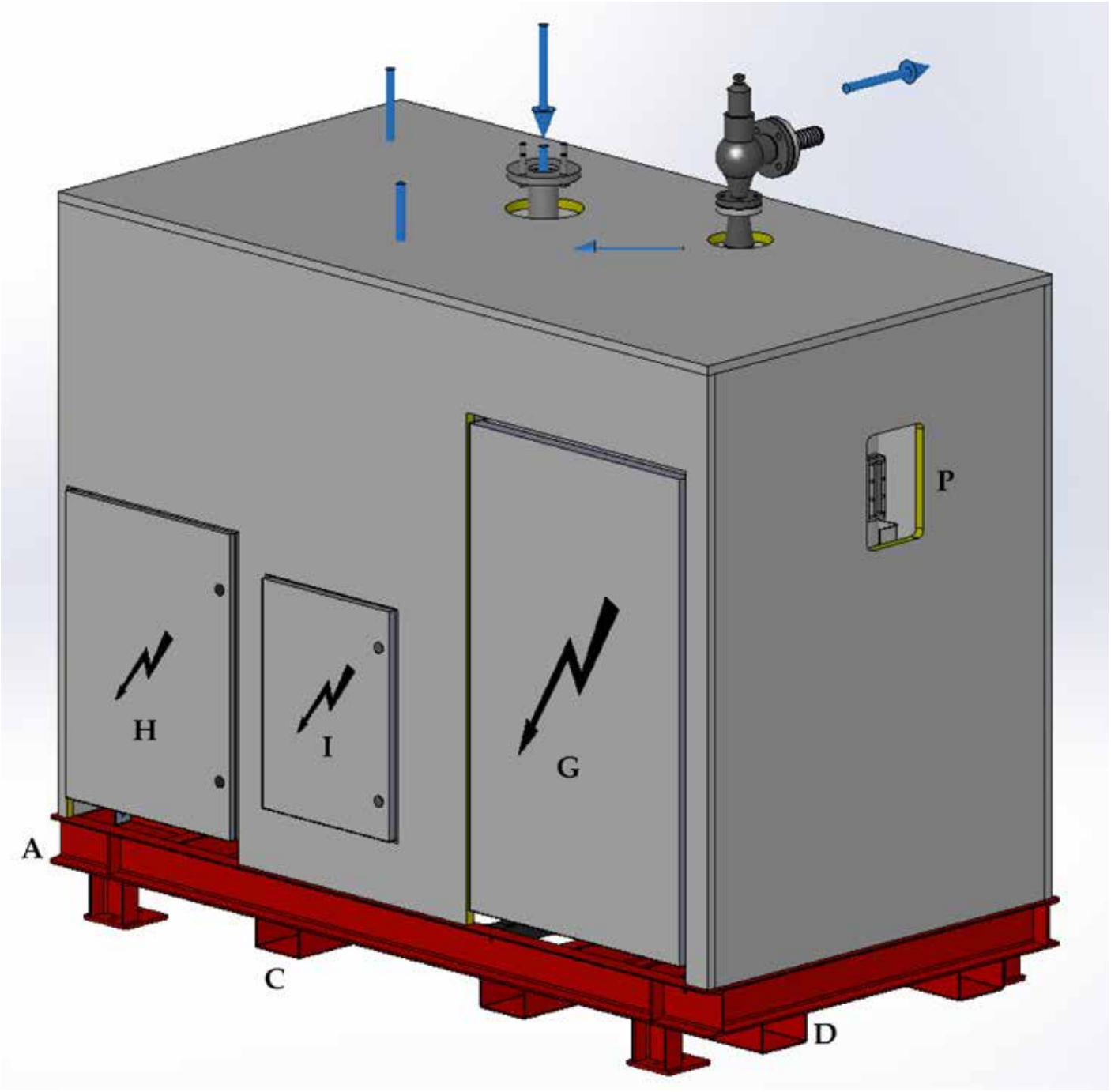
come è costruito

L'**EMPOWERING DEVICE STANDARD** si presenta esternamente come un parallelepipedo alto 240 cm, con un lato lungo di 235 cm ed un lato corto di 126 cm.
Il basamento metallico (**A**) è alto 24 cm e, grazie a un doppio sistema di guide meccaniche sovrapposte ed incrociate (**C** & **D**) al di sotto del macchinario, permette un agevole movimentazione del macchinario tramite carrello elevatore senza correre rischi di danneggiamenti accidentali delle componenti inferiori. Sul basamento sono anche ospitate le ventole di immissione dell'aria (**U**, **V** & **W**).
Sulla sommità sporgono la valvola di sicurezza (**E**) e la flangia di ingresso (**F**).

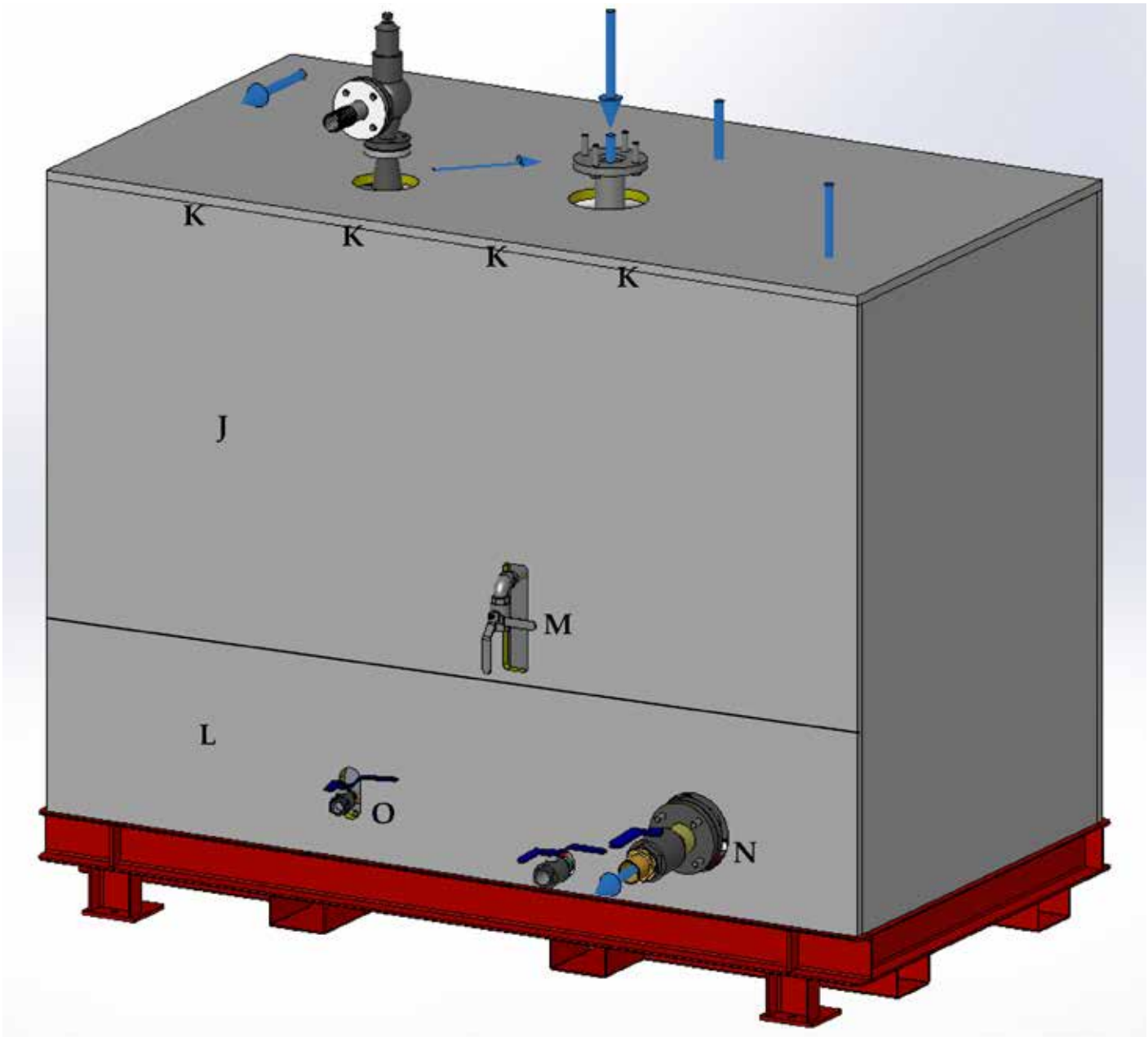
Sul primo lato lungo si aprono 2 sportelli: il quadro elettrico (**G**) ed il vano che ospita gli ozonizzatori e l'insufflatore (**H**); opzionalmente vi può essere il vano che ospita i tank per i chemicals (**I**) ed un secondo quadro elettrico dedicato agli inverter (**B**).



Il pannello del secondo lato lungo è diviso a metà. La parte superiore (**J**) è apribile verso l'alto grazie ad alcune cerniere (**K**) mentre quella inferiore (**L**) è occupata da 3 connessioni idrauliche:

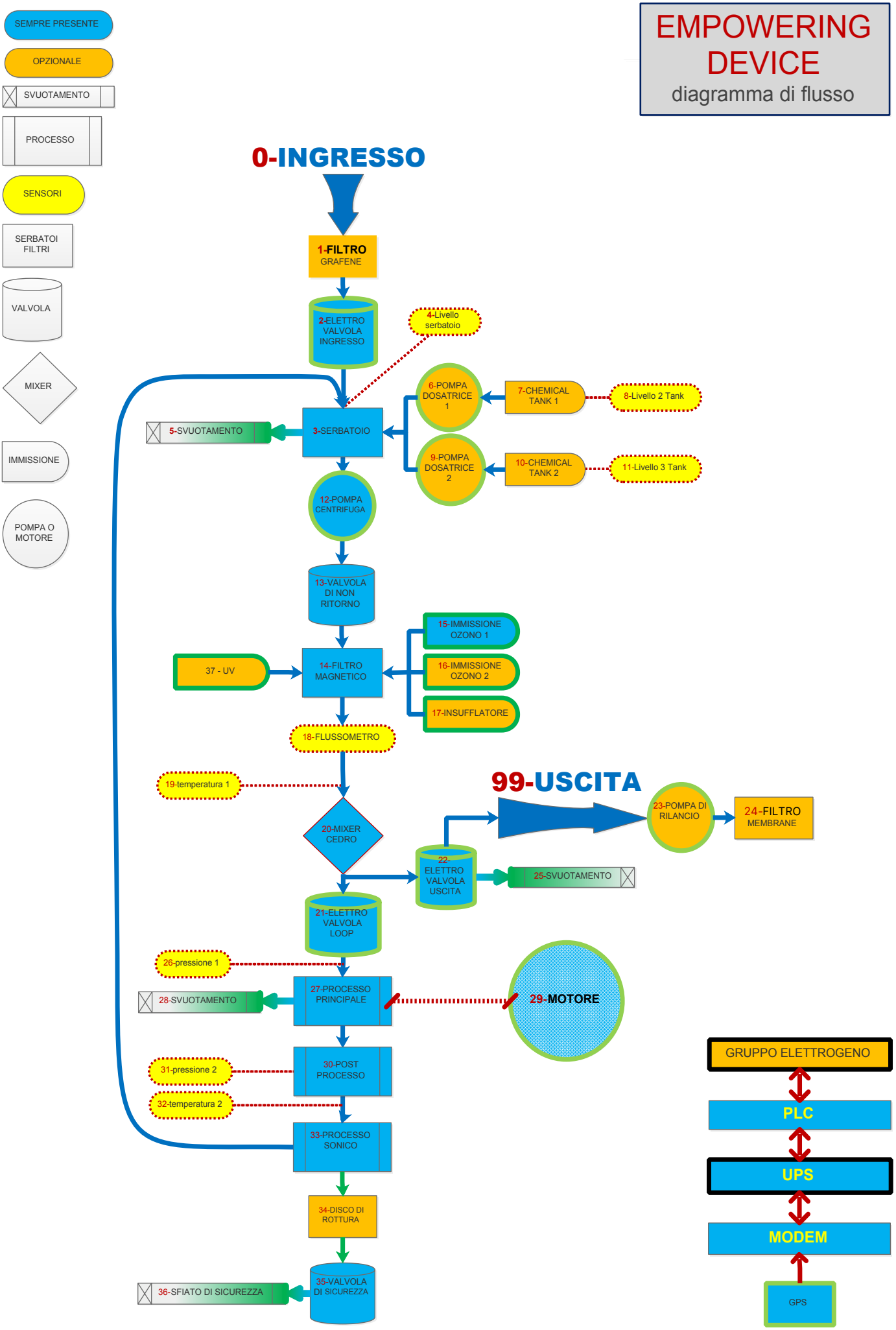


un rubinetto per prelievi diretti dal serbatoio (**M**), una flangia di uscita dal loop di trattamento (**N**), opzionalmente equipaggiata con un rubinetto manuale, ed un rubinetto di svuotamento (**O**) del refluo residuale rimasto all'interno del corpo della macchina. L'apertura permette una agevole ispezione e manutenzione ordinaria, ad esempio il refill del grasso dei cuscinetti.
Sul primo lato corto si apre uno sportello (**P**) contenente il liquido per le tenute.
Il secondo lato corto è dedicato integralmente alla targa identificativa del macchinario (**Q**).



Sui lati esterni sono presenti 3 griglie di areazione (**R**, **S** & **T**) che permettono la fuoriuscita dell'aria.
Il cofano è realizzato esternamente in polietilene ad alta densità mentre internamente è integralmente rivestito da materiale ignifugo e fono assorbente.
Il cofano, rivestito da questo materiale ignifugo, unito alla presenza di valvole e motori di categoria ATEX permette di poter classificare l'intero macchinario all'interno di questa categoria.
Sostituendo il serbatoio interno con uno di forma tondeggiante si ottiene di poter spingere l'intero macchinario fino a 16 BAR previa certificazione PED.

EMPOWERING DEVICE
diagramma di flusso

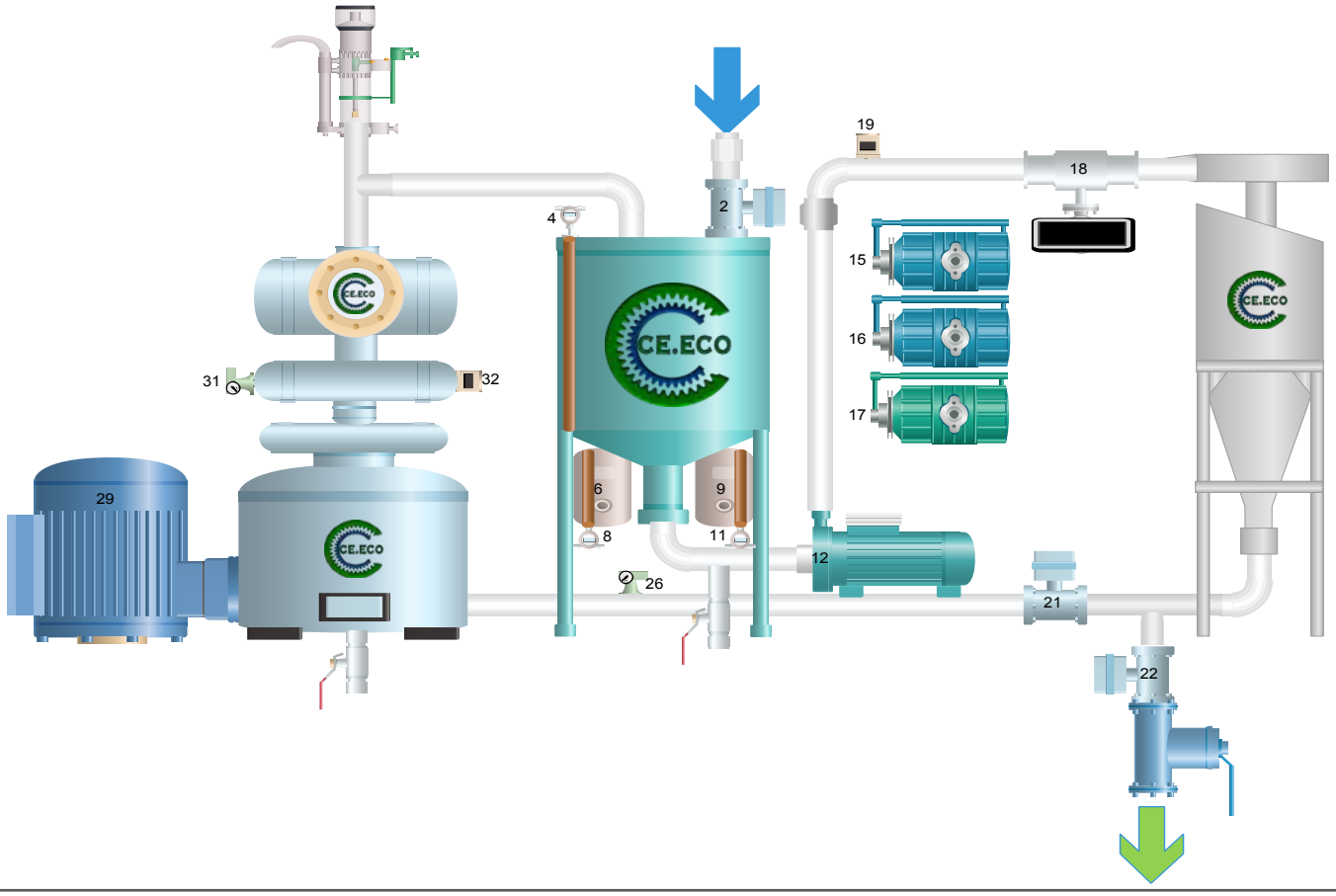


esempio di processo

Esempio di un trattamento per un liquido organico utilizzando un modello **EMPOWERING DEVICE TEST**, modello usato per sperimentare in stand alone le matrici degli utenti.
Molti dei processi da noi messi a punto sono però in linea: il macchinario non esegue cicli di lavorazione ma il liquido entra ed esce senza stazionare subendo i trattamenti uno di seguito all'altro. In alcuni casi abbiamo previsto la presenza di più cavitatori uno di seguito all'altro per massimizzare il quantitativo del liquido trattato con il minor impiego di energia elettrica.
Il fluido da trattare viene immesso nel macchinario mediante un'apertura flangiata posta sulla sommità (**0**). Un filtro al grafene può essere opzionalmente posizionato immediatamente prima dell'apertura flangiata (**1**).
Superata l'elettrovalvola (2) che è posta immediatamente a ridosso della flangia di ingresso, una cannula guida il fluido verso la base del serbatoio (**3**) in maniera tale che il riempimento dello stesso avvenga dal basso verso l'alto, sfruttando il principio dei vasi comunicanti, evitando così la formazione di fastidiose turbolenze che possano imprigionare bolle d'aria.
L'elettrovalvola di ingresso si serra automaticamente al raggiungimento di un preimpostato livello (4) di riempimento del serbatoio oppure su comando manuale dell'utente ovvero del determinato programma di lavorazione automatico selezionato.
Alla base del serbatoio è posizionato un rubinetto manuale (**5**), accessibile dall'esterno, da usarsi per il prelievo di campioni e per favorire lo svuotamento completo.
Opzionalmente, accanto al serbatoio possono essere installati fino a due tank per chemicals, ovvero uno di dimensioni doppie, riempibili dall'esterno dotati di livello e pompa dosatrice (6-**7**-8 **&** 9-**10**-11).
Sulla base del serbatoio, in posizione centrale, una tubazione rettilinea conduce alla pompa centrifuga (12), e, subito dopo, supera la valvola di non ritorno (**13**).
La pompa rilancia il fluido verso il mixer chiamato anche **CEDRO** (**20**). Nel piping fra il mixer e la pompa sono collocati il filtro magnetico (**14**), il flussometro (18), il primo sensore della temperatura (19) nonché le cannule di immissione dell'ozonizzatore (15) di serie, del secondo ozonizzatore (16) opzionale e di un eventuale insufflatore (17).
All'uscita del mixer il fluido può o proseguire il loop oltrepassando una apposita elettrovalvola (21) oppure uscire (**99**) dal macchinario oltrepassando una ulteriore elettrovalvola (22) oltre la quale possono essere collocate, opzionalmente, una o più pompe di rilancio (23) e filtri a membrane (**24**). L'uscita, trovandosi nel punto più basso, viene utilizzata anche per svuotare il macchinario (**25**) qualora occorresse procedere alla sua pulizia.
Oltre la valvola che immette nel loop, dopo il controllo della pressione (26), il fluido entra all'interno del processo principale (**27**), completamente svuotabile mediante un apposito rubinetto (**28**) manuale accessibile dall'esterno, su cui è innestato anche il motore (29) del macchinario.
All'uscita, il fluido passa nel post processo (**30**) dove vengono monitorate tanto la temperatura (32) che la pressione (31) e da lì nel processo sonico (**33**) dove il fluido subisce gli ultimi trattamenti, osservabili mediante un oblò in vetro, per tornare quindi al serbatoio.
Esattamente come avveniva all'ingresso del liquido, una cannula guida il fluido verso la base del serbatoio in maniera tale che il riempimento dello stesso avvenga dal basso verso l'alto, sfruttando il principio dei vasi comunicanti, evitando così la formazione di fastidiose turbolenze che possano imprigionare bolle d'aria.

In caso di pressioni troppo elevate entrerà in funzione la valvola di sicurezza (**35**) ed un opzionale disco di rottura (**34**) che convoglieranno il fluido in eccesso all'esterno mediante uno sfiato di sicurezza (**36**).
Un sistema di ventole aspira l'aria da sotto il macchinario per espellerla dai lati dello stesso: i circa 800 metri cubi di aria all'ora movimentata garantiscono un corretto ricambio nonché l'abbattimento della temperatura nei circa 5 metri cubi di spazio contenuti all'interno del cofano protettivo.
Un opzionale set di lampada UV è posizionato prima del cedro (**37**).

L'**EMPOWERING DEVICE** è controllato da un PLC connesso ad un webserver ed interfacciato ad un CLOUD mediante un modem GSM, rete cablata o WI-FI o, opzionalmente, connessione satellitare. Un GPS permetterà permetterà di geolocalizzare l'apparato ovunque nel mondo. Opzionalmente, specialmente indicato e consigliato per i modelli trasportabili, è previsto l'utilizzo di un gruppo elettrogeno.



rumorosità

L'**EMPOWERING DEVICE** per poter essere ospitato in un ambiente di lavoro è dotato di un rivestimento interno fono assorbente ed ignifugo. Anche i quadri elettrici sono isolati dal macchinario vero e proprio da questi pannelli.

La versione da noi utilizzata, sebbene di derivazione da ambiti "musicali" si presta bene al settore industriale per l'attenuazione del rumore all'interno di cabine per gruppi elettrogeni, vani motore e impianti di vario genere, dove si deve ottenere una riduzione del rumore contenendo lo spessore.
I prodotti realizzati in D30 Ignfugo garantiscono risultati e prestazioni più elevate poichè sono realizzati con schiuma più densa e microporosa. Il rapporto tra spessore e densità del materiale è discriminante per il risultato che si vuole ottenere, dalla semplice correzione acustica interna al contributo verso l'isolamento esterno. Il materiale è completamente atossico, inattaccabile da funghi e batteri e rispetta i requisiti di classificazione di reazione al fuoco ed omologazione ai fini della prevenzione antincendio.
Il poliuretano espanso a cellule aperte è il materiale più utilizzato nel campo della correzione acustica poichè offre ottimi livelli di assorbimento ad ampio spettro di frequenze, è flessibile ed elastico, si presta a qualsiasi lavorazione, innocuo per la salute, durevole nel tempo e con buone proprietà di resistenza al fuoco (nella versione autoestinguente).
Il poliuretano espanso viene realizzato per mezzo di una reazione chimica tra molecole di di-isocianati e polioli per mezzo di opportuni catalizzatori, e possono essere quindi a base polietere o poliestere; vengono espansi in blocchi di grandissime dimensioni e successivamente vengono lavorati in pannelli, lastre piane, sagomati, ecc... Il risultato è un prodotto molto EFFICACE, VERSATILE e LEGGERO, facile da applicare in qualsiasi contesto offrendo un ottimo rapporto qualità-prezzo.

Tipologia: pannelli fonoassorbenti bugnato
Composizione: poliuretano espanso a cellule aperte
Coefficiente di assorbimento acustico: $\alpha \geq 0,5$ a 1000Hz
Spessore: 5cm (2+3)
Densità: D30 Ignifugo 30 kg /m³

WWW.CE.ECO

Chemical Empowering © 2018-2025

Via La Louviere 4, 06034 Foligno (PG) — Italy — IVA: IT11188490962