

# **Il moto perpetuo energetico è possibile nelle versioni fisse e mobili.**

**Di Luigi Antonio Pezone**

Il moto perpetuo energetico è possibile. Non è dove è stato cercato, ma dove consumiamo il massimo dell'energia per vincere la forza gravitazionale.

## **Riassunto**

Questa pubblicazione e i depositi di brevetto che l'hanno preceduta, scaturiscono da una semplice riflessione: "Se è possibile lo sfruttamento del battente idrostatico per risparmiare energia pompando le acque verso l'alto per vincere la forza di gravità, è anche possibile trasformare il battente idrostatico in energia con l'aiuto della pressione atmosferica, non sollevando, ma spingendo le acque statiche verso il basso, previa intubazione delle stesse". Applicando sinergicamente l'equazione di continuità di Bernoulli, il principio di Pascal sulla trasmissione della pressione in circuiti idraulici che utilizzano contemporaneamente elettropompe e turbine, si può produrre il massimo dell'energia nella fase discendente delle acque e consumare il minimo di energia nella fase di sollevamento, realizzando impianti aperti in cui l'altezza geodetica in aspirazione e mandata coincida (vaso aperto). Oppure, impianti chiusi pressurizzati, dove le altezze piezometriche in aspirazione e mandata coincidano (vaso chiuso). Oppure, impianti chiusi pressurizzati, dove le altezze piezometriche in aspirazione e mandata coincidano (vaso chiuso). Nel primo caso, possiamo realizzare impianti fissi che producono energia persino mentre solleviamo e distribuiamo le acque potabili, industriali, agricole, depurative e protettive contro gli allagamenti, che allo stato dell'arte, sono le opere che comportano, il maggiore assorbimento energetico del pianeta. Nel secondo caso, invece, possiamo realizzare impianti idroelettrici mobili, con serbatoi di acqua pressurizzati con aria compressa che, per mezzo di un circuito parzialmente aperto, nella fase di discesa dell'acqua, per mezzo di una pompa usata come turbina, produce energia, scaricando l'acqua in un piccolo serbatoio di disconnessione, e una pompa con doppia alimentazione che la inserisce in un circuito parzialmente chiuso nella fase di ritorno al serbatoio. Sia negli impianti energetici in vaso aperto che in quelli ibridi mobili si utilizzano elettropompe speciali con bassa prevalenza ma con doppia alimentazione sul lato aspirante e dispositivi antivortice e antiritorno che consentono l'inserimento e la miscelazione dell'acqua da sollevare nel circuito di riciclo, dotato di maggiore pressione idrostatica. In questi circuiti, fissi e mobili, le acque non sono sollevate dalle pompe ma dalle pressioni idrostatiche, naturali o artificiali. Il circuito mobile, essendo a volume di acqua costante, il cuscino d'aria compressa non si espande. Esercita sempre la stessa pressione, come la pressione atmosferica agisce su quelli in vaso aperto. Per i bassi costi impiantistici delle versioni fisse e mobili e l'alto rendimento energetico, che non richiede combustibili fossili o biologici, nemmeno energie ingombranti e di basso rendimento, come il solare e l'eolico, si può finalmente parlare di qualcosa che assomiglia al moto perpetuo, senza contro indicazioni nucleari, anche se c'è l'inevitabile consumo delle macchine e dei materiali. Ma il moto perpetuo non ha mai promesso la moltiplicazione (per dieci o per cento e oltre) dell'energia spesa per far girare la pompa. Come avviene in questi impianti, fissi e mobili.

## **Descrizione**

Lo stato dell'arte nello sfruttamento delle risorse idriche terrestri e della produzione di energia idroelettrica è stato condizionato dall'assenza di sinergie tra le pompe e le turbine idrauliche e dall'errato approccio con la forza gravitazionale, che non deve essere vinta dai sollevamenti

idraulici ma assecondata, con circolazione d'acqua a senso unico in serbatoi aperti, che fungono anche da disconnettori idraulici. Con la tripla sinergia tra le pompe, le turbine e il riciclo dell'acqua in vaso aperto, applicando principi idraulici noti da secoli, come il principio dei vasi comunicanti, le leggi di Bernoulli e Pascal, ponendo, strategicamente, le elettropompe con doppia alimentazione (che non esistono ma manca soltanto una bocca) tra un alto battente idraulico positivo e le turbine, dimensionate per lo sfruttamento dello stesso carico idraulico, le pompe, lavorando con un carico equilibrato, con un piccolo consumo di energia, vincono lo stato d'inerzia, consentendo la trasformazione dell'energia di posizione delle acque superficiali in una colonna d'acqua intubata sopra la pompa e le turbine, in energia cinetica. Pertanto le turbine producono energia anche da acque stagnanti, senza il classico salto idraulico. Ma con le pompe a doppia alimentazione, abbiamo la possibilità di sostituire nel circuito di riciclo quasi il 50% della portata nominale della pompa con acqua prelevata da un bacino posto a un livello idrostatico inferiore, senza che la produzione energetica ne risenta, se non per un piccolo abbassamento del rendimento. In questo modo possiamo produrre energia perfino sollevando le acque. Se miniaturizziamo il tutto, sostituendo il vaso aperto con un serbatoio di acqua pressurizzato con aria compressa; usiamo una pompa multicellulare come turbina, la inseriamo in un piccolo serbatoio di disconnessione **alla pressione atmosferica** e usiamo una pompa con doppia alimentazione per riciclare contemporaneamente l'acqua che esce dalla turbina e una parte dell'acqua contenuta nel serbatoio pressurizzato, alimentando la pompa nella fase iniziale con un gruppo di continuità trifase, successivamente, gestendo il flusso di acqua con valvole di controllo e la velocità della pompa con inverter, possiamo realizzare generatori di energia perpetui mobili che sostituiranno, **dopo adeguate sperimentazioni**, i motori termici di qualsiasi dimensione e potenza, senza consumi di combustibili, nemmeno di acqua, ma soltanto di una piccola percentuale dei gas contenuti nella miscela di aria compressa, che si dissolvono nell'acqua.

Ovviamente, il sistema con serbatoio pressurizzato può produrre energia soltanto con **meno del 50%** della portata (quella che si disconnette dal circuito chiuso). In compenso, il circuito si può pressurizzare con aria compressa, presa dall'atmosfera, fino a 35 bar. Non uscendo dal circuito pressurizzato né aria, né acqua, ma soltanto energia, possiamo parlare di realizzare generatori di energia perpetui mobili, i quali potranno sostituiranno i motori termici di qualsiasi dimensione e potenza, senza consumi di combustibili. Mentre gli impianti idroelettrici con riciclo di acqua in vaso aperto, nel quale l'intera portata produce energia, si possono considerare generatori perpetui di energia in versione fissa. Questi non hanno bisogno di disconnettere una parte della portata durante il percorso di riciclo per produrre

energia, poiché i serbatoi aperti, fungono contemporaneamente da alimentatori, disconnettori idraulici da accumulatori e da distributori idrici. L'impianto capostipite che ha ispirato questo nuovo modo di produrre energia, centinaia di volte più pulito ed economico del metano è l'idroelettrico sommerso brevettato in Italia il 06/10/2014 con il numero di deposito CE2014A000012. Questo modo di produrre energia, non è altro che un riciclo di acqua in un vaso aperto di dimensioni infinite. L'idroelettrico sommerso, non ancora realizzato, non solo produrrebbe energia all'infinito sfruttando l'energia di posizione delle acque superficiali ma porterebbe anche l'ossigeno delle acque superficiali nei fondali inquinati, e migliorando l'ossigenazione e produrrebbe anche delle correnti di risalita dei nutrienti sedimentati che aumenterebbero l'attuale produzione ittica. Ma a quasi un anno dalla propria invenzione, l'inventore ha raccolto soltanto silenzi su questa importantissima invenzione, che ha già generato da parte dello stesso inventore queste nuove e importanti invenzioni che dimostrano quale è la strada da seguire in futuro per l'ambiente e l'energia, mentre l'attuale classe dirigente mondiale vuole continuare a produrre energia fossile che non vuole depurare con i sistemi globali, i quali anche attraverso la produzione di energia fossile azzererebbero le emissioni di CO<sub>2</sub> e produrrebbero acque alcaline per combattere l'acidificazione (sistema GSPDPTC global synergy plants for depuration, biomass production and thermoelectric cogeneration). Tacere anche sull'energia prodotta con acqua e aria sarebbe il colmo, poiché non potrebbero farlo secondo principi economici, non essendo mai stata concepita un'energia così economica. Chi deve intervenire è la scienza, che si concentra sull'approfondimento dei problemi dal punto di vista della ricerca pura e tace sulle soluzioni sinergiche depurative ed energetiche. Continuando a tacere, la scienza si schiera dalla parte di chi continua ad approfondire sistemi depurativi ed energetici superati, che pur avendo sviluppato alte tecnologie non possono combattere efficientemente né l'inquinamento né produrre energia sostenibile. Queste sono le ragioni per le quali sprechiamo energie in impianti depurativi e di sollevamento acque, che invece, riprogettati, diventerebbero produttori di energia. Nessuno ha messo in dubbio con criteri scientifici che l'idroelettrico sommerso funzioni. Ma tutti hanno taciuto. Se funziona, funzionerà anche l'energia perpetua fissa e mobile, perché i principi sui quali si basa la circolazione dell'acqua sono identici. L'inventore non promette miracoli, se riusciremo a evitare il consumo di combustibili, la normale usura delle macchine non si potrà evitare. Il moto perpetuo degli uomini ha dei limiti che non si possono superare.

**L'energia termica nel mondo ha preso il sopravvento** perché la combustione ha dato l'impressione di essere più potente dell'energia idrica e della pressione atmosferica perché

nel mondo è stato sbagliato l'approccio nello sfruttamento delle risorse idriche marine e terrestri. Non è stata realizzata nessuna sinergia tra le pompe e le turbine idrauliche, che lavorano in modo opposto in impianti diversi. Le pompe consumano energia per sollevare le acque, mentre le turbine producono energia sfruttando l'acqua che cade dall'alto. Concettualmente, non sono sbagliate, né le pompe, né le turbine, ma sono sbagliati gli impianti energetici idroelettrici e gli impianti di sollevamento delle acque, poiché le pompe e le turbine devono stare insieme. Sono rari i casi in cui si può sfruttare l'energia dell'acqua per caduta senza realizzare grandi opere idrauliche pericolose per l'ambiente e insostenibili economicamente, quando con l'abbinamento delle pompe e le turbine consente di produrre energia idroelettrica a bassissimo costo anche in un condominio. Ma le pompe devono essere modificate, affinché la forza gravitazionale negli impianti fissi venga utilizzata a senso unico, producendo energia nella discesa per gravità delle acque ma evitando le spese energetiche dei sollevamenti. Questo è possibile affiancando sempre agli impianti idroelettrici, il riciclo dell'acqua in vaso aperto, per mezzo di pompe con doppia alimentazione sul lato aspirante, che consentono di inserire nel circuito di riciclo le acque da sollevare e pertanto di alimentare le turbine con acqua riciclata, non sollevata. In questo modo si aggira la pressione atmosferica e idrostatica che per vincerle comportano le maggiori spese energetiche del mondo, considerando il grande numero di grandi e piccoli impianti presenti e necessari nel mondo. Soprattutto, considerando che con la politica energetica e depurativa attuale le acque del mare si alzeranno. Con gli impianti che propongo, tutte le pompe impiegate negli impianti pubblici energetici e per la distribuzione delle acque, con semplici e doppia alimentazione, saranno montate con la mandata verso il basso: sfrutteranno meglio il battente idrostatico, il principio dei vasi comunicanti, e la legge di Pascal sulla trasmissione della pressione idraulica per vincere le perdite di carico dei circuiti, produrre energia riciclando e perfino sollevando le acque da distribuire alle utenze e quelle per difendere i paesi bassi e città sul mare .

Lo spartiacque per la progettazione idraulica e idroelettrica alternativa è stata l'invenzione degli impianti idroelettrici sommersi, da parte del sottoscritto, che sono impianti intubati verticali sommersi nell'acqua, non ancora realizzati, i quali ancora non hanno trovato interlocutori industriali, scientifici e politici che li abbiano compresi, poiché, anche i mezzi di comunicazione sono poco accessibili a un pensionato, che basa le proprie invenzioni sulla propria esperienza di tecnico progettista d'impianti e sull'osservazione delle carenze degli impianti attuali, i quali per una ragione o per un'altra, sono tutti incompleti, non essendo mai realizzati attraverso le sinergie tra tecnologie e principi scientifici diversi. Questo è dovuto,

soprattutto, alle specializzazioni a senso unico dei progettisti, delle aziende, e ai capitolati di appalto degli enti pubblici che copiano all'infinito gli impianti esistenti migliorando le tecnologie ma senza mettere in discussione i principi basilari, nati quando non esistevano molte conoscenze tecniche per sviluppare energie alternative.

Oggi, dopo qualche centinaio di anni di perfezionamenti e ricerche energetiche, l'energia termica fissa e mobile è ancora predominante perché il nucleare è fallito, l'idrogeno non è mai nato. Anche l'approccio alle nuove energie, per il sottoscritto, è stato sbagliato, perché si è concentrato su tecnologie ingombranti, costose e con bassi rendimenti, mentre l'energia idroelettrica con diverse soluzioni può essere applicata in impianti fissi e mobili. Ma nessuno ha studiato in questa direzione. Dai semplici calcoli del sottoscritto, è centinaia di volte più economica del carbone e del gas. Non deve essere estratta da sottosuolo, non deve essere raffinata e trasportata. L'energia idroelettrica con riciclo di acqua in vaso aperto e chiuso nasce da un approfondimento degli impianti idroelettrici sommersi, nei quali sono inserite in serie una pompa sommergibile capovolta, che pompa verso il basso, e una turbina. Idraulicamente si comportano come impianti sotto battente con riciclo in vaso aperto di dimensioni assimilabile all'infinito. In questi semplici impianti, il battente idrostatico, misurato in metri di colonna d'acqua è scelto dopo avere accuratamente calcolato le perdite di carico nella turbina e nei tubi, per posare l'asse della pompa nel punto esatto in cui il battente positivo possa da solo equilibrare le resistenze alla circolazione dell'acqua, compresa la turbina. La pompa ha solo il compito di vincere lo stato d'inerzia dell'acqua all'interno del tubo che alimenta la pompa e la turbina, consumando pochissima energia, essendo posizionata tra due carichi uguali e contrari. La rotazione della pompa, posta in tali condizioni, produce nell'intera colonna d'acqua sovrastante, la discesa dell'acqua separata dalle acque statiche circostanti, con un'energia di pressione ( $m \cdot g \cdot h$ ) e cinetica ( $1/2 \cdot m \cdot V^2$ ), che sono sfruttate nella turbina per produrre energia. Supponendo che il rendimento complessivo della turbina e generatore di corrente accoppiato sia 0,8. La potenza utile erogabile da una turbina che sfrutta interamente il carico utile  $H_u$  di 50 m, con una pompa intubata che ha una portata di 1 m<sup>3</sup>/s, sarà  $P_u = \eta \cdot 1000 \cdot Q \cdot H_u / 102 = 0,8 \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 50 / 102 = 392$  KW; mentre per far ruotare la pompa nelle condizioni di equilibrio tra il battente positivo e la turbina basta una prevalenza di pochi cm di colonna d'acqua. Supponendo di lavorare con una elettropompa che abbia la stessa portata, la prevalenza 0,2 e il rendimento 0,7, la potenza assorbita è 2,8 KW ( $1000 \cdot 0,2 / 102 \cdot 0,7$ ). Il rapporto tra energia prodotta e spesa è  $392 / 2,8 = 140$ . . Nessuno ha mai pensato di poter produrre energia con investimenti infrastrutturali così bassi, attingendo

da fonti energetiche statiche come la pressione atmosferica e l'altezza idrostatica sulle pompe, sebbene, queste siano, da sempre considerate nei calcoli idraulici ai fini della determinazione delle prevalenze degli impianti e delle pompe per risparmiare energia nei sollevamenti idraulici. Io penso che se è possibile lo sfruttamento del battente idrostatico per risparmiare energia pompando le acque verso l'alto per vincere la pressione atmosferica, è anche possibile trasformare in energia il battente idrostatico assecondando la pressione atmosferica, non sollevando ma spingendo le acque statiche verso il basso, previo intubazione delle stesse. Infatti, quando in natura avviene spontaneamente, l'intubazione di una vena di acqua che scende da una collina, attraversa una valle e risale su un'altra collina, nella valle possiamo realizzare i famosi pozzi artesiani che non hanno bisogno di pompe per sollevare le acque. Questo significa che, oltre a produrre energia sommersa possiamo sfruttare l'energia di pressione statica, naturale o artificiale anche in altre applicazioni idrauliche. Infatti, ogni invenzione apre la strada ad altre invenzioni, se applicata in contesti diversi. Prima che nel mondo sia stato realizzato un solo prototipo di idroelettrico sommerso, sono stati concepiti dal sottoscritto anche altri impianti, come gli "Impianti idroelettrici con sollevamento, riciclo e distribuzione acqua in vaso aperto" e i "Generatori di corrente perpetui con aria compressa e riciclo acqua", che sfruttano gli stessi principi idraulici, in applicazioni non sommerse. Ma queste due importantissime applicazioni impiantistiche, indispensabili per la tutela dell'ambiente, il risparmio delle risorse e la produzione energetica sostenibile non possono essere realizzate senza l'invenzione delle "Pompe con doppia alimentazione", che fanno parte di una terza domanda di brevetto, poiché la burocrazia della proprietà intellettuale, che non protegge gli inventori ma soltanto gli industriali, non permette di rivendicare tutto in una sola invenzione.

Per comprendere come funziona una pompa o una turbina con doppia alimentazione è necessario osservare le FIG. 1 – 2 – 3, dove sono riportate le modifiche da fare sul lato aspirante delle pompe e turbine; la Fig. 4, dove sono riportate le posizioni di montaggio e i possibili collegamenti su uno schema generale di sollevamento e distribuzione idrica, con riciclo in vaso aperto, che consente la produzione di energia idroelettrica; le Fig. 5 – 6, dove sono riportate le posizioni di montaggio su due schemi di riciclo acqua misto: in vaso aperto e chiuso pressurizzato, utilizzabili per la produzione di energia idroelettrica perpetua (senza combustibili) su mezzi mobili. Come si vede dalle Fig. 1 – 2 – 3, il lato aspirante è stato modificato dividendolo in due parti simmetriche dotate di separatori di flusso e flange. In particolare è importante il pezzo speciale (fdsfs) montato all'ingresso della pompa per

realizzare la doppia alimentazione. Si possono notare i separatori di flusso in lamiera di acciaio (fss) che dividono in quattro parti le due bocche di alimentazione della pompa e arrivano fino alla girante in rotazione (ai), dove le lamiere sono sagomate (sss) seguendo il profilo della girante stessa. La modifica serve, oltre alla separazione dei flussi, a ridurre le turbolenze e per evitare che l'acqua con pressione maggiore contrasti l'alimentazione dell'acqua proveniente dal serbatoio posto alla quota inferiore, o alla pressione atmosferica, nel caso degli impianti pressurizzati. Infatti, la rotazione della girante funge da dispositivo anti ritorno. Anche grazie al battente del bacino superiore, aumentare la depressione in ingresso sul lato con minore pressione. Sono noti e ampiamente sperimentate le applicazioni su pompe e turbine nelle quali, il movimento di una girante determina una depressione nel tubo di entrata e l'acqua, circola con un'accelerazione centrifuga che è proporzionale al quadrato della velocità angolare del raggio di rotazione. Nei casi che prendiamo in esame poniamo le pompe nelle stesse condizioni in cui, oggi, operano le turbine che sfruttano il salto idraulico, ma le dotiamo di una doppia alimentazione, affinché nel corpo delle pompe e turbine si possano sommare le portate in ingresso, mentre per il principio di Pascal, la pressione maggiore si diffonde in tutte le parti a valle della sezione d'ingresso migliorando il rendimento energetico delle turbine e facendo risparmiare i costi energetici per i sollevamenti alle pompe. Ovviamente le modifiche proposte riguardano anche e soprattutto, la progettazione degli impianti, ma se non si modificano, soprattutto le pompe, come sopra indicato, non è possibile produrre energia dagli impianti suddetti. Tanto è vero che allo stato dell'arte esiste soltanto l'energia idroelettrica che sfrutta il salto idraulico, oppure correnti di acqua naturali o artificiali, senza il recupero e il riciclo dell'acqua. Purtroppo, i costruttori di pompe e turbine costruiscono le macchine per soddisfare al meglio le esigenze degli impianti. Se gli impianti sono sbagliati, dal punto di vista energetico, anche le pompe sono sbagliate. Pertanto, è necessario riprogettare gli impianti e le pompe non solo per risparmiare energia, ma addirittura per produrla mentre si sollevano e si distribuiscono le acque. Nella Fig.1 e 4 si può notare una delle applicazioni più comune degli impianti del futuro, che saranno insieme idroelettriche, di sollevamento e distribuzione idrica. L'accoppiamento flangiato con il tubo contenitore (tcp) di una elettropompa assiale capovolta con doppia alimentazione (caipds), consente all'elettropompa di ricevere il flusso di acqua intubato da due serbatoi posti ad altezze diverse e l'intubazione comune della mandata consente il raffreddamento del motore sommerso. Lo stesso si può dire della pompa multicellulare per pozzo di Fig. 2 e 4 che invece di essere accoppiata a un motore elettrico, svolgendo la funzione di turbina, è accoppiata a un alternatore sommerso, ugualmente, raffreddato dalla circolazione dell'acqua nel tubo

contenitore, che svolge anche la funzione di serbatoio di disconnessione (wsdr). La pompa di circolazione (caipds) modificata è una idrovora sommersa intubata. Per queste pompe l'applicazione è più semplice da comprendere e da realizzare: essendo dotate di un'ampia bocca aspirante collegata al corpo pompa, dove c'è la girante. Non è necessario smontare la pompa, per modificarla e arrivare con flussi separati direttamente dove la girante in rotazione miscela i due flussi e somma le portate. Ma tutte le pompe e le turbine attuali possono essere modificate in questo modo e si potranno trovare molte applicazioni utili oltre a quelle illustrate nel presente documento. Infatti, per gli altri tipi di pompe, non predisposte per questa applicazione, i costruttori dovranno modificare le fusioni per arrivare nel corpo della pompa con setti separatori. In particolare, le pompe usate come turbine, che sono alimentate entrando dall'attuale bocca premente per far girare il generatore di corrente montato al posto dell'attuale motore, dovrebbero essere modificate ampliando l'attuale bocca di mandata, che, in questa applicazione, è una strozzatura che riduce la produzione energetica. Non si entra nel merito dei problemi tecnici che può comportare sia l'introduzione della doppia alimentazione, che il capovolgimento della pompa, certamente sono problemi superabili, di fronte ai grandi vantaggi che le applicazioni comportano. Ci penserà il mercato a richiedere le varie applicazioni e i costruttori delle pompe ad assecondarle. In tutti i casi, con l'impiego di pompe con doppia alimentazione, dalla mandata, l'acqua esce con la pressione fornita dal serbatoio posto all'altezza superiore, o dal serbatoio di alimentazione pressurizzato, sebbene solo un lato della pompa sia stato alimentato con tale pressione. Mentre nel caso delle turbine impiegate con la doppia alimentazione, possono aumentare il rendimento energetico se alimentate da due serbatoi posti ad altezze idrostatiche diverse, come indicato nella fig.4, sia nella versione con pompa sommersa (pat), che nella versione di normale turbina verticale (htva). Queste applicazioni, dal punto di vista della pressione, non sono altro che il principio di Pascal applicato dinamicamente. Infatti, la pressione idrostatica si diffonde in tutte le direzioni in un serbatoio chiuso, ma se il flusso di acqua è in movimento, nell'intera sezione di passaggio. Ovviamente, nelle applicazioni dinamiche, le sezioni di passaggio devono essere sufficienti, non solo a trasmettere la pressione ma anche a sommare le portate. In tutti i casi le turbine sono utilizzate insieme alle pompe con doppia alimentazione, in impianti completamente pieni di acqua, dotati di tubazioni di andata e ritorno per riciclare le acque riportandole al livello superiore, spendendo soltanto l'energia necessaria a vincere lo stato d'inerzia dell'acqua, e le perdite nei tubi, non la grande energia che serve per il sollevamento, con i circuiti idraulici a senso unico, che si utilizzano attualmente. Infatti, negli impianti pieni di acqua l'acqua non circola senza pompe di ricircolo. Ma se gli impianti non sono pieni non



si può parlare di ricircolo ma soltanto di sollevamenti, i quali richiedono moltissima energia. Per risparmiare l'energia necessaria per i sollevamenti è necessario trasformare tutti gli impianti di sollevamento in impianti di riciclo in vaso aperto sostituendo le pompe di sollevamento con pompe a doppia alimentazione, inserendo nel circuito anche le turbine. In questo modo gli attuali impianti di sollevamento, da assorbitori di grandi energie elettriche diventano produttori di energia. E' importante notare che ogni bocca della pompa e della turbina con doppia alimentazione deve essere alimentate singolarmente (sotto l'altezza idrostatica calcolata per vincere le perdite di carico della turbina), partendo dal livello del bacino di alimentazione superiore, come avviene con l'alimentazione delle attuali turbine, mentre la salita al bacino superiore, può avvenire per mezzo di un grande collettore comune (c). Infatti, sono le discese dell'acqua intubate singolarmente per ogni gruppo di una pompa e una turbina a produrre energia. All'uscita della turbina, abbiamo una semplice perdita di carico allo sbocco, che dipende solo dall'energia cinetica residua ( $V^2/2g$ ), a prescindere dalla profondità in cui avviene lo sbocco. Questo avviene poiché il livello in aspirazione e mandata della pompa coincidono e sono nello stesso serbatoio. Negli impianti sommersi sono coinvolte solo le acque che entrano nel tubo superiore e che escono nel fondale, le quali, cambiano posizione e dissipano in calore l'energia residua nello stesso fondale. Gli impianti idroelettrici che nascono dalla modifica degli impianti di sollevamento, riportati nella Fig.4, sono assimilabili, agli impianti idroelettrici sommersi realizzati in un pozzo, dove per l'assenza dei volumi di acqua necessari, non tutta l'energia residua si può dissipare in calore, e l'acqua è costretta a salire verso l'alto, ma non potendo superare il livello dell'acqua che alimenta la pompa, l'energia che si consuma è quella dovuta alle sole perdite di carico nel tubo di risalita, che dipende solo dalla velocità dell'acqua e dai coefficienti di attrito sulle pareti, facilmente calcolabili per sezioni circolari con le formule di Bazin, [dove  $P_{dc}$  in m/km =  $1000 \cdot 4 \cdot V^2 / C^2 \cdot D$ , dove  $C = 87 / (1 + 2\gamma / \sqrt{D})$ , dove  $\gamma$  è il coefficiente di scabrezza medio = 0,16, la velocità è in m/s, le dimensioni in m]. Altre formule di altri autori, sono ugualmente valide. Queste perdite di carico possono essere vinte aumentando la prevalenza della pompa, oppure il battente idrostatico in aspirazione. Ai fini energetici, è preferibile la seconda soluzione. Ovviamente, lo stesso ragionamento è valido anche per il tubo di collegamento (csp) tra un serbatoio e l'altro che può essere lungo diversi chilometri. Considerando, per esempio, che il trasporto di 1 m<sup>3</sup>/s con un tubo Dn 1000, con la formula di Bazin sopra citata, comporta la perdita di carico di 1,5 m/km, per la distanza di 10 Km occorrerebbe un impianto di sollevamento con la prevalenza di 15 m, aggiungendo 2 m per i pezzi speciali e la perdita allo sbocco, la prevalenza della pompa diventa 17m. Con elettropompe con rendimento 0,7

richiedono un consumo energetico di 238 Kw ( $1 * 1000 * 17 / 102 * 0,7$ ). Questa spesa energetica e le opere elettromeccaniche per realizzarla sono superate intervallando lungo il percorso degli impianti di riciclo in vaso aperto con pompe e turbine a doppia alimentazione (Fig.4).

Le leggi dell'idraulica sono chiare, sia per quanto riguarda lo sfruttamento del battente in aspirazione delle pompe (sgh), sia per quanto riguarda le perdite di carico in un circuito idraulico in vaso aperto, dal quale partono le acque aspirate e ritornano quelle pompate. Il battente positivo da realizzare sull'asse della pompa è dato dalla somma della altezza utile ( $H_u$ ) richiesta dalla turbina più le perdite di carico nei tubi ( $p_{dc}$ ) e allo sbocco ( $p_{ds}$ ). Anche la lunghezza della rete idrica che collega i serbatoi ( $w_{ddr}$ ) può essere addebitata al battente idrostatico. Infatti, se aumentiamo la distanza tra un bacino e l'altro, non dobbiamo aumentare la prevalenza delle pompe ma il battente sulle pompe che costa molto di meno. Aumentando i diametri dei tubi riduciamo l'altezza degli impianti e le pressioni di esercizio. La prevalenza da assegnare all'impianto e alla pompa "H" è uguale alla somma algebrica di: (+)  $H_{gea}$  (-)  $P_{dc}$  (-)  $P_{ds}$ , dove:

$H_{ga}$  (m) = (sgh) prevalenza geodetica in aspirazione: distanza tra il livello superiore dell'acqua in aspirazione e l'asse della pompa.  $H_{ga}$ , nel nostro caso, ai fini energetici, è positiva poiché la pompa è sottoposta al livello dell'acqua.

$P_{dc}$  (m) = somma di tutte le perdite di carico dell'impianto, le quali, ai fini dell'assorbimento dell'energia di pressione sono da considerare con il segno negativo. Nel nostro caso sono rappresentate dal tubo di discesa, i pezzi speciali, le resistenze alla rotazione della turbina, la velocità nel tubo ( $r_{st}$ ) di collegamento al serbatoio.

$P_{ds}$  (m) = perdita di carico allo sbocco nel collettore e nel serbatoio superiore ( $V^2/2g$ ).

Non superando mai con il tubo ( $r_{st}$ ) il livello del bacino ( $w_{ddr}$ ), pompando nella direzione della pressione atmosferica la prevalenza dell'impianto tende ad azzerarsi equilibrando le perdite di carico con il battente idrostatico. Ovviamente, per avere il massimo dell'energia prodotta conviene concentrare le perdite di carico nella turbina riducendo le altre, ampliando i diametri dei tubi e riducendo le lunghezze. Non è la pompa a sollevare l'acqua, ma senza la doppia alimentazione della pompa l'acqua non sarebbe potuta essere inserita nel circuito dal lato aspirante per essere sollevata senza costi energetici. Infatti, la chiusura della valvola ( $s_{av}$ ) che alimenta il lato sinistro della pompa (con o senza il passaggio attraverso la turbina), consente di alimentare tale lato con l'acqua del bacino posto al livello inferiore, la

miscelazione e la somma delle due portate, che avvengono nella pompa, consentono il ripristino del massimo livello idrostatico del serbatoio superiore senza consumi energetici apprezzabili. Raggiunto tale livello, si chiude l'alimentazione dell'acqua da sollevare (sov) e si apre di nuovo l'alimentazione con l'acqua di riciclo del bacino superiore (sav), fino a quando il livello dell'acqua non si abbassa di nuovo e richiede un nuovo sollevamento. Ovviamente, questo sistema può essere utilizzato per grandi e piccole portate e grandi e piccoli dislivelli. Producendo in tutti i casi energia, consumandone pochissima per il riciclo nel serbatoio aperto, che comprende anche il sollevamento dell'acqua che si inserisce nel circuito di riciclo. Ma il sistema può funzionare anche sollevando costantemente alla quota di sfioro le acque basse dei territori soggetti ad allagamenti e inondazioni, senza spese energetiche, ma producendo energia. Infatti, la tubazione di scarico di troppo pieno (od) può essere deviata verso canali delle opere di bonifica idraulica dei territori (dthcd). In altre parole, noi possiamo produrre energia tenendo basse le acque, invece di consumarla.

La FIG.5 riporta un generatore di corrente perpetuo con aria compressa e riciclo acqua, che può essere realizzato in miniatura per farlo entrare in un cofano di un'autovettura al posto del motore termico, oppure in versione più ingrandita in altri mezzi mobili che richiedono maggiore potenza: mezzi agricoli, camion, navi, aerei, treni. I generatori di corrente perpetui con aria compressa e riciclo acqua di FIG. 5, nascono dagli stessi principi idraulici di quelli sommersi: invece della pressione atmosferica, sfruttano la pressione del cuscinio di aria compressa sulla superficie dell'acqua, all'interno del serbatoio (ptr). Non hanno bisogno di trasformare l'energia di posizione in cinetica, ma come gli impianti sommersi, hanno l'esigenza di dissipare l'energia di pressione e cinetica nella turbina per trasmettere energia meccanica all'alternatore che produce energia elettrica. Questo comporta la necessità di scaricare l'acqua in un serbatoio aperto (wsdr) (che ha una forma diversa solo per adattarsi alle caratteristiche di funzionamento della turbina o della pompa usata come turbina, ma il concetto è identico) posto inferiormente e successivamente, pomparla di nuovo nel serbatoio pressurizzato. Questa operazione, attuata con gli attuali sistemi idraulici, assorbirebbe più energia di quella prodotta, poiché il bacino inferiore, essendo disconnesso idraulicamente da quello superiore, che per giunta è anche pressurizzato, la pompa dovrebbe vincere la contropressione idraulica ed entrare nel circuito pressurizzato. Ma con lo schema idraulico proposto e con la pompa a doppia alimentazione, alimentata da un lato, con l'acqua scaricata dalla turbina e dall'altro direttamente dal serbatoio pressurizzato (ptr), è possibile far entrare l'acqua alla pressione atmosferica attraverso il lato aspirante della pompa nel circuito

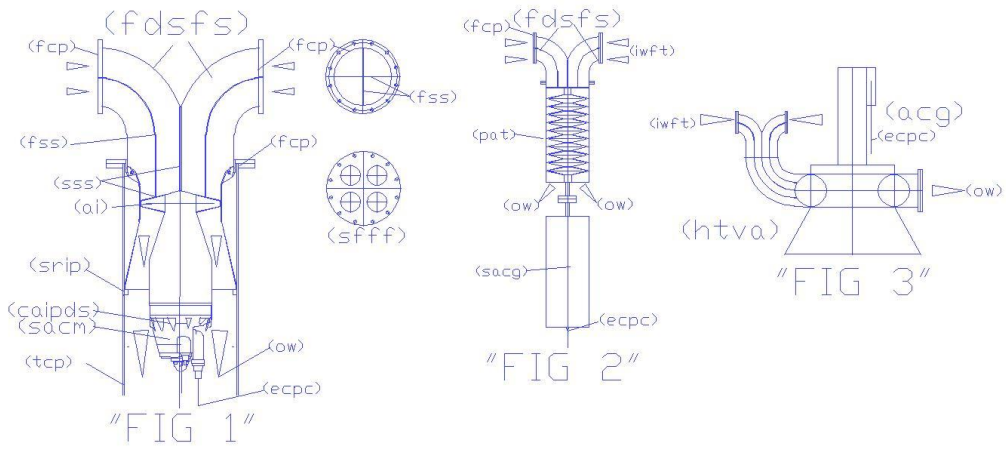
pressurizzato e riciclarla per produrre nuova energia sfruttando la stessa pressione dello stesso serbatoio pressurizzato, senza che varia la pressione nel serbatoio, poiché il volume di acqua non cambia. Infatti, la mandata della pompa ritorna al serbatoio pressurizzato, passando attraverso la valvola (sov) e la valvola di ritegno (cv). Tutte le operazioni si svolgono di sotto il cuscino d'aria, senza variare il volume di acqua presente nel serbatoio (ptr). Avvenendo la circolazione dell'acqua all'interno di tale volume, la prevalenza della pompa di riciclo può essere molto bassa. Essa non dipende dalla pressione del cuscino d'aria, poiché l'acqua non si comprime. Il sistema funziona diversamente da quanto avviene nei serbatoi autoclave (che tutti conosciamo), dove l'acqua non ritornando al serbatoio, la pressione dell'aria si abbassa, e richiede energia da parte della pompa per essere ripristinata, pertanto la pompa nel caso dell'autoclave deve avere una prevalenza uguale alla pressione del serbatoio (ptr). Nel nostro caso, si può dire, che rubiamo la pressione e l'acqua al serbatoio (ptr) per far girare la turbina, senza che il manometro di controllo della pressione dell'aria, e il controllore del livello (mpl) se ne accorgano, come se fossimo in un circuito chiuso. Ma i circuiti chiusi non possono produrre energia, proprio a causa dell'impossibilità di trasformare l'energia di pressione in energia cinetica e viceversa. Infatti, nel nostro caso, il circuito è ibrido, mezzo aperto e mezzo chiuso. Avviene tutto contemporaneamente: la turbina sfrutta l'intera pressione del serbatoio (ptr), e circa il 50 % (la quantità esatta si potrà determinare solo sperimentando le pompe a doppia alimentazione alle varie pressioni di esercizio) di della portata della pompa per produrre energia, scaricando l'acqua nel serbatoio di disconnessione idraulica (wsdr), che si conserva alla pressione atmosferica, mentre la pompa con doppia alimentazione, restituisce l'intera portata al serbatoio (ptr), come se avesse riciclato il 100 % della portata della pompa, senza che nessuna parte di acqua fosse passata attraverso la turbina e il serbatoio di disconnessione, che invece, durante il riciclo, hanno prodotto energia con il 50 % della portata della pompa e l'intera pressione del serbatoio (ptr). Pertanto, il 100% della portata della pompa ritorna nel serbatoio pressurizzato, come un comune impianto di riciclo in vaso chiuso, senza abbassare né il livello dell'acqua, né la pressione del serbatoio. Anche in questi impianti, come negli impianti sommersi, le perdite di carico della turbina sono vinte dal battente positivo della colonna d'acqua sulla pompa che fa circolare l'acqua con una piccolissima prevalenza della pompa. Nel caso degli impianti sommersi, la pressione è fornita dall'atmosfera e dal battente sulla pompa, nel generatore perpetuo mobile dal cuscino d'aria che sostituisce anche gran parte della colonna d'acqua. Anche in questo caso, all'uscita della turbina, nel serbatoio (wsdr), siamo alla pressione atmosferica e dobbiamo considerare soltanto la perdita di carico allo sbocco ( $V^2 / 2g$ ). Subito dopo inizia il circuito di riciclo in

vaso chiuso, dove circola solo la percentuale di acqua sufficiente alla circolazione esterna, senza alterare il volume interno al serbatoio pressurizzato. Quest'acqua non produce energia, ma si avvale della pompa con doppia alimentazione per riciclare tutta l'acqua nel serbatoio pressurizzato. Questa parte del circuito non è diversa da un circuito di riciclo in vaso aperto, se si considera che le altezze piezometriche in aspirazione e mandata coincidono. C'è soltanto la diramazione della seconda bocca aspirante che inserisce l'acqua che, uscita dallo stesso serbatoio (ptr), dopo essere passata attraverso la turbina e il serbatoio di disconnessione ritorna nel circuito pressurizzato attraverso la pompa. Non importa che la pompa sia a bassa prevalenza, poiché i separatori di flusso e la rotazione della girante impediscono il ritorno dell'acqua al serbatoio di disconnessione. Inoltre, la pressione in questo circuito è soltanto statica, essendo uguale in aspirazione e mandata della pompa, Per il principio di Pascal nel corpo della pompa la pressione si uniforma, l'intero volume di acqua in circolazione ritorna nel volume liquido del serbatoio pressurizzato senza dover spendere nessuna energia per incrementare la pressione del circuito. Nei circuiti chiusi pressurizzati, dove non circola tutta l'acqua accumulata, ai fini del calcolo della prevalenza della pompa di circolazione non conta la pressione del cuscinio d'aria ma soltanto le perdite di carico nei tubi del circuito, che in questo caso sono ridotte al minimo. -Queste piccole perdite di carico possono essere vinte dalla prevalenza della pompa oppure dalla pressione residua all'uscita della turbina, che deriva, comunque, dalla pressione del cuscinio d'aria nel serbatoio (ptr). In un generatore di energia elettrica perpetuo, senza combustibili, il ruolo principale è svolto proprio dalle pompe con doppia alimentazione, che per le ragioni sopra esposte assorbono pochissima energia e possono essere alimentate, allo spunto, per mezzo di una batteria elettrica come gli attuali motori e generatori termici, con la sola differenza che questi devono continuare ad essere alimentati con i combustibili mentre i generatori perpetui utilizzano l'energia accumulata dalla pressione dell'aria o gas e dal riciclo dell'acqua nell'impianto. Per questa ragione si possono chiamare perpetui, non dovendosi fermare a fare il pieno di carburante, almeno fino a quando i gas contenuti nell'aria, si disciolgono nell'acqua, abbassando eccessivamente la pressione. La pressione si potrebbe abbassare dopo alcuni mesi, ma questo si può evitare montando a bordo un piccolo compressore. Le fasi principali di messa in esercizio dell'impianto, che dovrebbero avvenire automaticamente, con l'inserimento della chiave di comando o del pulsante "start" sono le seguenti:

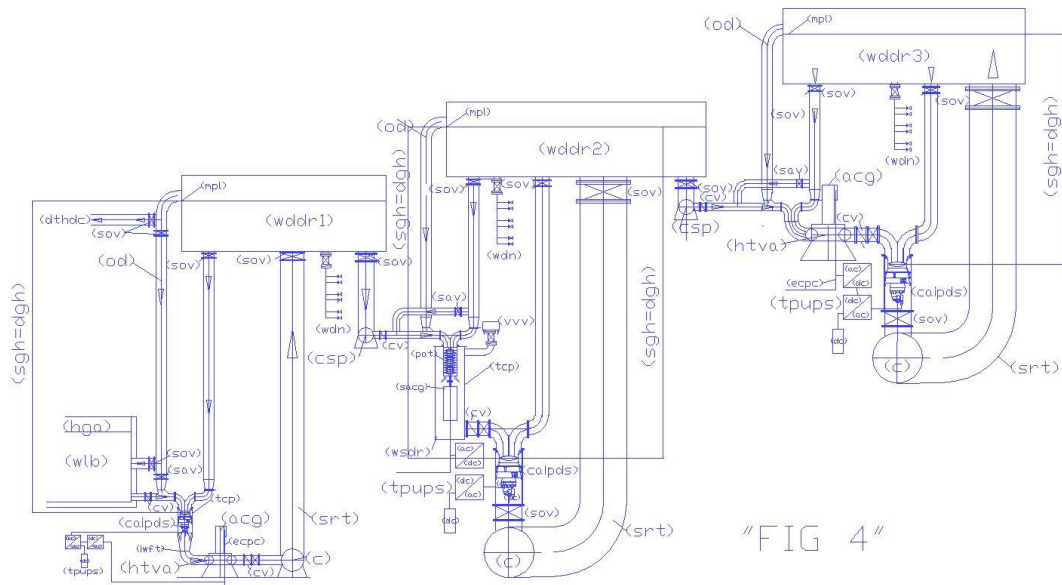
1) Si chiudono tutte le valvole (sovfa) e (sov) che intercettano a monte e a valle il serbatoio di disconnessione (wsdr) che comunica con l'atmosfera tramite la valvola di sfiato e ventilazione (che non lascia passare l'acqua).

2) Con le valvole del punto 1 chiuse si mette in esercizio la pompa (caipds), per mezzo di un gruppo di continuità trifase dotato di batteria, raddrizzatore, alternatore-inverter, alimentato dalla stessa energia prodotta. Nella fase iniziale di avviamento l'acqua circola entrando in una sola bocca aspirante ma subito dopo la partenza si aprono anche le valvole che intercettano il serbatoio di disconnessione (wsdr) e l'acqua può alimentare anche la seconda bocca di alimentazione della pompa che porta l'acqua utilizzata dalla turbina per produrre energia. Tale acqua, che si trova alla pressione atmosferica, è inserita nel circuito pressurizzato di riciclo proprio dalla seconda bocca di alimentazione della pompa che ne consente la miscelazione nella girante con quella circolante con la pressione statica del serbatoio pressurizzato.

3) Quando l'alternatore collegato alla turbina inizia a produrre energia, si può escludere il circuito di avviamento e far girare la pompa di ricircolo con l'energia prodotta. Quello che è importante, è l'impiego di un sistema di controllo della velocità della pompa con inverter per gestire costantemente i livelli (mpl) dei due serbatoi (pressurizzato e di disconnessione), poiché, un eccesso di pressione del serbatoio rispetto alla capacità dissipativa della turbina porta a una maggiore velocità della turbina e una maggiore portata, che fa alzare il livello (mpl) del serbatoio di disconnessione (wsdr), mentre una riduzione della pressione può portare a un abbassamento del livello, una riduzione della portata e della potenza erogata e all'entrata di aria nel circuito. Le regolazioni devono essere fatte in esercizio e automaticamente, soprattutto grazie alla velocità della pompa.



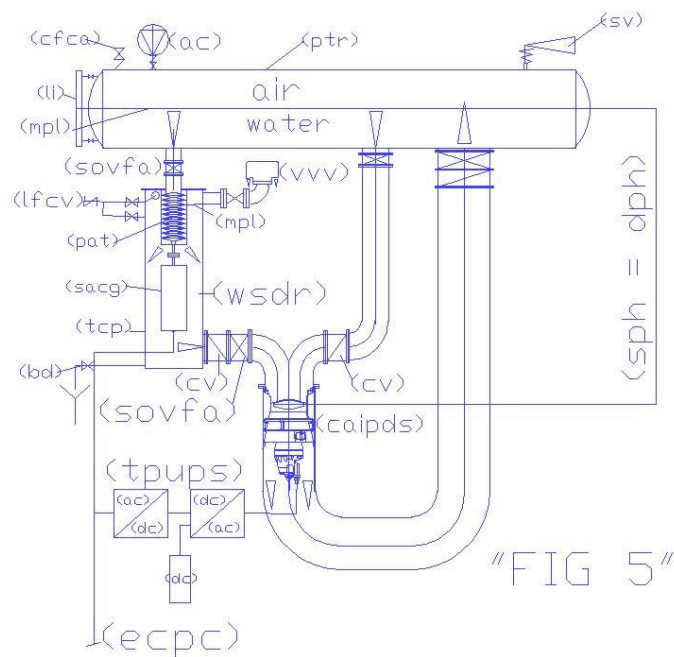
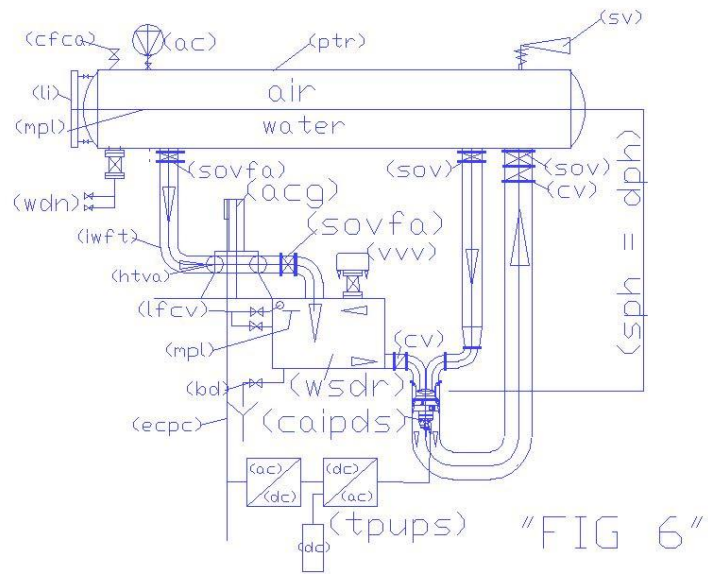
"1/3"



"FIG 4"

"2/3"





"3/3"

**Legenda dei disegni:** (ac) air compressor = compressore d'aria; (acg) alternating current generator = generatore di corrente alternata; (ai) axial impeller = girante assiale; (C) collector = collettore; (caipds) capsid axial intubated pump with dual suction = elettropompa assiale intubata capovolta con doppia alimentazione; (cfca) connection for fast fill compressed air = attacco per riempimento rapido aria compressa; (csp) connection systems pipe = tubo di collegamento impianti; (cst) containment system tube = tubo di contenimento impianto; (cv)

check valve = valvola di ritegno; (dgh) delivery geodetic height = altezza geodetica in mandata; (dthdc) deviation towards hydraulic drainage canals = deviazione verso canali di bonifica idraulica; (ecpc) electrical current produced cable = cavo con corrente elettrica prodotta; (fcp) flange for coupling to the pump = flangia per accoppiamento alla pompa; (fdsfs) flanged dual supply and flow separator = doppio alimentatore flangiato e separatore di flusso; (fss) flow separator in sheet steel = separatore di flusso in lamiera di acciaio; (htva) hydraulic turbine with vertical axis = turbina idraulica con asse verticale; (iwft) inlet water to feed turbine = ingresso acqua per alimentazione turbina; (lf) lift ring = anello di sollevamento; (lfcv) level floating control valve = valvola di regolazione livello a galleggiante; (mpl) probe of the minimum or maximum level = sonda di minimo o massimo livello; (pat) pump as turbine = pompa utilizzata come turbina; (ptr) pressure tested reservoir = serbatoio collaudato a pressione; (od) overflow discharge = scarico di troppo pieno; (pat) pump as turbine = pompa utilizzata come turbina; (pwa) pump with autoclave = pompa con autoclave; (sav) supply additional valve = valvola di alimentazione supplementare; (sacg) submersible alternating current generator = generatore di corrente alternata sommersibile; (sacm) submersible alternating current motor = motore sommersibile a corrente alternata; (sfff) special flange with four feeds = flangia speciale con quattro alimentazioni; (sgh) suction geodetic height = altezza geodetica in aspirazione; (sov) shut-off valve = valvola di intercettazione; (sovfa) shut-off valve with flow adjustment = valvola di intercettazione con regolazione flusso; (sph) suction piezometric height = altezza piezometrica in aspirazione; (srip) supporting ring for intubate pump = anello di supporto per sostegno turbina intubata; (srt) supply reservoir tube = tubo di alimentazione serbatoio; (sss) shaped sheet steel = lamiera di acciaio sagomata; (sv) safety valve = valvola di sicurezza; (tcp) tube containing the pump = tubo contenente la pompa; (tpups) three-phase UPS = gruppo di continuità trifase; (wdn) water distribution network = rete di distribuzione idrica; (wddr) water distribution and disconnection reservoir = serbatoio di distribuzione idrica e disconnessione. (wsdr) water disconnection reservoir = serbatoio di disconnessione idrica.

Per completare l'argomento si riporta di seguito il riassunto del deposito di brevetto che ha dato origine a questo incredibile sistema energetico perfettamente compatibile con l'ambiente e l'economia mondiale.

IMPIANTI IDROELETTRICI SOMMERSI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA, OSSIGENAZIONE DEI FONDALI E WELLING ARTIFICIALE.

**Descrizione.**

"L'IDROELETTRICO SOMMERSO SENZA SALTO IDRAULICO" non richiede grossi investimenti e si può realizzare in laghi, mari, e bacini artificiali, ossigenando i fondali inquinati. Quindi, è un'energia che protegge l'ambiente. Per giunta più economica di qualsiasi altra energia, sfruttando l'energia di posizione delle acque di superficie nello stesso bacino. Quest'energia esiste dappertutto, e l'abbiamo avuta sempre a portata di mano, in quanto è presente nelle acque che ricoprono i tre quarti della terra. Noi siamo abituati a usare le elettropompe per sollevare le acque ma le possiamo anche utilizzare per spingere le acque verso il basso. Prendiamo il caso più semplice, quello delle pompe assiali intubate, basta capovolgerle immergerle a 20 – 30 - 50 – 100 m di profondità nei laghi e mari e sotto di esse, nello stesso tubo, inserire una turbina ugualmente intubata. La rotazione della pompa produce all'interno del tubo il movimento di una massa di acqua ( $m$ ) verso il basso ma la pompa serve solo a vincere lo stato d'inerzia dell'acqua e a determinare la portata ( $m$ ), in funzione della dimensione della girante dei tubi. La spinta verso il basso è determinata dall'inclinazione delle pale della girante, e soprattutto dal battente sul lato aspirante. In altre parole la rotazione della pompa innesca anche la trasformazione dell'energia di pressione ( $m \cdot g \cdot h$ ) in energia cinetica ( $\frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$ ). Tutta questa energia può essere trasformata in energia elettrica, inserendo sotto la pompa una turbina accoppiata a un generatore di corrente. Se l'impianto fosse realizzato in un serbatoio chiuso ermeticamente, non produrrebbe energia non potendo esistere la circolazione dell'acqua. Se ci trovassimo in un pozzo ristretto, dove l'acqua all'uscita della turbina è costretta a risalire verso l'alto, potremmo calcolare l'energia che si oppone alla produzione energetica, determinando la velocità di risalita dell'acqua e quindi la potenza che assorbe questo sollevamento ( $P=Q \cdot h/t$ ). Negli impianti realizzati in grandi bacini il tempo "t" di risalita, posto al denominatore dell'espressione tende all'infinito e quindi la potenza che si oppone all'uscita della turbina tende allo zero.

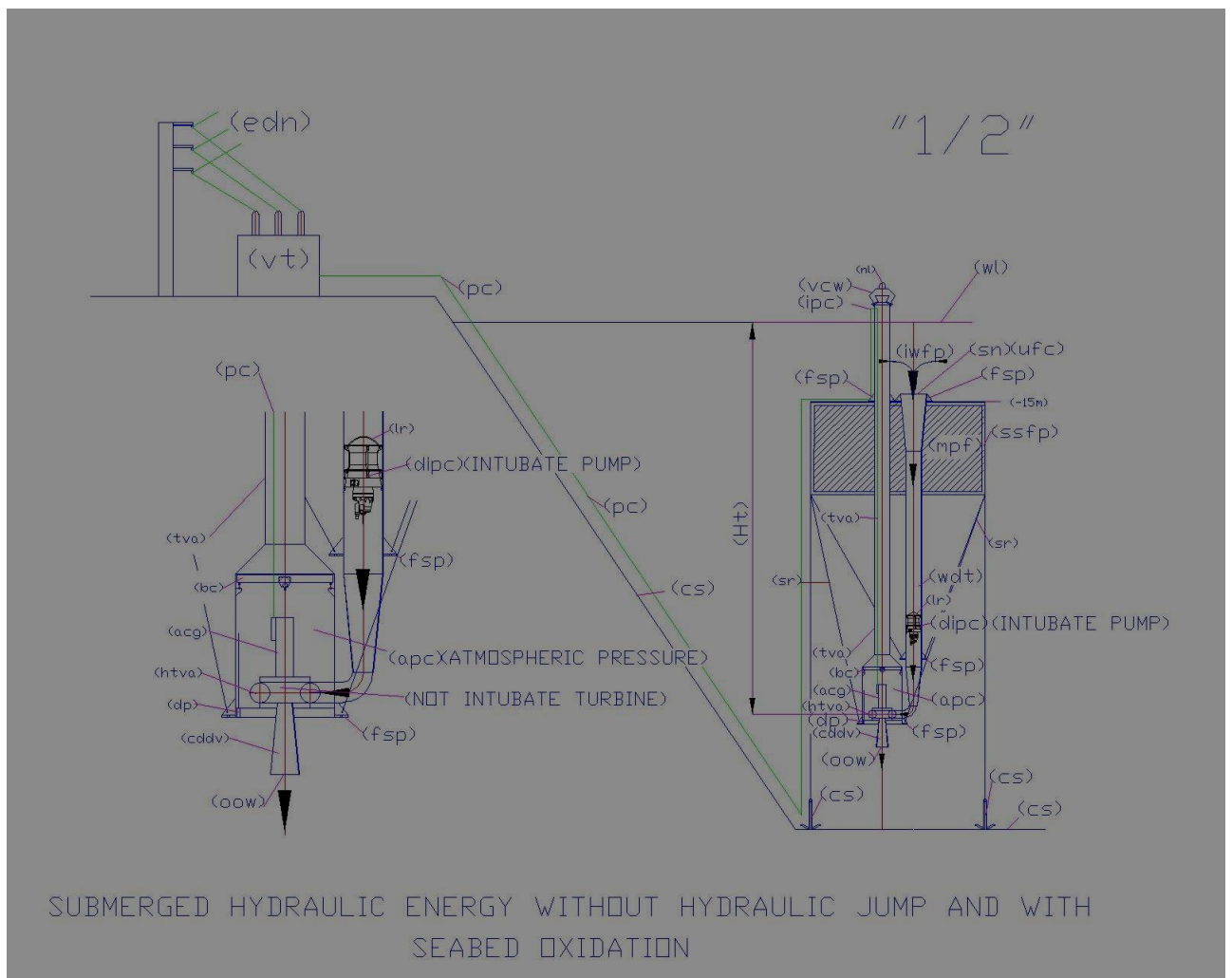
In ogni caso, anche in un pozzo, esistendo una notevole differenza delle sezioni di passaggio e della velocità dell'acqua: che in discesa trasforma rapidamente l'energia di pressione in energia cinetica producendo potenza elettrica, mentre in risalita, la trasformazione inversa dell'energia non consumata nella turbina (per produrre energia elettrica) da cinetica a energia di pressione avviene con tempi lunghissimi, non compatibili con un calcolo di potenza dove il

fattore tempo è fondamentale. Nell'espressione che serve per calcolare la prevalenza di un impianto idraulico senza dislivello geodetico (sommerso)  $H_t = (P_u - P_i) + (V_u^2 - V_i^2)/2g + \sum v$ . Essendo costante il battente idrostatico, possiamo considerare  $(P_u - P_i)$  uguale a zero; essendo i percorsi delle tubazioni molto brevi, le perdite di carico ( $\sum v$ ) le possiamo considerare tutte nella turbina; pertanto la differenza di energia tra la discesa e la risalita dell'acqua è concentrata tutta sulla differenza di energia cinetica  $[(V_u^2 - V_i^2)/2g]$ . Se è grande la sezione del bacino, la velocità di risalita verso l'atmosfera è minore, quindi, lo sfruttamento dell'energia idrostatica è superiore. Con un piccolo assorbimento di energia dell'elettropompa, nel percorso discendente, possiamo far attraversare la turbina con energie cinetiche decine di volte superiori a quelle degli impianti di sollevamento. Non dovendo vincere con la pompa nessuna resistenza all'interno del circuito ma solo assicurare la circolazione, non c'è da meravigliarsi se spendendo soltanto pochi Kw ( $4000 \cdot 0,2/102 \cdot \eta = \text{circa } 10 \text{ kw}$ ), l'impianto idroelettrico marino o lacustre, posto a cinquanta metri di profondità che fa circolare  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  crea un'energia elettrica circa centocinquanta volte superiore a quella assorbita dalla pompa. Nel caso dell'impiego della turbina a flusso radiale e alternatore esterno (dis.  $\frac{1}{2}$ ), le perdite di carico localizzate nella riduzione di ingresso alla turbina con  $D_2 = 700 \text{ mm}$  ( $V_2 = 10,4 \text{ m/s}$ ) sono pari a  $2,75 \text{ m}$  ( $0,5 \cdot V_2^2/2g$ ); le perdite di carico nella curva a 90 gradi raggio ( $0,5 \cdot V_1^2/2g$ ) sono pari a  $2,75 \text{ m}$ , pertanto l'altezza utile ( $H_u$ ) all'ingresso della turbina diventa circa  $44,3 \text{ m}$ , supponendo che il rendimento complessivo della macchina sia  $0,87$ . La potenza utile erogabile dalla turbina sarà  $P_u = \eta \cdot 1025 \cdot Q \cdot H_u/102 = 0,87 \cdot 1025 \cdot 4 \cdot 44,3/102 = 1.549 \text{ KW}$ . Nella soluzione intubata verticale supponendo che il rendimento sia lo stesso e che la turbina entri comodamente nel tubo  $D_n 1500$  (il tubo è più largo di  $10 \text{ cm}$  per contenere la turbina) non ci sono altre perdite di carico, se non quelle richieste dalla turbina pertanto i  $50 \text{ mt}$  di battente positivo ( $H_u$ ) sono utilizzati integralmente e la potenza energetica utile sarà superiore:  $1.748 \text{ KW}$ . È importante notare che l'acqua che alimenta la pompa che, a sua volta, alimenta la turbina, grazie all'intubazione, è separata dall'acqua circostante e può avere la propria specifica pressione idrostatica che si trasforma in energia cinetica concentrata sulle pale della girante come gli impianti terrestri. Pertanto, gli impianti possono essere dimensionati idraulicamente con i principi legiferati dal Bernoulli". Questo è molto importante perché senza l'intubazione della pompa che alimenta la turbina avremmo avuto soltanto un riciclo di acqua intorno alla pompa e alla turbina senza la produzione di energia, poiché non si sarebbe creato un flusso gravitazionale separato dalla massa statica dell'acqua del bacino, che parte dallo strato superficiale dell'acqua.

Questi impianti, che costeranno pochissimo perché non richiedono grandi opere come dighe, bacini, possono considerarsi protettivi dell'ambiente portando acque superficiali ossigenate nei fondali e le lenti correnti di risalita che produrrebbero un riciclo dei nutrienti e carbonati depositati nei fondali che aumentando l'ossigenazione generale, quindi l'autodepurazione, la produzione di fitoplacton e zooplancton e quindi la produzione di pesce in modo naturale, senza mangimi e vivai.

### Legend

**(acg)** alternating current generator = generatore di corrente alternata; **(acr)** auto centering ribs = nervature autocentranti; **(apc)** atmospheric pressure chambre = camera alla pressione atmosferica; **(bc)** bridge crane = gru a ponte; **(cdip)** capsid dewatering intubated pump = elettropompa idrovora intubata capovolta; **(cs)** coastal seabe = fondale costiero; **(cddw)** cone diffuser outlet water = cono diffusore dell'acqua in uscita; **(dp)** drainage pump = pompa di drenaggio; **(edn)** electricity distribution network = rete di distribuzione elettrica; **(fsp)** flange for support pipe = flange per supporto tubazioni; **(htva)** hydraulic turbine with vertical axis = turbina idraulica con asse verticale; **(iht)** intubated hydraulic turbine = turbina idraulica intubata; **(ipc)** input power cables = ingresso cavi elettrici; **(iwfp)** inlet water to feed pump = ingresso acqua per alimentazione pompa; **(lf)** lift ring = anello di sollevamento; **(mfp)** modular floating made of polyethylene = galleggianti modulari in polietilene; **(na)** navy anchor = ancora marina; **(nl)** night light = luce notturna; **(of)** oversized flange = flangia maggiorata; **(oow)** Output oxygenated water = uscita acqua ossigenata; **(pc)** power cable = cavo di potenza; **(sn)** safety net = rete di protezione; **(srdp)** supporting ring for dewatering pump = anello di supporto per sostegno pompa; **(srit)** supporting ring for intubate turbine = anello di supporto per sostegno turbina intubata; **(ssfp)** supporting structure floating platform = struttura portante piattaforma galleggiante; **(tva)** tube for ventilation and access = tubo di ventilazione e accesso; **(ufc)** upper funnel Cone = cono imbuto superiore; **(vcw)** ventilation cover waterproof = copertura di ventilazione antipioggia; **(vt)** voltage transformer = trasformatore di tensione; **(wdt)** water descent tube = tubo di discesa acqua;



**Il dis. "1/2" fig. 1** riporta schematicamente l'impianto con turbine Francis ad asse verticale. Partendo dall'alto, si può notare la struttura di galleggiamento (mfp-ssfp) sottoposta al livello del mare di 15m; il tubo di discesa dell'acqua che porta la l'elettropompa assiale sommergibile con l'aspirazione verso l'alto; la riduzione di sezione e la curva che si collegano alla turbina, che scarica l'acqua dalla parte inferiore attraverso il cono diffusore (cddw). La turbina (htva) è contenuta in una camera in acciaio alla pressione atmosferica (apc), dotata di una piccola gru a ponte per eventuali operazioni di manutenzione. In questa soluzione la turbina resta incorporata nella camera, eventuali riparazioni e sostituzione di pezzi usurati dovranno essere realizzate sul posto, mentre esiste la possibilità di estrarre l'alternatore attraverso il tubo di ventilazione e accesso (tva), previo smontaggio dell'elemento terminale (vcw) che serve per non fare entrare l'acqua piovana e delle onde alte che supereranno anche l'elemento terminale. All'interno della camera è comunque prevista una pompa di sollevamento dell'acqua e della condensa con regolatore di livello (dp). Sul terminale (vcv) è montata una lampada notturna (nl) per segnalare la presenza dell'impianto. Si può notare il



**Il dis. “2/2” fig. 3** riporta schematicamente l’impianto con turbine **intubate**. Questa soluzione è stata pensata per non offrire in superficie nessuna superficie esposta alle mareggiate. E’ la soluzione ideale. Ma, attualmente, queste turbine al massimo sono installate a profondità di 15 m. I costruttori dovranno migliorare le tenute meccaniche delle parti sommerse che proteggono le parti elettriche e l’impianto di lubrificazione, se si vorranno installare le turbine a profondità di 50 m e anche oltre. Si può notare che l’impianto con questa soluzione è molto più semplice ed economico. Infatti, nello stesso tubo di discesa dell’acqua (wdt) è montata prima la pompa (dipc) e successivamente anche la turbina (iht). Infatti, come si vede dal dettaglio cerchiato la pompa sarà dotata di una flangia maggiorata (of) che poggia sull’anello di supporto (srdp); attraverso la flangia passano i cavi di alimentazione della pompa e anche i cavi di potenza (pc) dell’alternatore (acg) della turbina, che poggia sull’anello di estremità (srit) guidato dalle nervature auto centranti (acr). Ovviamente, i cavi elettrici vanno protetti in tubi metallici e per tirar fuori la turbina bisogna estrarre prima la pompa. Si può notare il percorso dei cavi elettrici (pc), la centrale di trasformazione dell’energia (vt) e la rete di distribuzione (edn). La **fig. 4** è l’ingrandimento della turbina (iht) e del sistema di appoggio nel tubo (wdt). .