

# **Impianto sinergico di depurcoegeproduzione termoelettrica coperta globale (D.C.P.T.C.G.).**

**Impianto sinergico di depurcoegeproduzione termoelettrica coperta globale (D.C.P.T.C.G.).**

Deposito di brevetto n. 102012902102250 del 12.11.2012.

Brevetto italiano n. 0001419312 del 26.11.2015.

Documento di priorità del brevetto internazionale W02014/076726

dal titolo "Global synergy plants for depuration, biomass production and thermoelectric cogeneration (GSPDPTC)".

## **RIASSUNTO**

Allo stato dell'arte gli impianti termici e le centrali termoelettriche, sono una grande fonte di inquinamento dell'atmosfera per le sostanze tossiche emesse e anche fonte di sprechi economici per il calore disperso e non recuperato. L'invenzione del sottoscritto denominata "depurcoegeproduzione termoelettrica globale" (D.C.P.T.C.G.) recupera queste risorse, aumenta i rendimenti, rende pulita l'energia, depura e alcalinizza o desalinizza tutte le acque che attraversano l'impianto. Il sistema si basa sull'allargamento di questi impianti con nuove sezioni in modo da poter sfruttare il calore e il CO<sub>2</sub> che producono. Fanno parte di queste nuove sezioni le ciminiere C.R.D. che riportano verso il basso i fumi contribuendo alla filtrazione e al raffreddamento; i fabbricati D.D.C.L che sfruttano il calore contenuto nelle acque per riscaldare grandi digestori anaerobici producendo

biogas e compost per l'agricoltura di alta qualità; i fabbricati serra verticali F.S.V. che consumando il CO<sub>2</sub> e il calore residuo producono biomasse energetiche e fanghi, che saranno trasferiti agli stessi D.D.C.L. Nei F.S.V. il CO<sub>2</sub> sarà usato anche per la carbonatazione a freddo di rocce calcaree immagazzinate su più piani in appositi cestelli pensili carrellati. E' il continuo riciclo delle acque tra la sezione calcarea (sbcmcv) e quella depurativa (sbsfcv) a consentire il maggior assorbimento del CO<sub>2</sub>. Piogge di acqua depurate ed eventualmente desalinizzate da cestelli mobili riempiti con resine di scambio ionico, trascineranno nei bacini acquatici sottostanti i carbonati prodotti dalla corrosione delle rocce che saranno rinnovate periodicamente.

#### DESCRIZIONE.

Allo stato attuale dell'arte gli impianti di depurazione urbani e industriali e gli impianti termici sono completamente separati. Esistono gli impianti di cogenerazione che producono energia da biomasse energetiche ma consumano il 40% dell'energia prodotta per riscaldare i digestori anaerobici e le altre esigenze energetiche. Questi producono fanghi e digestato liquido ma non depurano i fumi dal CO<sub>2</sub> essendo considerato di origine biologica. Ma se abbiamo a portata di mano il CO<sub>2</sub> di origine biologica ed è più facile catturarlo, perché catturare quello fossile con maggiori costi? Il sottoscritto già in tre precedenti depositi di brevetto ha sostenuto che il CO<sub>2</sub> è neutralizzabile in modo sostenibile attraverso la fotosintesi e l'alcalinizzazione delle acque (Ce2010A000008 del 22/06/2010, Ce 2010A000012 del 07/10/2010, CE2011A000001 del 02/02/2011) ma di fronte alle grandi concentrazioni degli impianti termici ha voluto effettuare un apposito studio. La soluzione elaborata l'ha chiamata Depurcogeproduzione coperta globale (D.C.P.T.C.G.), in quanto gli impianti che verranno realizzati con questo sistema consentiranno la depurazione globale dell'ambiente recuperando

il calore e il CO<sub>2</sub> per produrre nuova energia. Di fatto, amplia le funzioni degli impianti termici con nuove sezioni che recuperano il calore [ciminiera (C.D.R.) digestori (D.D.C.L) e fabbricati serra (FSV)] e altre che recuperino e consumano il CO<sub>2</sub> (fabbricati serra con produzione energetiche, stagni biologici, serre calcaree), altre che producano nuova energia (digestori gasometri,CTEbio). Collegando le nuove alle vecchie sezioni, in un ciclo chiuso, recupera le acque di raffreddamento, non espelle i fumi attraverso le ciminiere ma attraverso le serre calcaree. Di fatto, si aumenta il rendimento complessivo della produzione energetica producendo energia pulita. Prima di proseguire nella descrizione si ritiene opportuno riportare una legenda delle sigle utilizzate nella descrizione e sui disegni allegati: 1) schema di flusso generale, 2) sezione longitudinale 3) sezione trasversale: (aa) alimentazione acqua alcalina; (acf) arrivo collettore fognario; alimentazione acqua decarbonata; (agf) agitatore fanghi; (bam) bilancella attrezzata motorizzata; (braa) bacino raccolta acqua da alcalinizzare; (brad) bacino raccolta acqua da depurare; (cbio) collettore biogas; (ci) compost insaccato; (cim) corpo idrico a monte; (civ) corpo idrico a valle; (C.T.E.) centrale termoelettrica; (C.R.D.bio e fos) ciminiera di recupero e depurazione fumi combustibili fossili o biologici; (ce) camera di espansione; (cpcc) cestelli pensili calcarei carrellati; (cprc) cestelli pensili portaresine carrellati; (crp) canale raccolta pietre; (dg) digestore;; (eva) elettroventilatore per aria; (evf) elettroventilatore per fumi; (fcb) filtro a ciclone per biogas; (fes) filtro elettrostatico (ffct) filtrazione fumi centrale termica; (ftac) fascio tubiero acque calde; (I.T.fos) impianto termico fossile; (mscb) montacarichi di smistamento cestelli e bilancelle; (ntm) nastro trasporto melme; (Pae) presa aria esterna; (plv) pluviale; (psa) pompa sollevamento acqua; (psac) pompa sollevamento acqua calda; (psf) pompa sollevamento fanghi; (pst) pannelli solari trasparenti; (sca) silo calce; (scmcv) calcarea meccanizzata cop. vert.; (sbm)

silos biomasse; (sbfscv) stagno biologico facoltativo successivo cop. vert.; (sbffcv) stagno biologico facoltativo finale cop. vert.; (scmcv) serra calcarea meccanizzata cop. vert.; (scaa) scambiatore di calore acqua acqua; (scaar) scambiatore di calore acqua aria; (scfa) scambiatore di calore fumi acqua; (scfv) scambiatore di calore fumi vapore; (scva) scambiatore di calore vapore acqua; (sfa) serbatoio di transito per fanghi da addensare; (si) solaio inf; (sif) serranda intercettazione fumi; (smpcv) serra meccanizzata di produzione cop. vert.; (srea) serranda di regolazione entrata aria; (src) serbatoio raccolta condensa; (ss) solaio sup; (tor) torcia; (tpbio) trasporto pneumatico biomasse; (ssa) serbatoio soluzione anionica; (ssc) serbatoio soluzione cationica; (tlr) tunnel lavaggio resine; (trr) tunnel rigenerazione resine; (tlfr) tunnel lavaggio finale resine; (tra) tunnel rigenerazione anionica; (trc) tunnel rigenerazione cationica; (trfa) tramoggia per fango addensato; (trmc) tramoggia per massi calcarei; (trcd) tramoggia di carico digestori; (ua) uscita aria; (uta) unità di trattamento aria; (vas) vaschette per acqua di sfioro; (vrc) valvola di intercettazione acqua di ricircolo; (vsa) vano scala e ascensore; (vsd) valvola di scarico acqua depurate e desalinizzata; (zcsbc) zona coperta smistamento bilancelle e cestelli.

Dai disegni "1" e "2" si può notare che nell'impianto D.C.P.T.C.G. sono riportate due ciminiere C.R.D., appartenenti a generici impianti termici, fossile (ITfos) o biologici (ITbio). Ovviamente, se l'impianto D.C.P.T.C.G. viene realizzato per migliorare il rendimento e pulire l'energia di una centrale termoelettrica che utilizza già il metano o un combustibile leggero compatibile (come il gasolio) esisterà una sola ciminiera. La modifica della ciminiera ci consente di fare un primo raffreddamento dei fumi. La seconda fase del raffreddamento avviene miscelando ulteriormente i fumi con aria atmosferica nella serra (sbcmcv) e creando dalle vaschette a sfioro (vas) una pioggia di acqua sui cestelli

pieni di rocce calcaree. Come si vede dallo schema "1" e dalle sezioni "2" e "3", Tutto il calore contenuto nei bacini di raccolta delle acque calde (brac) e buona parte di quello contenuto nei fumi (che vengono miscelati con l'aria) viene utilizzato nell'impianto per produrre biogas nei digestori (dg) del fabbricato D.D.C.L, biomasse energetiche nelle serre dei fabbricati F.S.V. (smpcv, sbfscv, sbcmcv) oppure per corrodere le rocce calcaree che producono carbonati nelle acque (scmcv), che cadono nel bacino (braa).

Supponiamo che le caratteristiche della centrale termoelettrica che trasformiamo in impianto D.C.P.T.C.G. siano le seguenti: potenza lorda di 320 MW, potenza assorbita dai servizi ausiliari 16 MW; potenza netta alla rete 304 MW; rendimento netto d'impianto 0,55; PCI gas naturale = 11200 kcal/kg = 13kw/kg; la portata di vapore all'ingresso del condensatore circa 619.355 kg/h; l'entalpia del vapore all'ingresso del condensatore: 566,1 kcal/kg. La temperatura dell'acqua all'uscita del condensatore di 45 °C. Con i dati di partenza, la potenza termica richiesta al generatore di vapore sarà:  $P=320-16 / 0,55= 552$  MW. La temperatura dei fumi, grazie a scambiatori di calore con l'aria comburente, è di circa 77 – 80 °C. La quantità di gas naturale (GN) da bruciare sarà =  $552000 / 13kw/kg\ h = 42.461kg/h$ . ( $59.805\ Nm^3/h$ ). La quantità di fumo prodotto secondo dati sperimentali, espressa in peso, ottenuta bruciando un kg di combustibile con l'aria stechiometrica in assenza di CO, tenendo conto dell'umidità media contenuta nel combustibile, di eventuali ceneri o sedimenti e del contenuto medio di umidità nell'aria è stimabile in 18,18Kg / kg di combustibile a cui vanno aggiunti il 5% di aria in eccesso. Quindi la quantità totale di fumi prodotti è di **810.538** kg/h. ( $42.461*18,18* 1,05$ ). La quantità di CO<sub>2</sub> prodotto, rapportato ai pesi atomici è pari a 44/12 (3,66) kg di CO<sub>2</sub> per ogni kg di carbonio presente nella miscela di gas metano 12/16 (0,75). Pertanto, la quantità di CO<sub>2</sub> prodotta è =  $42.461* 0,75 *3,66= 74.093$  kg/h che

rappresenta una percentuale nei fumi di circa 9,14% (6% in volume). Partendo dal calore del vapore da smaltire all'uscita della turbina, il calore scambiato complessivamente sarà:  $Q = \text{Port. Vap.} * (h_v - h_c) = 619,355 * 10^3 * (566,1 - 45) \text{ kcal/h} = \mathbf{322.745.890} \text{ kcal/h}$ . Stabilendo un salto termico di 8 °C. dimensioniamo uno scambiatore di calore per riscaldare i digestori (dg). Possiamo considerare che la trasmissione del calore all'interno dei digestori avvenga tra un fluido in movimento e uno stagnante. Usiamo la seguente espressione:  $A = Q * [\ln (T_1 - t) - \ln (T_2 - t)] / k * (T_1 - T_2)$ , dove "T" sono le temperature dell'acqua di riscaldamento (45 - 37) e "t" le temperature dell'acqua nel digestore (35), K è il coefficiente di trasmissione acqua/acqua, attraverso pareti di acciaio=280; Quindi  $A = 322.745.890 * 1,38 / (280 * 8) = 198.834. \text{ m}^2$ . La portata dell'acqua  $P = Q / \Delta T = 322.745.890 / 8 = \mathbf{40.432.236} \text{ L/h}$ . Utilizzando per il fascio tubiero dello scambiatore di calore dei tubi in acciaio inox del diametro esterno di 114 mm, con la superficie esterna di 0,3876 m<sup>2</sup>, necessitano 512.988 m di tubi (198.834/0,3876), che dividiamo in 20 digestori (dg) con, mediamente, 25.650 m di tubi, divisi in fasci da 36 tubi, dello sviluppo medio di 712 m prima di uscire dalla sezione. In ogni tubo circolerà la portata di 56.000 L/h [40.432.236/(20\*36)]. Il fascio tubiero attraverserà con un percorso di andata e ritorno il digestore lineare, lungo circa 300 m. Quindi avremo n. 20 fabbricati digestori disidratatori compostatori dei fanghi prodotti (D.D.C.L) con n. 20 gasometri e torce di combustione del gas di sfiato. Questi ultimi essendo parte di una tecnologia già acquisita non vengono descritti. Per neutralizzare nei bacini di acqua (braa) dei fabbricati F.S.V. i 74.093 kg/h, di CO<sub>2</sub> contenuti nella portata dei fumi ( 810.538 kg/h), occorrono circa 94.098 kg/h di ossido di calcio (74.093\* 56/44) in base ai rapporti dei pesi molari. Supponendo di estrarre mediamente 400 mg/L di calcio, attraverso i vari passaggi, utilizzeremo almeno 240.000.000 L/h di acqua per tirar fuori

il calcio dalle rocce calcaree ( $94.098 \cdot 10^6 / 400$ ) secondo la reazione  $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^-$ . Ovviamente, la portata di acqua che transiterà nel bacino coperto potrà essere molto superiore o molto inferiore dipendendo dalle disponibilità idriche del bacino vicino all'impianto. L'importante è sollevare alle vaschette di sfioro (vas) il quantitativo di acqua dolce necessaria, anche ricircolando la stessa acqua più volte attraverso gli stagni biologici successivi facoltativi verticali (sbsfcv) (aiutati dalla circolazione di cestelli contenenti resine di scambio ionico per aumentare le capacità di addolcimento dell'acqua) e le serre calcaree (scmcv). In carenza di acqua, potranno essere eliminate le sezioni (smpcv) ampliando quelle (sbfscv), aumentando la capacità rigenerativa delle acque tramite l'umento del volume in circolazione, la superficie esposta alla fotosintesi, il numero dei cestelli con resine di scambio ionico. Le acque avranno la seguente provenienza a) acqua prelevata dalla zona centrale dei bacini (braa), alimentate anche direttamente dai corpi idrici a monte; b) acqua di riscaldamento dei digestori (dg) e delle serre verticali (smpcv); c) acqua di troppo pieno (depurata dai passaggi in successione degli stagni biologici facoltativi), che fuoriesce dal piano superiore (sbffcv). Per quanto riguarda la circolazione dell'aria, supponiamo che, tra la prima fase di raffreddamento nelle (C.D.R.) e la seconda, misceliamo i circa 810.500 kg/h di fumi, con un contenuto di  $\text{CO}_2$  di 74.000 kg/h, con una portata di aria fresca di circa 3.500.000 kg/h. Il risultato impostato per le condizioni termo igrometriche interne medie alla serra calcarea, dove si immettono i fumi miscelati con l'aria, potrebbe essere 30 °C con il 100 % di umidità (tenendo presente che questa temperatura dipenderà anche dalla disponibilità dell'acqua di raffreddamento e dalle condizioni termo igrometriche esterne, pertanto è indispensabile gestire la quantità dei ventilatori in funzione con computer, in base ai rilevamenti termoigrometrici). In queste condizioni avremmo un'entalpia J

= 23,7 kcal/kg e una quantità di calore da estrarre dalla serra di 102.158.850 Kcal/h. ( $4.310.500 \cdot 23,7$ ) attraverso l'aria e l'acqua che escono dall'impianto. La quantità effettiva di CO<sub>2</sub> che sarà assorbita dalle rocce calcaree, dipenderà dalla richiesta dell'impianto climatico delle serre di produzione (smpcv), accessibili all'uomo, dove la concentrazione di CO<sub>2</sub> (e altri gas) sarà controllata con sonde. In queste serre l'assorbimento di CO<sub>2</sub> non è costante dipendendo dallo stato della coltura. Nella serra (sbcmcv) la concentrazione media di partenza sarà quella dell'aria miscelata. Per avere un riferimento, consideriamo che l'aria aspirata dall'ambiente (sbfscv) + (smpcv) abbia la concentrazione media di CO<sub>2</sub>: 1,76 % [ $(76.158 / 4.310.500) \cdot 100$ ] (1.14% in volume), che sarà ulteriormente diluita con l'aria di ventilazione della serra. Quest'aria alla pressione atmosferica e al livello del mare ha una massa volumica di 1,165 kg /m<sup>3</sup> pertanto occupa uno spazio di 5.021.732 m<sup>3</sup> ( $4.310.500 \cdot 1,165$ ). In ogni corpo dei 20 fabbricati avremo un volume di aria miscelata a circa 30 °C. di circa 251.086 m<sup>3</sup>/h di aria ( $5.021.732 / 20$ ). Inoltre, avendo fissato la lunghezza di 300 m e l'altezza di 70 m stabiliamo un volume approssimativo di circa 400.000 m<sup>3</sup> per il corpo centrale denominato (sbcmcv), al quale, come anticipato, dobbiamo affiancare sui due lati gli (sbfscv) + (smpcv), che saranno contenuti nello stesso ambiente che, complessivamente, occupano altri 300.000 m<sup>3</sup> per lato.

Partendo dalla considerazione che le coltivazioni energetiche in campo hanno una capacità produttiva media di circa 47 T/ha, possiamo stimare che coltivata in serra aumenti del 42% e diventi 66,7 T/ha. Fermo restando, la capacità specifica di produzione di biogas di 389 m<sup>3</sup>/T di biogas, ogni ettaro coltivato in serra, abbinato a una C.T.E. con ciclo combinato può produrre circa 100.000 Kw/anno ( $66,7 \cdot 389 \cdot 7,04 \text{ kw/m}^3 \cdot 0,55$ ).

Ma nei fabbricati serra la produzione può essere moltiplicata su più piani. Nel nostro caso, abbiamo stimati necessari 12 piani (il piano terreno è stato riservato agli interventi di manutenzione sui cestelli, le bilancelle addensamento fanghi, ecc e all' impianto di rigenerazione delle resine ioniche) con una superficie coltivata di circa 172 ettari ( $20 \times 24 \times 300 \times 12 / 10.000$ ) e una produzione di circa 2.170 Kw/h ( $17.200.000 / 330 \times 24$ ). Questa produzione energetica non è da trascurare ma rappresenta soltanto lo 0,7%, nei confronti dei 304 MW/h prodotti dalla centrale. D'altra parte il compito delle sezioni F.S.V. è quello di pulire l'energia, non di produrla. Poiché una mole di metano corrisponde a una mole di CO<sub>2</sub>, possiamo dire che la fotosintesi contribuisce poco alla produzione di energia. compito più gravoso per assorbire il CO<sub>2</sub> se lo devono assorbire le rocce calcaree. Sono, invece. sorprendenti le capacità digestive dei fabbricati D.D.C.L., che complessivamente, nelle 20 sezioni digestive avranno un volume di 400.000 m<sup>3</sup>, di cui 260.000 occupati dalla digestione e 140.000 dal gas. Se usassimo in questi digestori matrici energetiche di qualità, in grado di produrre 390 Nm<sup>3</sup>/t potremmo produrre più biogas della capacità di consumo della centrale. Infatti il biogas prodotto sarebbe 112.666 Nm<sup>3</sup>/h  $[(260.000 \times 0,40 \times 390) / (15 \times 24)]$  e assicurerebbe una capacità energetica al focolare di 721.000 KW/h contro i 552.000 necessari.

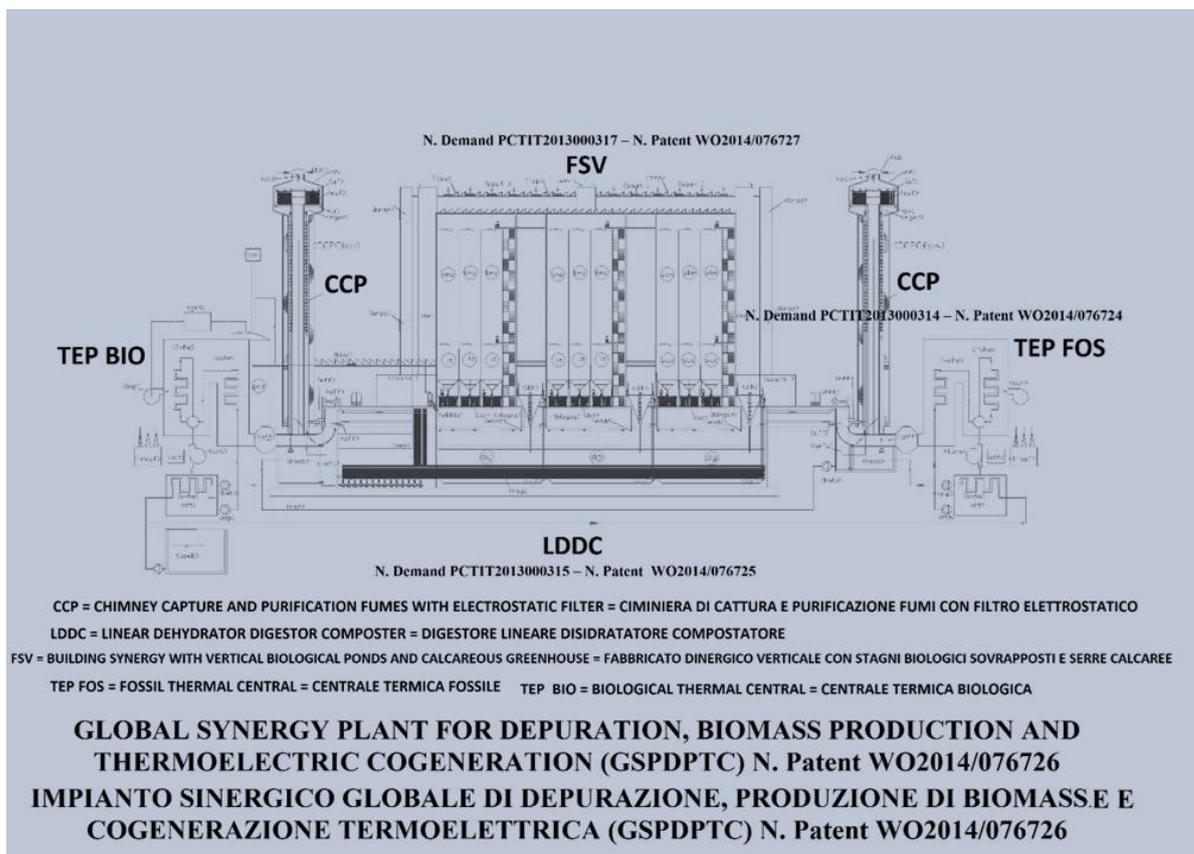
Nei disegni allegati è riportato il caso più comune, di una centrale termoelettrica alimentata con combustibili fossili, la cui ciminiera (C.R.D.fos), non espelle i fumi e addirittura aspira aria dall'esterno, grazie a uno o più elettroventilatori (evf) dimensionati in modo da assicurare una depressione nella camera (es) che consenta di convogliare verso il basso i fumi caldi che saranno costretti a passare attraverso un filtro elettrostatico (fes), all'uscita del quale, si miscelano con aria fresca atmosferica. La miscela di aria e fumi, ancora calda, scendendo verso il basso cede il

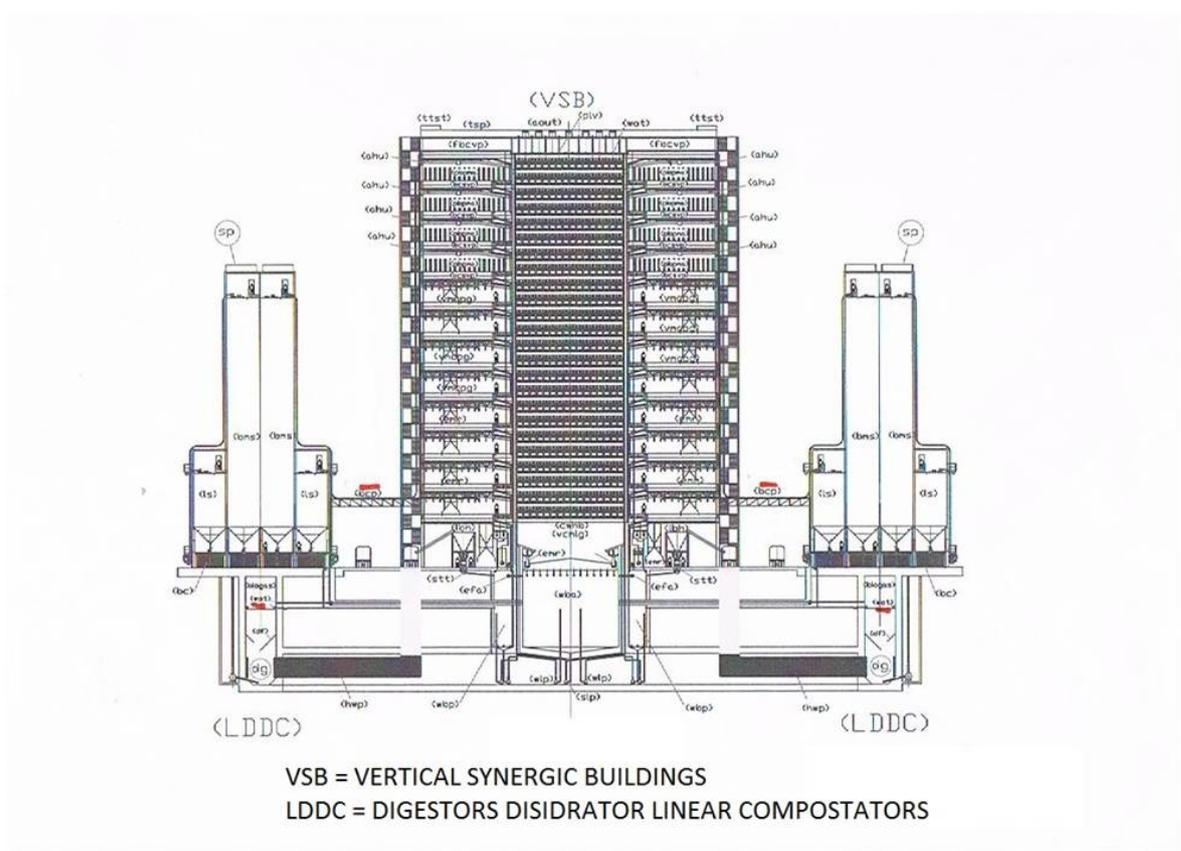
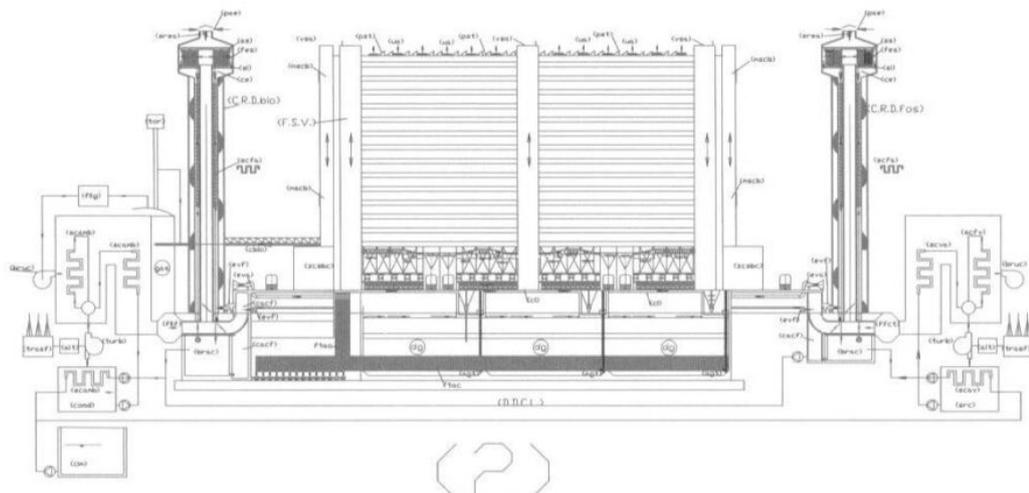
proprio calore all'acqua che circola in un fascio tubiero avvolto a spirale sulla canna fumaria centrale (scfa). Le acque calde si raccolgono nel bacino (brac), mentre i fumi sono convogliati nel canale (Cacf), tenuto in costante depressione dagli elettroventilatori (evf) che trasferiscono i fumi caldi nell'ambiente (sbcmcv), nel quale i fumi sono miscelati con altra aria immessa dai elettroventilatori (eva). In questo ambiente di grande dimensione il CO<sub>2</sub>, essendo più pesante, tende a ristagnare nella zona bassa mentre il vapore acqueo e l'aria tenderanno a stratificarsi nelle zone più alte fino a uscire attraverso le aperture nel tetto (ua) dotate di serrande di sovrappressione a senso unico. Come si vede dagli stessi disegni, tutte le acque sollevate alle vaschette (vas), comprese quelle, dei pluviali attraversano il settore (scmcv) nel quale sono immagazzinati e disposti in righe file e piani dei cestelli metallici (cpcc) pensili calcarei carrellati. L'acqua cadendo dall'alto si incontra con la miscela di aria, vapore, CO<sub>2</sub>, ma attraversando anche una grande superficie calcarea dovuta alle rocce frantumate, trasporta, soprattutto, carbonati nelle acque del bacino (braa) sottostante.

**La logistica dei F.S.V..** Come si vede dallo schema (1) e dalle sezioni, gli ambienti (smpcv e sbfscv) sono disposti lateralmente al settore centrale calcareo (scmcv) per poter sfruttare la luce naturale, opportunamente integrata con luce artificiale. Le coperture dei (sbfscv) saranno costituite da grigliati con ampi vuoti per consentire il passaggio della luce. Entrambe le sezioni sfrutteranno il calore convogliatovi dal fascio tubiero (ftac) e la vicinanza della sezione (scmcv) dalla quale preleveranno aria calda e umida e ricca di CO<sub>2</sub> che miscelata con aria esterna in apposite uta (unità di trattamento aria) e controllata da sonde di umidità, temperatura e CO<sub>2</sub> disposte nell'ambiente consentiranno di avere condizioni ambientali buone per la produzione di biomasse agricole e acquatiche nell'arco dell'intero anno, sfruttando

anche la concimazione carbonica dovuta al  $CO_2$ . Ma nel fabbricato serra verticale coesistono anche sistemi meccanici di movimentazione e immagazzinamento dei cestelli (cpcc e cprc), non motorizzati e delle bilancelle (bam), che invece, saranno attrezzate e motorizzate per la lavorazione del terreno e il raccolto. Possiamo realizzare i F.S.V. con diversi gradi di automazione spostando cestelli e bilancelle sospesi a carrelli motorizzati o a spinta da un piano all'altro e da una corsia all'altra, seguendo percorsi prestabiliti longitudinali con traslazioni orizzontali o verticali, spostando mediante traslatori e sollevatori i tratti di binari che portano i carrelli motorizzati e non con cestelli o bilancelle. Le bilancelle saranno attrezzate per la lavorazione superficiale del terreno, per la semina, il taglio, la trinciatura e l'aspirazione del trinciato. Essendo le produzioni energetiche molto semplici dal punto di vista delle lavorazioni, le produzioni energetiche possono avvenire completamente in modo automatico: il raccolto, trinciato aspirato, tramite canali aspiranti laterali alla corsa della bilancella, viene inviato ai silo di stoccaggio delle biomasse (sbm). La movimentazione automatica dei cestelli (cpcc e cprc) e delle bilancelle (bam) ne consente il transito attraverso le stazioni al piano pavimento, dove vengono pulite riempite e attrezzate. Nel caso dell'impianto di scambio ionico si fanno l'intero percorso di lavaggio e rigenerazione delle rese. Alla fine cestelli e bilancelle sono inseriti in appositi montacarichi attrezzati (mscb) che lavorano all'esterno della struttura del fabbricato, i quali, sempre in automatico, secondo cicli programmati, sollevano, si arrestano al piano interessato e inseriscono o prelevano i cestelli o le bilancelle attraverso porte a battente in gomma con chiusura automatica azionate, a spinta, dall'elemento in transito. Non si entra nel merito del livello di automazione dei trasporti ampiamente sperimentati nell'industria, tuttavia, nel caso della produzione agricola, non sarà necessario, né conveniente elettrificare tutti percorsi, in

gran parte soggetti a piogge e agenti corrosivi. Verranno elettrificate soltanto le sezioni di smistamento dei carrelli porta cestelli e bilancelle, esterne al F.S.V. mediante scambi, discensori / elevatori e montacarichi. Converrà motorizzare soltanto i carrelli di trasporto delle bilancelle e le attrezzature agricole montate sulle stesse, tramite motori a corrente continua alimentati da batterie intercambiabili. Anche il trasporto pneumatico del trinciato è stato ampiamente sperimentato nell'industria, mentre per l'aspirazione del trinciato, da parte della bilancella attrezzata in movimento, si utilizza un collettore aspirante dotato di una fessura coperta da labbra in gomma che si aprono al passaggio del terminale metallico sagomato del tubo aspirante di cui sarà dotata l'attrezzatura montata sulla bilancella per il taglio trinciatura e aspirazione della coltura. 





Luigi Antonio Pezone