Impianti idroelettrici sommersi per la produzione di energia ossigenazione dei fondali e welling artificiale.

Impianti idroelettrici sommersi per la produzione di energia ossigenazione dei fondali e welling artificiale.

Descrizione dell’invenzione CE 2014A000012 del 06/10/2014

Descrizione.

Lo stato dell’arte nello sfruttamento delle risorse marine è stato condizionato dal difficile accesso alle profondità marine al largo degli oceani e dall’impetuosità delle onde lungo le coste. Molti hanno provato a sfruttare il movimento delle onde per creare elettricità ma questi sistemi non sono molto diffusi poiché è molto difficile controllare le forza del mare superficiale. Anche il semplice convogliamento delle acque agitate verso le turbine comporta opere importanti e costose. E’ molto più semplice ed economico ricavare energia dalle tranquille pressioni idrostatiche sottostanti. Infatti, in questo brevetto si propongono impianti idroelettrici marini e lacustri sommersi che producono energia idroelettrica, sfruttando il battente idrostatico cui si sottopongono le turbine idroelettriche, senza sfruttare onde e correnti superficiali. Questi impianti. oltre a produrre energia portando acqua superficiale nei fondali, contribuiscono a raffreddare il pianeta ma avendo l’acqua anche maggiore quantità di ossigeno di quella presente nei fondali, soprattutto se inquinati, hanno anche effetti depurativi e provocano il sollevamento delle acque sottostanti (upwelling)

che riportando in superficie i nutrienti e carbonati sedimentati aumentando la vita biologica superficiale, di conseguenza, anche la produzione alimentare ittica. Ma l'importanza di questa invenzione è soprattutto quella di avere individuato il modo di sfruttare la fonte energetica più grande del pianeta, addirittura infinita e pulita che nessuno ha mai pensato di sfruttare, nonostante, esistano principi della fisica elementare che confermano queste intuizioni. Infatti, applicando la legge dei vasi comunicanti è possibile riempire di acqua in un tubo sommerso, di qualsiasi forma lunghezza e dimensione, e inserendo lungo il percorso di questo tubo una elettropompa e una turbina, valgono le stesse regole sui principi della conservazione dell'energia teorizzati dal Bernoulli. Infatti, nel mare e nei laghi l'acqua si muove spontaneamente da un posto all'altro, addirittura scende e risale in superficie se trova dei profili di fondali che favoriscono questi movimenti. Molto è dovuto all'azione del vento che si comporta come una grandissima pompa con una bassissima prevalenza. Pertanto, sfruttando gli stessi principi con l'aiuto di una macchina chiamata pompa è possibile concentrare portata e prevalenza nei tubi sommersi per creare grandi correnti di acqua intubata nell'ambito dello stesso bacino tra la superficie e i fondali. Queste correnti intubate scendono in profondità per l'azione del battente idrostatico e della pressione atmosferica, la pompa serve soltanto a spostare l'acqua nella zona inferiore, affinché quella della zona superiore possa scendere più facilmente. L'energia di pressione nell'ambiente atmosferico terrestre è di semplice comprensione poiché s'identifica con il dislivello tra due serbatoi posti a monte e a valle delle nella direzione della pressione atmosferica. Infatti, se dovessimo riportare in alto le acque che sfruttiamo per produrre l'energia elettrica, dovremmo spendere molta energia in più di quella prodotta. Nell'ambiente acquatico marino, invece, in sistema è più completo: se spostiamo una quantità di acqua a cinquanta metri di profondità, il posto di quell'acqua viene occupato da altra

acqua senza che il bacino superiore si svuoti, come in un circuito chiuso. Ma nel circuito chiuso, pur non dovendo vincere la pressione atmosferica, per far circolare l'acqua, dobbiamo vincere le perdite di carico dovute alla lunghezza di tubi, benché siano minime rispetto alla forza lavoro che serve per vincere la pressione atmosferica. Ma, come abbiamo detto, il nostro circuito non è chiuso ma sommerso e sottoposto a un serbatoio di grandezza infinita, che non ricicla la stessa acqua ma la reintegra immediatamente in qualsiasi quantità grazie al principio dei vasi comunicati, che mantiene uniforme il livello superficiale. Quindi, non dobbiamo vincere nemmeno le perdite di carico del circuito, se il circuito è aperto, completamente immerso nel bacino, e le resistenze idrauliche si trovano sotto adeguati battenti idraulici. Infatti, essendo l'impianto interamente intubato, l'acqua che spostiamo dalla superficie al fondale non può essere reintegrata dall'acqua circostante alla pompa, deve per forza essere reintegrata dall'alto, entrando nel cono imbuto superiore (ufc). Quindi, l'acqua che alimenta la pompa e la turbina è separata dall'acqua circostante e può concentrare la pressione idrostatica e l'energia cinetica prodotta dalla pompa sulle pale della girante della turbina con la stessa forza che agirebbe negli impianti idroelettrici terrestri. Nel nostro caso, le resistenze idrauliche sono sulla mandata della pompa e la pompa è utilizzata con il lato aspirante in alto. Secondo i principi idraulici del Bernoulli il battente sull'aspirazione della pompa è definito battente positivo ed è sottratto nel calcolo della prevalenza totale della pompa. Anche negli impianti intubati, sommersi il battente svolge la propria azione positiva, per vincere le perdite di carico sulla mandata della pompa, ma il battente è una forza statica, non può far circolare l'acqua da solo. Abbiamo bisogno della pompa, come negli impianti terrestri a gravità abbiamo bisogno dell'apertura di una saracinesca. Come negli impianti terrestri chiudendo la saracinesca si arresta l'impianto idroelettrico a gravità, nei sommersi, fermando la pompa di circolazione (dipc) si arresta l'intero sistema. In questo

caso la circolazione si arresterà dopo molto tempo poiché nei tubi dell'impianto sommerso si creano fenomeni di circolazione naturale che si comportano come sifoni. Tutto questo ragionamento può sembrare in contrasto con le leggi della fisica ma bisogna considerare anche le infinite differenze di sezioni esistenti tra l'interno del tubo e la superficie dei bacini. La depressione creata dall'elettropompa sul lato aspirante, crea all'interno del tubo una piccola circolazione di acqua (rispetto alla dimensione del bacino) favorita dalla pressione atmosferica e dal battente positivo sull'aspirazione della pompa. Anche se, in teoria, la stessa pressione idrostatica agisce anche all'esterno del tubo e sulla bocca di uscita del circuito, non può opporre tutta la forza su una sezione piccola come l'uscita della turbina, dove si concentra l'energia cinetica di uscita. Può soltanto dissipare l'energia cinetica residua dell'acqua all'esterno del tubo di uscita con la forza idrostatica di spinta verso l'alto che è ripartita sull'intera sezione del bacino, essendo l'acqua un liquido incomprimibile che assume la forma dell'involucro che lo contiene. Questo significa che non oppone nessuna resistenza all'energia cinetica concentrata nella sezione di uscita della turbina. A chi dice che questo sistema non può funzionare idraulicamente, si può dire che l'unico sistema che potrebbe opporsi alla circolazione dell'acqua nella turbina sommersa è quello di opporre sull'uscita della stessa un'altra elettropompa e un altro circuito intubato che agisca in senso contrario. Quindi, 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*0,2/102*η = circa 10 kw), l'impianto idroelettrico marino o lacustre, posto a cinquanta metri di profondità, fa circolare 4 m^3/s e crea un'energia elettrica circa centocinquanta volte superiore. Ma il guadagno energetico può diventare ancora superiore, aumentando ancora la profondità d'installazione dell'impianto, ovviamente risolvendo altri problemi di resistenza dei materiali e delle

tenute idrauliche. Anche dove non ci sono laghi e mari converrà produrre energia in bacini artificiali profondi, a livello costante, che riciclano la stessa acqua sfruttando l'intero battente positivo. Questo è certamente più economico della realizzazione di due bacini, ad altezze diverse, con condotte esterne e opere accessorie che, comunque, non possono assicurare l'approvvigionamento idrico costante per l'intero anno. Tutte le altre energie non potendo beneficiare di questo potentissimo accumulo di energia, devono sviluppare processi biochimici e fisici molto più complessi partendo da zero e quindi non possono competere sul piano della sostenibilità economica e ambientale, con questa soluzione. Infatti, producendo energia con gli impianti idroelettrici sommersi che coinvolgerebbero immense portate di acqua senza riscaldarle ma raffreddandole e ossigenando i fondali in pochi anni possiamo riparare i danni provocati da duecento anni d'impianti termici sbagliati. Fermo restando che una parte di energia la dobbiamo produrre con impianti termici biologici per produrre concimi, bio combustibili e depurare le acque di scolo agricole, industriali e urbane, non c'e bisogno di rubare terreni all'agricoltura e nemmeno di selvaggi processi di estrazione del metano come il fraking. Dopo questa invenzione, i costi di estrazione, di produzione e depurazione dell'energia fossile non possono competere con gli impianti idroelettrici sommersi, che evitano la realizzazione di grandi opere civili come i bacini a monte e a valle degli impianti idroelettrici tradizionali e le opere di convogliamento delle acque per sfruttare correnti marine e fluviali, inoltre, svolgono importantissime funzioni ambientali che nessun impianto al mondo potrà mai realizzare producendo contemporaneamente energia pulita. Dalla pubblicazione in rete http://www.siallerinnovabili.it/741/energia-idroelettrica-costi/ prelevo le seguenti tabelle di comparazione dei costi delle energie rinnovabili

Fonte Energetica	Costo medio
idroelettrico basso salto (oltre 10 MW)	11,6 €c/kWh
idroelettrico basso salto (da 1 MW a 10 MW)	12,5 €c/kWh
eolico isolato connesso in MT	12,7 €c/kWh
eolico connesso in AT	13,6 €c/kWh
idroelettrico grande salto	13,6 €c/kWh
miniidroelettrico basso salto (fino a 1 MW)	20,6 €c/kWh
combustione diretta della biomassa	23,4 €c/kWh
fotovoltaico (da 40kW a 1MW)	41,0 €c/kWh
fotovoltaico domestico (da 1 a 3 kW)	50,0 €c/kWh

Voci di costo per impianti idroelettrici	Incidenza percentuale
costo dell'acqua, costi di assicurazione e diritti	10%
costo delle opere fisse in muratura	40%
costo opere di adduzione e scarico	10%
costo opere elettriche e di regolazione	30%
costo macchinario idraulico (CM)	10%
Totale:	100%

Se consideriamo che negli impianti idroelettrici sommersi le prime tre voci di costo che rappresentano il 60% del costo totale, possiamo tranquillamente asserire che il costo energetico idroelettrico che è già il più basso delle rinnovabili si può ridurre del 50% rispetto a costi attuali, con i vantaggi depurativi che la soluzione consente e con la possibilità di estenderli fino a coprire l'intera produzione energetica mondiale, non avendo limiti dovuti alle caratteristiche dei territori e alle quantità di acque disponibili.

Pertanto il costo dell'energia idroelettrica sommersa non supererà i 6,00 $€_c$/kw. Se confrontiamo questo costo con il costo medio dell'energia prodotta con il carbone, che è circa 9,5 $€_c$/kw senza C.C.S. e diventerà 13.6 $€_c$/kw, con il C.C.S. (http://www.skepticalscience.com/true-cost-of-coal-power.html) che non risolve nessun problema ambientale oltre alla riduzione del CO2, a un obiettivo esame, questa semplicissima invenzione è la più importante invenzione energetica e

ambientale di tutti i tempi. Ma il sottoscritto, che è arrivato a questa soluzione partendo dai sistemi depurativi e dalle sinergie con le altre tecnologie, conferma tutte le altre inascoltate proposte precedenti perché se si abbina l'uso di combustibili fossili nella giusta proporzione, alla produzione di energia biologica, negli stessi impianti, senza C.C.S., noi possiamo anche sul fronte termico ottenere risultati di costo intorno ai 10 $€_c$/kw. Anche in quel caso proteggendo l'ambiente inviando carbonati ai mari e producendo concimi per la terra. Ma questo discorso è stato affrontato inutilmente, in altri progetti del sottoscritto.

Per realizzare impianti idroelettrici sommersi, oltre alle turbine, d'importanza fondamentale sono le pompe idrovore da utilizzare, le quali, come le turbine, devono essere intubate, non solo perché è la migliore soluzione per la circolazione dell'acqua, ma anche per proteggerle dalle specie ittiche di grandi dimensioni che potrebbero metterle fuori esercizio. Per questo e altri motivi pratici sono state scelte le pompe assiali intubate, le quali per funzionare devono esser soltanto calate all'interno delle tubazioni di sollevamento poggiandole su un anello saldato all'interno del tubo (srdp). Anche queste elettropompe devono essere adattate agli impianti sommersi per essere installate a profondità molto superiori a quelle attuali e come detto, con l'aspirazione rivolta verso l'alto, contrariamente a quello che avviene negli impianti terrestri attuali.

Altro elemento importante da tenere in considerazione è il sistema di galleggiamento, che deve essere sommerso per non risentire delle onde marine. Oggi esistono elementi modulari di galleggiamento in polietilene accoppiabili in senso verticale e orizzontale per mezzo di profilati in acciaio zincato o inox, con dimensioni 3500 x 2000 x 1000 mm, densità media 935 kg/m3, spinta di galleggiamento per ogni elemento sommerso 5325 kg. Questi moduli possono regolare la spinta se riempiti di acqua o aria. Sono già impiegati per realizzare

case galleggianti, cantieri marini e lacustri, strade provvisorie etc. Supponendo che per la realizzazione della piattaforma portante (sbp), il peso dei tubi, della pompa e della turbina si abbiano complessivamente 50.000. kg. occorreranno circa N 10 galleggianti (50.000/5325) che copriranno una superficie totale di circa 70 m^2. Questi moduli li distribuiremo su due piani per realizzare una piattaforma galleggiante di circa 40 m^2 comprendenti anche le strutture d'irrigidimento e contenimento. Al centro di questa piattaforma si realizzano i fori per il passaggio dei tubi di sospensione degli impianti. Dopo il montaggio degli impianti si riempiono parzialmente di acqua gli elementi galleggianti affinché l'impianto galleggi completamente immerso nelle acque come rappresentato nei disegni.

Tra i molti tipi di turbine idrauliche presenti sul mercato sono stati individuati due tipi che maggiormente si avvicinano alle caratteristiche degli impianti da 1 – 2 MW facilmente realizzabili lungo le zone costiere e nei laghi con bassi costi di realizzazione, bassissimi costi di esercizio, altissimi rendimenti, energetici e depurativi, sfruttando energie di pressione da sempre esistenti e mai utilizzate. Non si citano marca e tipo di turbine ma soltanto gli aspetti funzionali, poiché tutte le turbine possono essere utilizzate con questo sistema. con qualsiasi portata e qualsiasi caduta di pressione nella turbina.

1) turbina a reazione a flusso radiale con scarico assiale, distributore a pale regolabili (ma regolato in fabbrica) e girante a pale fisse. Portate da 4 a 100 m^3/s, salti da 10 a 400 m

2) Turbine a reazione intubata con portate da 1 a 8 m^3/s, salti da 5 a 100 m (attualmente 15 m) e alternatore stagno incorporato.

Essendo molto diverse tra loro queste turbine, anche le

soluzioni impiantistiche adottate sono diverse. Ma prima si riporta un criterio generale di dimensionamento delle turbine idrauliche,

che necessitano principalmente dei seguenti parametri:

- La portata in volume **Q [m^3/s]**
- La caduta utile o netta **H_u [m]**

Da questi dati si può ricavare il numero caratteristico della macchina K. I diagrammi statistici delle case costruttrici riportano i parametri funzionali e geometrici della macchina in funzione di K. La regolazione della turbina si effettua variando l'inclinazione delle pale della girante e/o del distributore. In questo modo varia la portata che attraversa la turbina e la caduta utile dell'impianto. Ma nei casi che consideriamo avremo sempre un livello costante e le portate le possiamo stabilire a priori. Queste regolazioni non servono. Possiamo realizzare macchine semplici regolate in fabbrica con distributori e giranti fisse per ridurre al minimo le possibilità di guasti, poiché gli impianti sommersi non devono subire interventi di manutenzione. A parità della velocità di rotazione, con determinate inclinazioni delle pale del distributore e della girante è possibile calcolare il valore Ku1, il quale a sua volta consente di determinare il diametri esterno della girante D1 che definisce la grandezza dalla macchina. Ku1 = U1/ √2gh; D1 = 2*U1/(2πn/60)

La caduta utile Hu è la caduta disponibile ricavata dalla caduta totale (Ht) sottratta della perdita di carico Y relativa alla condotta e a tutte le discontinuità presenti a monte della turbina.

Calcolando la posizione in cui installiamo la turbina sotto battente, possiamo fare in modo che la curva della resistenza idraulica dovuta alle perdite di carico nella tubazione e nella turbina e la curva della pompa che crea la circolazione dell'acqua s'incontrino sulla linea zero della prevalenza

geodetica (distanza tra il livello del mare e l'asse della turbina), dove anche le energie di pressione e cinetiche in aspirazione e mandata si azzerano reciprocamente essendo P1 = P2 e V1 = V2 (a causa del battente sull'aspirazione della pompa) secondo la relazione $H = 0 = (P2 - P1) / \gamma + (V2^2 - (V1^2) /2g$. Questo significa che una volta vinto lo stato d'inerzia dell'acqua, dovuto all'effetto dei vasi comunicanti, possiamo simulare le condizioni di funzionamento degli impianti idroelettrici terrestri non sommersi e di conseguenza alimentare le turbine con l'altezza "Hu" equivalente. La produzione di corrente dell'alternatore accoppiato alla turbina sarà proporzionale alla portata di acqua e alla caduta $H_{u.}$

Supponendo di realizzare le due centrali "idrolettriche sommerse" partendo da una portata di acqua di 4000 L/s, sfruttando una caduta totale (Ht) di 50 m, scegliamo una elettropompa sommersa intubata in un tubo (wdt) Dn 1400 e creiamo degli impianti ch consentano l'installazione della pompa alla profondità di 50 m. Con una portata da 4.000 L/sec, V = 2,6 m/sec, le perdite di carico in m/km calcolate con la formula di Bazin ($1.000*4*V^2/C^2*D$) dove ($C= 87/(1+2g/\sqrt{D})$ e un coefficiente di scabrezza γ=16, sono 4,11 m/km, per un totale di 0.20 m. Nel caso dell'impiego della turbina a flusso radiale e alternatore esterno (dis. ½), le perdite di carico localizzate nella riduzione di ingresso alla turbina con $D_2 =$ 700 mm (V_2 = 10,4 m/s) sono pari a 2,75 m ($0.5 *V_2^2/2g$); le perdite di carico nella curva a 90 gradi raggio ($0,5* V_1^2/2g$) sono pari a 2,75 m, pertanto l'altezza utile (Hu) all'ingresso della turbina diventa circa 44,3 m, supponendo che il rendimento complessivo della macchina sia 0,87. La potenza utile erogabile dalla turbina sarà $Pu = \eta*1025*Q*Hu/102 = 0,87*1025*4*44,3/102 = 1.549$ KW. Nella soluzione intubata verticale supponendo che il rendimento sia lo stesso e che la turbina entri comodamente nel tubo Dn 1500 (il tubo è piu

largo di 10 cm per contenere la turbina) non ci sono altre perdite di carico, se non quelle richieste dalla turbina pertanto i 50 mt di battente positivo (Hu) sono utilizzati integralmente e la potenza energetica utile sarà superiore:1.748 KW. Nessuna energia al mondo costa così poco e nessun impianto energetico è così semplice da realizzare, anche se ci sono problemi per realizzare le manutenzioni, che possono essere evitati realizzando impianti semplici a pale fisse perché il livello del mare è costante e la soluzione galleggiante non risente nemmeno dell'alta e bassa marea.

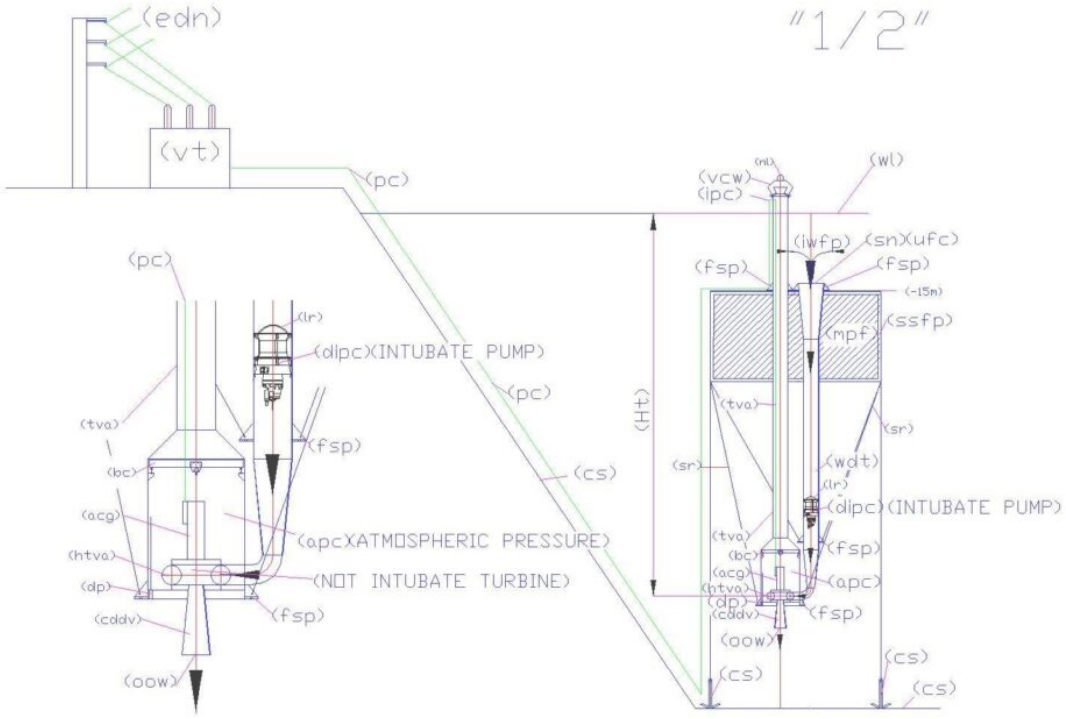
Non è da sottovalutare nemmeno il fatto che questi impianti, movimentando grandi masse di acqua superficiale, con maggiori quantità di ossigeno, saranno utilissimi anche per risanare i fondali inquinati dai sedimenti provocati dall'eutrofizzazione nel mare e nei laghi, inoltre, provocando anche la risalita in superficie di grandi quantità di nutrienti e carbonati, aumentano l'ossigenazione e la vita biologica vegetale e delle specie ittiche (fenomeno noto con il nome upwelling) .

Nei disegni allegati si usano acronimi in lingua inglese per rendere maggiormente comprensibili le rivendicazioni pubblicate in tale lingua:

Legend = Legenda

(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) f**lange 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)** imput power cables = ìngresso 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;

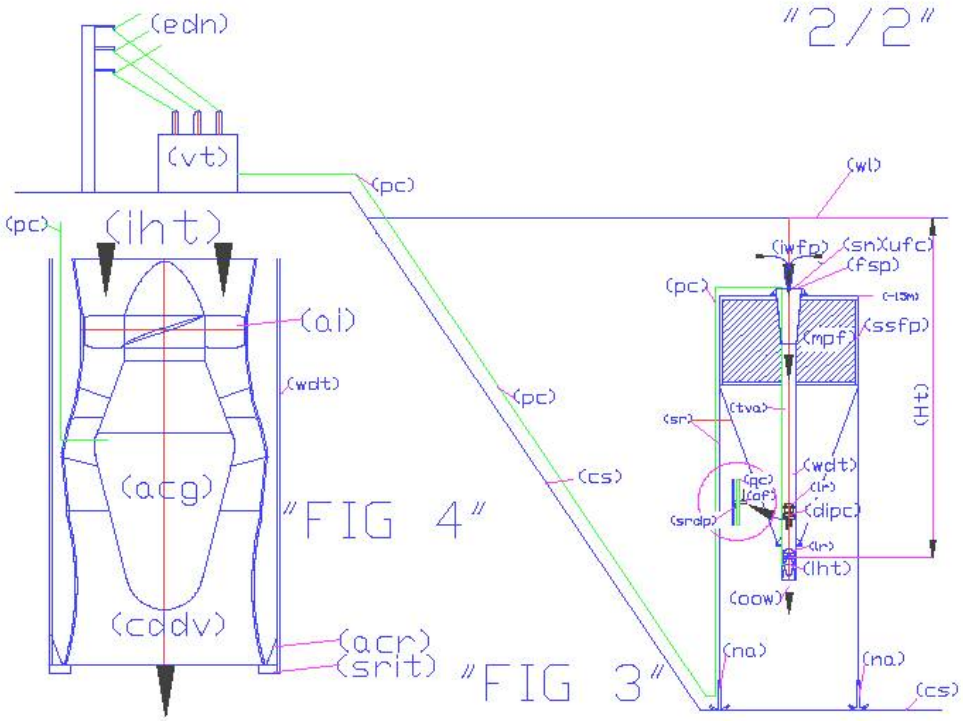


SUBMERGED HYDRAULIC ENERGY WITHOUT HYDRAULIC JUMP AND WITH SEABED OXIDATION

▪

Il dis. "1/2" fig. 1 riporta schematicamentel'impianto con turbine a flusso radiale con 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 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 grù 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 percorso dei cavi elettrici (pc), la centrale di trasformazione dell’energia (vt) e la rete di distribuzione (edn). La **fig. 2 è** l’ingrandimento dellaparte inferiore dell’impianto sopra descritto.



Il dis. “2/2” fig. 3 riporta schematicamentel’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).

Luigi Antonio Pezone