

XXIV corso di Tecnologia per Tecnici Cartari
edizione 2017/2018

Soluzioni energetico-sostenibili, una prospettiva per il futuro

di Bertasi Matteo



**Scuola Interregionale
di tecnologia per tecnici Cartari**

Istituto Salesiano «San Zeno» - Via Don Minzoni, 50 - 37138 Verona
www.sanzeno.org - scuolacartaria@sanzeno.org

*“Credere in se stessi è uno dei mattoni più importanti
nella costruzione di ogni impresa di successo”*

Lydia Maria Child

INDICE

INTRODUZIONE

I. CAPITOLO

- 1.1 Ambiente e energia
- 1.2 Carta-green
- 1.3 Il rapporto ambientale dell'industria cartaria italiana 2018
- 1.4 Efficienza energetica
 - 1.4.1 Contratti d'interrompibilità
 - 1.4.2 CAR
 - 1.4.3 Interconnettor e TEE

II. CAPITOLO “Cartiera Di Ferrara S.p.A.”

- 2.1 Interventi di miglioramento e di prestazioni energetiche
- 2.2 Razionalizzazioni del sistema
 - 2.2.1 Epurazione e stock preparation
 - 2.2.2 Sifoni e estrattori condense
 - 2.2.3 Comportamento della condensa alle varie velocità
- 2.3 Cogenerazione
- 2.4 Impianto vapore
 - 2.4.1 Vapore saturo e vapore surriscaldato
- 2.5 Turbo-gas
- 2.6 Impianto cogenerativo “Cartiera di Ferrara S.p.A.”

CONCLUSIONI

SITOGRAFIA

INTRODUZIONE

Il presente studio si propone di analizzare il volto dell'energia-sostenibile, rivolgendo particolare interesse non a una tecnologia bensì a un settore, l'efficienza energetica, uno strumento incentivante tra i più virtuosi, soffermandosi sulla protezione ambientale e crescita economica, da intendersi e correlarsi come realtà non più tra loro antagoniste, ma complementari, riconoscendo l'importanza ricoperta dall'energia per lo sviluppo sostenibile. Il compito della politica energetica risiede nel riorganizzare la nostra vita e la nostra società passando da un sistema "energivoro" a uno più virtuoso. Passaggio assai arduo ma graduale, tuttavia come tutti i momenti di difficoltà, anche la crisi attuale ha fornito delle grandi opportunità. Si è scelto dunque quest'argomento perché l'efficienza energetica è uno strumento per il raggiungimento di tutti gli obiettivi che concernono i principali paradigmi contemporanei: ambiente, sicurezza energetica e ripresa economica.

A tal scopo si è ritenuto utile fornire dapprima un inquadramento generale sul rapporto congiunto e stretto tra ambiente ed energia con le possibili soluzioni oggi applicabili per poi entrare più nel dettaglio con le nostre modifiche impiantistiche e la relativa efficienza energetica.

I. CAPITOLO

1.1 AMBIENTE ED ENERGIA

L'idea di trattare quest'argomento nasce dalla consapevolezza che oggi è indispensabile modificare i modelli di sviluppo industriale a causa di un eccessivo sfruttamento delle risorse naturali e a favore di un utilizzo compatibile con i ritmi della natura.

Il processo di fabbricazione della carta richiede ingenti quantità di energia, sotto forma sia di calore che di energia elettrica.

L'approvvigionamento di energia costituisce generalmente per le cartiere una delle prime voci di costo della produzione, si comprende così il motivo per cui l'industria cartaria è un settore "Energy Intensive", mentre anche se l'industria del settore vive un periodo di congiuntura positiva è necessario che le cartiere italiane operino in condizioni di parità rispetto ai competitor europei e di poter acquistare il gas alle stesse condizioni dei concorrenti. Infine non meno importante è la sostenibilità che implica l'adozione di un approccio di efficienza economica, tutela ambientale e considerazione delle ricadute sociali della propria attività.

A tal riguardo l'azienda utilizza esclusivamente carta da macero come materia prima, derivante principalmente dalla raccolta differenziata e cartone "pre-consumed", fornendo un'alternativa allo sfruttamento di piante per la produzione di carta. Questo coniuga perfettamente il tema "energia" in quanto per una cartiera è di fondamentale importanza per la questione costi, la sostenibilità e i risvolti tecnici.

1.2 CARTA-GREEN

La cartiera assume un ruolo diverso da quello delle altre strutture produttive: produrre carta da macero è un'operazione costosa ma rispettosa dell'ambiente. Il procedimento in fondo non è cambiato. La macchina continua segue gli stessi step della produzione a mano: pulper, pulizia della pasta, cilindri essiccatori e non fanno altro che ripetere in modo meccanico gesti antichi. La macchina continua è sicuramente un "energivora" e come tale diventa uno dei fattori strategici della green economy. Si può rimanere impressionati da quanto l'industria mondiale

lavori per il miglioramento produttivo nel rispetto dell'ambiente e nel contenimento dei costi. Si tratta di una filiera rispettosa dell'ambiente che sin dall'inizio contribuisce a preservare e arricchire il territorio. Prima di decidere dove costruire la Cartiera, si realizzano studi che consentono di ridurre l'impatto sul suolo, si predispongono i filtri necessari per la re-immissione delle acque di lavorazione nell'ambiente e che non incida sull'agricoltura locale. Le risorse economiche necessarie per la macchina continua e il suo aggiornamento sono investimenti, non costi, in quanto il lungo tempo di sostituzione della tecnologia, anche decine di anni, ed i conseguenti lunghi ammortamenti sono assorbibili nell'economia del prodotto. Un circuito virtuoso anche se la cartiera non opera in un ambiente green, comunque genera un beneficio ambientale diretto per il territorio ed è uno dei maggiori strumenti di "green production" ecocompatibile con tecnologie per il risparmio delle risorse e per la riduzione degli impatti.



1.3 RAPPORTO AMBIENTALE DELL'INDUSTRIA CARTARIA ITALIANA 2018

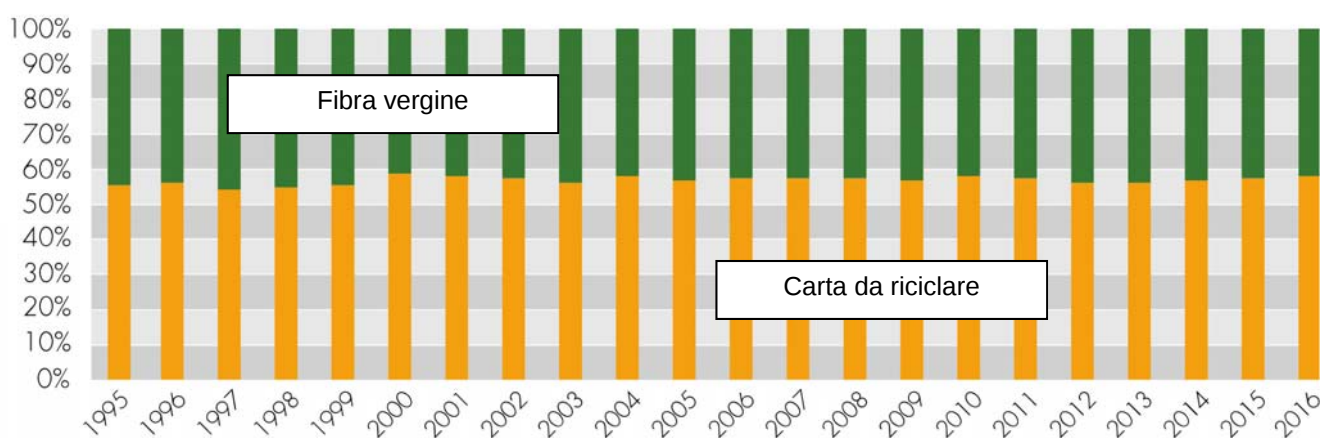
Si tratta di un resoconto redatto annualmente in conformità ai dati raccolti dall'associazione di categoria delle aziende cartarie italiane ASSOCARTA, che in base alle ricerche sui due anni precedenti comunica e trasmette alle imprese aderenti un atteggiamento responsabile verso la prevenzione dell'inquinamento e un potenziamento delle performance e della tutela ambientale. L'ultimo rapporto ambientale pubblicato da Assocarta è del 2018, su dati raccolti nel biennio 2015/16, tratta della volontà del settore di adottare i principi per una corretta gestione ambientale. In particolare, dall'analisi di quest'ultima edizione, si osserva come negli

anni si è assistito a un numero sempre maggiore di aziende che hanno sottoposto i loro sistemi a certificazione.

Dalla 19° edizione del rapporto ambientale emergono quindi le seguenti considerazioni.

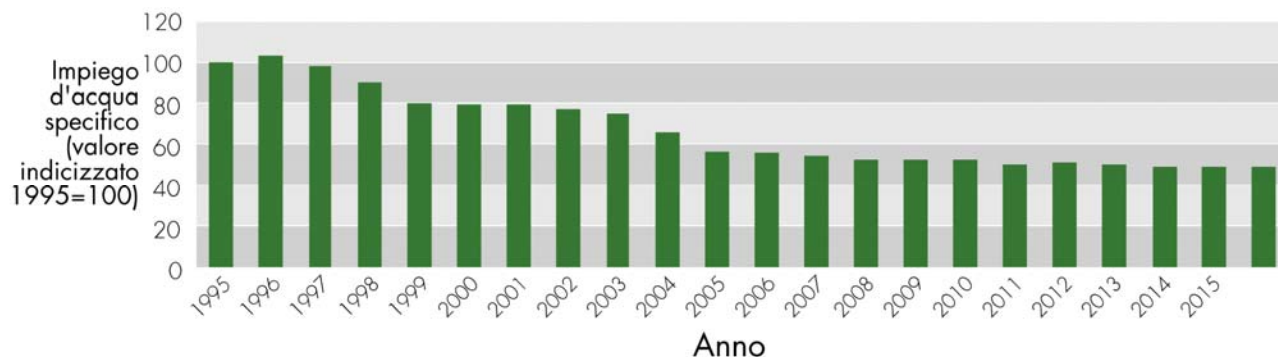
La pasta per carta vergine impiegata dalle cartiere italiane accompagnato da certificazione forestale è circa l'84%.

IMPIEGO DI PASTE PER CARTA VERGINI E DI CARTA DA RICICLARE



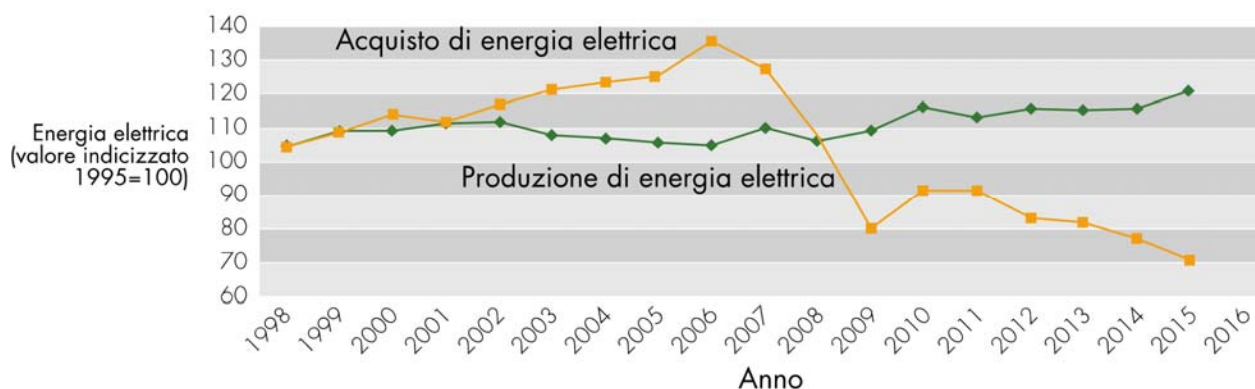
L'acqua, elemento fondamentale per la produzione di un foglio di carta, è costituita per il 90% da acqua di riciclo e solo per il 10% da acqua fresca.

IMPIEGO D'ACQUA PER UNITÀ DI PRODOTTO



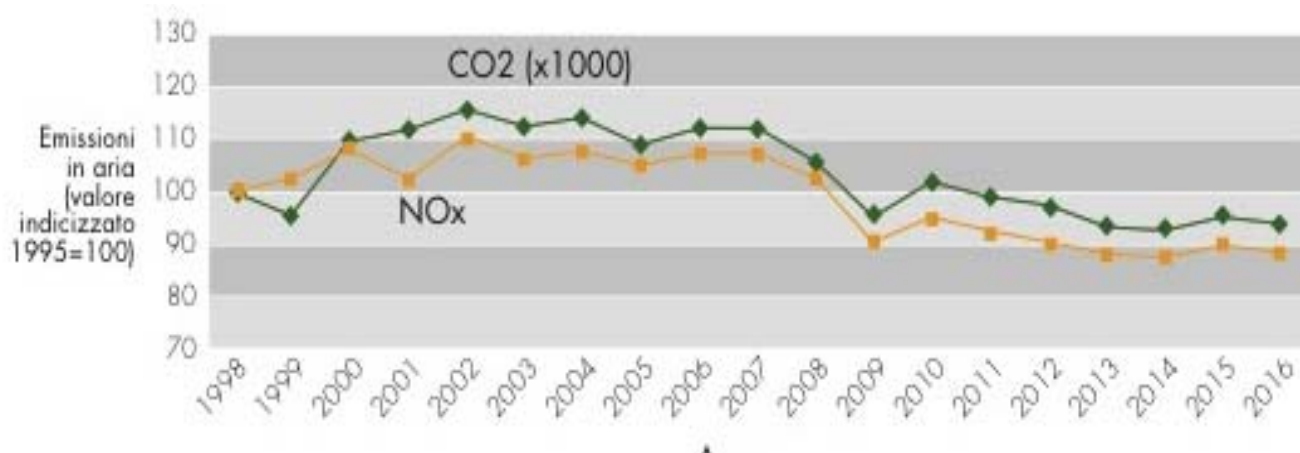
Sul fronte delle emissioni il cartario europeo ha risposto alla sfida UE di ridurre l'80% delle emissioni da qui al 2050 lanciando la Roadmap (il passaggio a un'economia europea a basse emissioni di carbonio).

PRODUZIONE E ACQUISTO TOTALI DI ENERGIA ELETTRICA



Il settore già da qualche tempo ha trovato grazie ai continui miglioramenti nell'efficienza energetica una risposta, cioè l'impiego quasi esclusivo di gas naturale e l'adozione di sistemi di generazione combinata di energia e calore. Per raggiungere un'ulteriore riduzione, non rimane che la sostituzione delle fonti fossili attraverso il recupero energetico dei residui di cartiera, al contempo rendere il proprio ciclo produttivo quanto più possibile chiuso e sostenibile.

EMISSIONI TOTALI IN ARIA DA COMBUSTIONE DI GAS NATURALI



Puntare sull'economia circolare per superare il modello lineare di spreco e alto consumo di risorse, che non ha futuro. Nel 2016 gli imballaggi avviati al riciclo sono arrivati a 8,5 Mton pari al 67,1% (obiettivo UE 55%). La forte crescita delle raccolte e del riciclo è accompagnata da corrispondenti sbocchi di mercato per la carta anche se va migliorata la riciclabilità dei prodotti e sviluppato maggiormente il mercato delle materie prime seconde e dei beni riciclati. Gli smaltimenti, tramite incenerimento o discarica, dovranno diventare residuali e limitati solo agli scarti non riciclabili dei processi di selezione e di riciclo.

1.4 EFFICIENZA ENERGETICA

Nella maggior parte dei casi le imprese decidono di migliorare l'efficienza energetica per rispondere a benefici economici poiché questo può comportare una riduzione dei costi e un business più efficiente e competitivo.

La riduzione di tali costi, non è tuttavia l'unico motivo per migliorare l'efficienza energetica in quanto, l'utilizzo di dotazioni più moderne può migliorare la qualità del prodotto e la sua affidabilità. Inoltre, ottenere gli stessi risultati usando meno energia, permette di ridurre la dipendenza da enti esterni, riducendo le emissioni di anidride carbonica, di vapore acqueo e di aiutare a migliorare la qualità dell'aria a livello locale.

L'azienda quindi può minimizzare il consumo di energia con l'attuazione di un adeguato sistema di gestione o con l'ottenimento della certificazione di un sistema standard di gestione energetica o ambientale. La gestione dell'aspetto "burocratico" può consentire risparmi attraverso l'individuazione di contratti di interrompibilità, iniziative CAR (Cogenerazione ad Alto Rendimento) iniziative di risparmio energetico con accesso a TEE (certificati bianchi) ed infine, per le realtà più importanti, l'accesso all'interconnettor.



1.4.1 CONTRATTI D'INTERROMPIBILITA'

Terna, responsabile del dispacciamento dell'energia su tutto il territorio nazionale, può avere la necessità di “staccare” temporaneamente la fornitura di corrente elettrica su alcune utenze per rifornirne altre.

Il Servizio d'interrompibilità è un servizio secondo cui alcune grandi imprese si rendono disponibili a interrompere la loro fornitura di energia elettrica in caso di bisogno da parte di Terna. Questo meccanismo deve avvenire in tempo reale per garantire la stabilità e la sicurezza della rete elettrica generale attraverso tre diverse modalità di interrompibilità:

- interrompibilità istantanea
- interrompibilità di emergenza
- interrompibilità con preavviso

Questa disponibilità all'interruzione del servizio di fornitura logicamente ha un prezzo pagato a priori, per l'eventuale disservizio creato alle imprese che si rendono disponibili a cedere provvisoriamente la loro quota di fornitura, questo prezzo si manifesta di fatto in lauti contributi ricevuti da pochi grandi energivori, a prescindere dall'effettivo utilizzo del “servizio” da parte di Terna.

Oggi, in effetti, con l'aumento considerevole della produzione di energia derivante dalle fonti rinnovabili la necessità di “chiudere dei rubinetti per alimentarne altri” è sempre meno presente ma i contributi per il servizio di interrompibilità continuano a gravare.



1.4.2 INIZIATIVE CAR

La cogenerazione è un sistema efficiente per produrre elettricità e calore in maniera combinata: il suo punto di forza è la possibilità di recuperare il calore che altrimenti rimarrebbe inutilizzato e scaricato in atmosfera, non essendo facilmente trasportabile, al contrario di elettricità e combustibili. I principali vantaggi di un impianto di questo tipo sono quindi il risparmio di energia in fonti primarie (e conseguente risparmio economico), minori perdite di trasmissione dell'energia elettrica prodotta e ridotto impatto ambientale, dovuto al minore utilizzo di combustibile.

Proprio grazie a tali benefici, si è deciso di ampliare il quadro incentivante nei confronti della CAR, la legislazione attuale riconosce alla Cogenerazione ad Alto Rendimento:

- la precedenza, nell'ambito del dispacciamento, dell'energia elettrica prodotta da cogenerazione rispetto a quella prodotta da fonti convenzionali;
- agevolazioni fiscali sull'accisa del gas metano utilizzato per la cogenerazione;
- la possibilità di applicare condizioni tecnico-economiche semplificate per la connessione alla rete elettrica;
- agevolazioni tariffarie per impianti alimentati a Fonti Energetiche Rinnovabili;
- incentivazione dell'energia elettrica prodotta in Cogenerazione ad Alto Rendimento e immessa in rete da impianti alimentati a biometano;
- la possibilità di accedere al servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti di cogenerazione ad alto rendimento con una potenza nominale fino a 200 kW.

1.4.3 INTERCONNETTOR e TEE

Meccanismo dei certificati bianchi (D.M. 11 gennaio 2017).

Il “meccanismo” dei certificati bianchi è stato creato con un doppio scopo:

- fissare degli obiettivi di miglioramento dell'efficienza energetica per il sistema Paese;
- consentire di incentivare con indice di costo-efficacia ottimale gli interventi di efficientamento energetico in tutti i settori.

Gli elementi fondanti del sistema sono:

- TEE vengono riconosciuti da 3 a 10 anni;
- l'andamento di domanda e offerta dei TEE sul mercato;
- la presenza di un obiettivo annuale crescente, che supporta lo sviluppo della green economy e la riduzione dei consumi finali di energia.

Per quanto riguarda l'aspetto incentivante, lo schema prevede che ad ogni progetto che venga presentato e approvato sia riconosciuto un numero di certificati bianchi corrispondente al risparmio addizionale conseguito. Il risparmio addizionale è definito come "la differenza, in termini di energia primaria espressa in TEP (TONNELLATE DI PETROLIO EQUIVALENTI) (in termini di equivalenze un TEP corrisponde a circa 5.300 kWh elettrici, 11.700 kWh termici e 1.200 m³ di gas naturale), fra il consumo di baseline e il consumo energetico conseguente alla realizzazione di un progetto.

Il nuovo decreto, in vigore dal 4 aprile 2017, contiene gli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico che devono essere perseguiti dalle imprese di distribuzione dell'energia elettrica e gas per gli anni dal 2017 al 2020 e include le nuove Linee Guida per la preparazione, l'esecuzione, la valutazione dei progetti di efficienza energetica e delle modalità per il rilascio dei Certificati Bianchi.

La tipologia dei Certificati torna a essere di quattro tipi:

Titoli di tipo:

- risparmi di energia elettrica
- risparmi di gas naturale
- risparmi di altra fonte non nei trasporti
- risparmi di altra fonte nei trasporti.

Annualmente è facoltà dell'operatore scegliere se richiedere il rilascio dei CB spettanti sul proprio conto proprietà presso il registro titoli (TEE) del GME o il ritiro degli stessi da parte del GSE. Il prezzo di ritiro dei Certificati Bianchi sarà pari a quello vigente alla data di entrata in esercizio dell'unità (o alla data di entrata in vigore del D.M. 05/09/2011 nel caso di unità già in esercizio).



Il Decreto correttivo dei TEE, Decreto Ministeriale 10 maggio 2018, aggiorna e modifica il meccanismo di funzionamento di questo strumento con l'intento di superare le difficoltà relative all'andamento dei prezzi dei Titoli.

Diverse e importanti le modifiche che il Decreto correttivo, Decreto 10 maggio 2018, apporta al meccanismo dei TEE (Titoli di Efficienza Energetica). I prezzi di scambio avevano sfiorato i 500 €/TEE in alcune sessioni ed era necessario un intervento.

Le novità più significative introdotte sono:

- tetto massimo al prezzo dei TEE: il corrispettivo economico dei soggetti obbligati non potrà superare il valore di 250 €/TEE, a partire dalle sessioni d'obbligo successive al 1° giugno 2018;
- superato il concetto di addizionalità: il consumo di baseline, parametro fondamentale per determinare i risparmi addizionali di un intervento, è definito "pari al valore del consumo antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica",
- nuove tipologie di interventi ammissibili e relativo numero di anni di vita utile riconosciuto: agli interventi di nuova installazione è riconosciuto un numero di anni di vita utile maggiore rispetto a quello riconosciuto agli interventi di sostituzione;
- iscrizione al Registro dei TEE o ammissione al mercato dei TEE: i soggetti iscritti al Registro dei TEE o ammessi al mercato dei TEE sono tenuti a comunicare al GME (Gestore dei Mercati Energetici) le partecipazioni detenute nel capitale sociale di altri soggetti iscritti al Registro dei TEE o ammessi al Mercato dei TEE attraverso il relativo Registro;

- cumulabilità degli incentivi, sono state introdotte alcune eccezioni per la cumulabilità di questo incentivo. La realizzazione di un intervento che ha diritto ai TEE può avere accesso a:
 - fondi di garanzia e fondi di rotazione;
 - contributi in conto interesse;
 - detassazione del reddito d'impresa riguardante l'acquisto di macchinari e attrezzature. In tal caso il numero dei TEE spettanti si riduce al 50%.

Per quanto riguarda l'interconnector invece è un programma che si basa sulla progettazione della costruzione di nuove infrastrutture per interconnessione con i Paesi limitrofi e l'importazione di energia elettrica. Finanziate da alcuni soggetti privati ovviamente in cambio queste aziende possono ottenere importanti benefici sull'acquisto e l'utilizzazione dell'energia. In attesa della realizzazione di tali infrastrutture, i soggetti che sono risultati idonei, e che si sono aggiudicati una quota di queste opere, possono già usufruire dei vantaggi previsti, come se l'interconnector fosse stato già effettivamente realizzato.

Ovvero, possono usare direttamente l'energia fisica sottesa alle bande interconnector di cui essi sono assegnatari oppure rivendere tale quantità di energia in Italia. Il beneficio finanziario deriva dal fatto che per l'acquisto di energia elettrica viene applicato il prezzo di uno dei mercati esteri di riferimento (Germania, Francia, Slovenia, Svizzera) che sono inferiori a quelli praticati in Italia.

II. CAPITOLO “Cartiera Di Ferrara S.p.A.”

2.1 INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO E DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE

Utilizzo razionale dell'Energia Elettrica

Oggi le piccole e medie imprese sono motivate anche dai loro clienti a migliorare le loro prestazioni ambientali, compresa l'efficienza energetica, anche grazie alla diffusione dei sistemi di gestione ambientale come EMAS e/o ISO14001.

Gli interventi volti al risparmio energetico assicurano l'ottimizzazione dei costi permettendo un miglioramento delle prestazioni ambientali e un rafforzamento della competitività. E' però fondamentale che la politica del nostro paese intervenga nel ridurre i costi energetici poichè nelle cartiere italiane, il costo dell'energia talvolta è secondo solo al costo della MC.

Il tema dell'efficienza nel settore cartario italiano può essere declinato in tre linee direttrici:

- migliorare l'efficienza con interventi nel processo produttivo (interventi sul singolo stabilimento)
- investimenti in nuovi impianti di cogenerazione
- potenziare quelli esistenti e recuperare l'energia dagli scarti di produzione.

Operare al meglio per avere disponibilità di energia a costi ragionevoli è quindi compito dei tecnici di cartiera utilizzarla in modo razionale. Dall'analisi critica del nostro sistema e del continuo aggiornamento tecnologico sono state individuate diverse azioni che ci hanno consentito di ridurre notevolmente i consumi elettrici e di meglio utilizzare quelli termici.

2.2 RAZIONALIZZAZIONE DEL SISTEMA

Le azioni sono state:

- riduzione delle pompe a vuoto con razionalizzazione del sistema e modifiche all'impianto vapore (partendo da nuovi sistemi di sifoni e estrattori condense)
- razionalizzazione del sistema di epurazione e preparazione impasti.

2.2.1 EPURAZIONE E STOCK PREPARATION

CDF è leader nella produzione di cartone per anime che viene sia trasformato in tubi internamente e sia per la vendita.

Le macchine di trasformazione cartotecnica si sono evolute nel tempo con sistemi di frenatura strisce che hanno comportato la necessità di aumentare la pulizia del cartone.

L'idea dell'iniziativa è stata quella di cercare una semplificazione del sistema eliminando le macchine a fori con l'accortezza di mantenere l'affidabilità ed efficacia del sistema.

Sono state analizzate tutte le fasi partendo dal Pulper.

Dopo varie verifiche è stata installata una nuova piastra forata che inizialmente era dotata di fori da 10 mm.

In seguito è stata installata una piastra a rombi equivalente a fori da 5mm valutando la superficie aperta, l'efficacia della forma romboidale rispetto al foro e le esperienze già adottate in altre situazioni.

Al Pulper è stato poi introdotto in uscita per una pulizia maggiore un Trashwell o torre, tramite il quale plastiche, materiali leggeri e pesanti vengono separati.

Un'aspirazione dall'alto garantisce la pulizia di materiale leggero ed inviato dunque ad un Trommel per esser lavato e scartato recuperando le fibre non ancora separate.

Il contaminante pesante tramite una trappola viene eliminato dal basso mentre l'accettato rimandato nel Pulper.

Un piano di sviluppo che ha affrontato poi "Cartiera di Ferrara S.p.A" è il tema dell'epurazione affidandosi a fornitori primari (Ahlstrom) con l'installazione di macchine epuratrici seguendo due principi:

- per differenza di peso (cleaner)
- per differenza di dimensioni (epuratori a cestello)

L'organizzazione ha quindi permesso di sostituire la componentistica delle macchine a fessure e a fori implementando rotore a elica e cestello fisso. Grazie ad una consistente riduzione del contaminante prima al Pulper poi durante l'epurazione e verificata la stabilità ed efficienza delle macchine è stato approvato il bypass dei due epuratori (C4 e C2) e come risultato un aumento dell'efficienza energetica, che a parità di portate ha permesso di ridurre i consumi elettrici del 25 %.

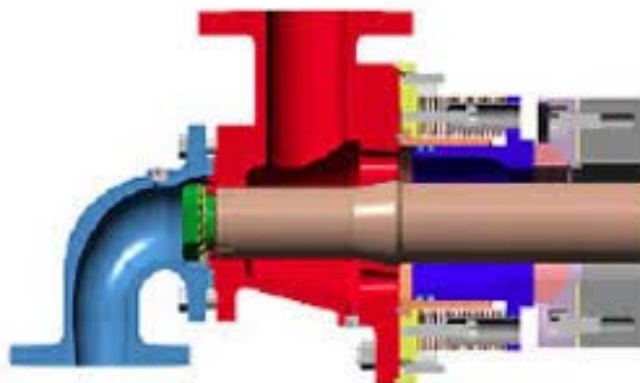
Il minor contaminante ha permesso di modificare il giro pasta eliminando due tine con relativi agitatori e pompe.

Eliminato anche il sistema di trattamento scarto Omega screen.

Un complesso di 220 kW installati e 160 assorbiti equivalenti a 1.200.000 kWh che valorizzati ai prezzi di acquisto da rete sarebbero circa 180.000 Euro annui. Non ultimo il vantaggio di aver un sistema più semplice che richiede minor manutenzione.

2.2.2 SIFONI

Una seconda modifica che la “Cartiera di Ferrara S.p.A.” ha affrontato è la modifiche all’impianto vapore partendo da nuovi sistemi sifoni e estrattori condense. Il vapore entrante è inviato alla pressione voluta tramite un giunto, solitamente posto sul lato comando della testata del cilindro essiccatore ed è suddiviso al suo interno in due parti distinte ed isolate l’una dall’altra, una di questa è necessaria per l’immissione del vapore, l’altra per l’eliminazione della condensa che si creerà quando il vapore cederà calore al cilindro



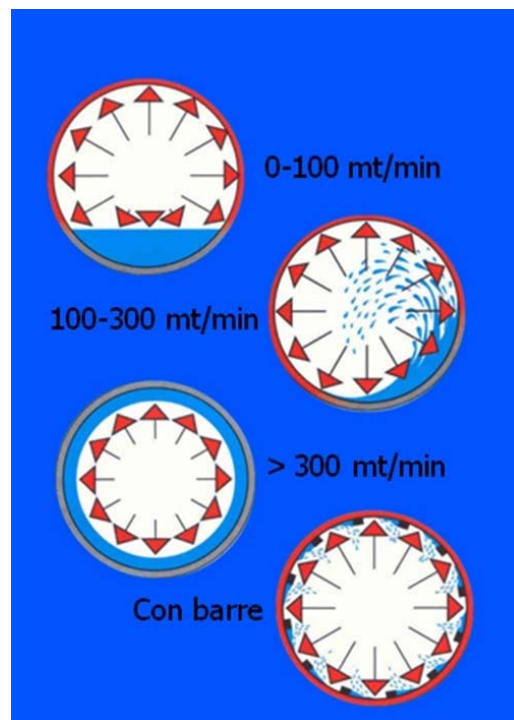
Quando il vapore entra in contatto con le pareti del cilindro essiccatore e cede alle stesse il suo calore, la sua temperatura si riduce scendendo sotto il valore di ebollizione causando così il passaggio di stato dallo stato gassoso a quello liquido, con formazione di condensa. All’interno dei cilindri, quando il vapore si condensa, in base alla quantità di condensa, al diametro del cilindro e alla velocità di rotazione si è potuto osservare che una pellicola di condensa aderisce al mantello dell’essiccatore a tutte le velocità.

2.2.2.1 SIFONI E CONDENSA ALLE VARIE VELOCITA'

Il sifone di un cilindro essiccatore è un dispositivo attraverso il quale la condensa, il vapore, l'aria e i gas non condensabili, fluiscono dall'interno dell'essiccatore alle tubazioni che, attraversano il giunto rotante montato sul perno dell'essiccatore, portano la condensa all'esterno.

Con l'aumento della velocità di rotazione del cilindro si è osservato che:

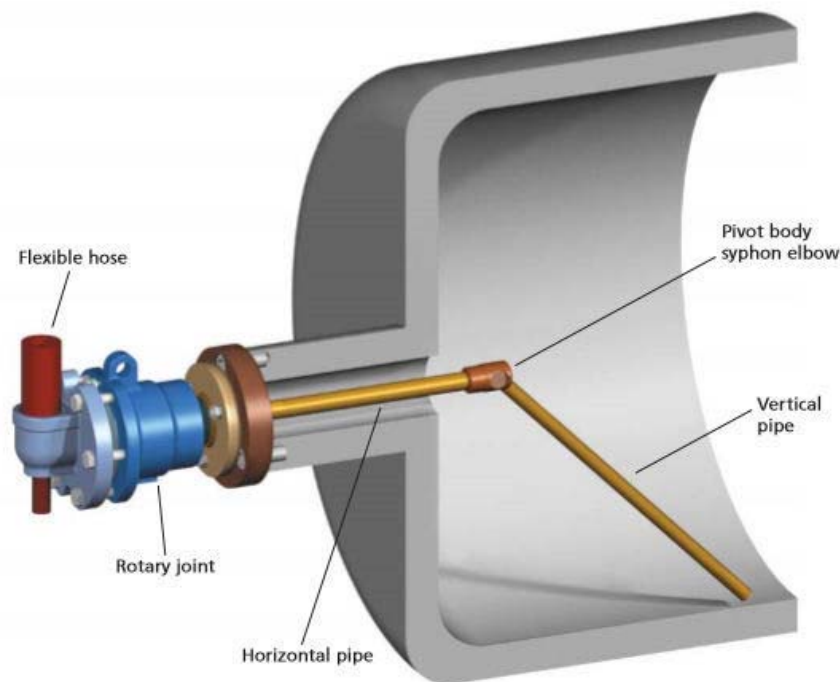
- la maggior parte della condensa si raccoglie in una pozza sul fondo dell'essiccatore (pozza);
- la pozza si sposta lungo la parete nel cilindro nella direzione di rotazione .
- la condensa ricade sotto forma di “pioggia” dalla parete del cilindro.
- per effetto della forza centrifuga, la condensa forma uno strato continuo sulla parete, che prende il nome di “anello liquido”.



Se il disegno e le dimensioni del sifone, come la pressione differenziale, sono idonei, è possibile ottenere e mantenere un anello sottile anche a bassa velocità. Il fenomeno della pioggia nell'interno dell'essiccatore aumenta il consumo di energia, creando degli inconvenienti ai cuscinetti degli essiccatori e riduce la trasmissione di calore in quella zona.

Vi sono due tipi principali di sifone, i rotanti e i fissi:

- i sifoni rotanti ruotano insieme al cilindro essiccatore è solo grazie alla forza centrifuga che la condensa durante la rotazione riesce ad essere aspirata da sifone, ovviamente quest'ultimo reimmetterà la stessa quantità di vapore. Esige meno manutenzione del sifone fisso poiché l'apertura di quello rotante, chiamata “scarpa”, è fissa rispetto all'interno del mantello del cilindro essiccatore ed è bloccata nella sua posizione.



- i sifoni fissi rimangono immobili rispetto ad un punto esterno dell'essiccatore. La rigidità del sistema viene garantita da un tubo orizzontale di grande diametro e da un rinforzo terminale che garantisce la resistenza alle sollecitazioni. Ad alte velocità, la condensa esercita un carico idrodinamico elevato sul sistema di estrazione, che se non adeguatamente solido, può portare forti vibrazioni o in casi estremi rotture del tubo. La distanza ottimale del sifone dal mantello è contenuta tra 1,5 e 3 mm e per mantenere una corretta estrazione delle condense ed è necessaria una pressione differenziale di 0,15-0,35 bar. I sifoni fissi per alte velocità richiedono un impianto vapore in grado di regolare la pressione differenziale e di gestire il vapore in modo adeguato per il corretto funzionamento degli stessi.



Per ridurre gli effetti negativi della condensa sono state introdotte negli ultimi anni le barre di turbolenza. Queste sono fissate longitudinalmente lungo tutta la circonferenza interna del cilindro essiccatore. La presenza delle barre di turbolenza, che ruotano alla stessa velocità dell'essiccatore, impattano contro la condensa, generando una turbolenza e la disgregazione dell'anello liquido, i conseguenti vantaggi sono:

- migliore profilo trasversale d'umidità;
- migliore trasferimento di calore;
- minor consumo energetico.

2.3 COGENERAZIONE

Questo studio vuole essere una spiegazione su una delle modalità più diffuse e attuali di produzione contemporanea di energia elettrica e termica: la cogenerazione.

Le esigenze dei produttori e consumatori hanno reso la cogenerazione una delle tecnologie di produzione energetica più interessanti e proficue degli ultimi tempi, determinando una rapida diffusione delle diverse tipologie di impianto sia nel nostro paese che all'estero. I benefici conseguiti grazie all'adozione di questo sistema produttivo sono la minore produzione di sostanze inquinanti, sia per l'aria che per la salute umana, rendono la cogenerazione uno strumento alternativo e vantaggioso per ottenere energia. Inoltre la presenza di gas (CO, NOx, polveri e SOx) contribuisce ad aggravare il ben noto fenomeno dell'*effetto serra* ed è doveroso

dare un occhio di riguardo ai concetti di sviluppo sostenibile e d'impatto ambientale i quali sono argomenti discussi e di grande rilevanza riguardo alla produzione industriale. Generalmente i sistemi CHP (Combined Heat and Power) sono formati da un motore primario (motore alternativo, turbina), un generatore, un sistema di recupero termico ed interconnessioni elettriche.

Il motore primario è un qualunque motore utilizzato per convertire il combustibile in energia meccanica, il generatore la converte in energia elettrica e il sistema di recupero termico, attraverso i fumi di scarico ed il raffreddamento del motore, utilizza l'energia termica ottenuta per il riscaldamento o la produzione di vapore.

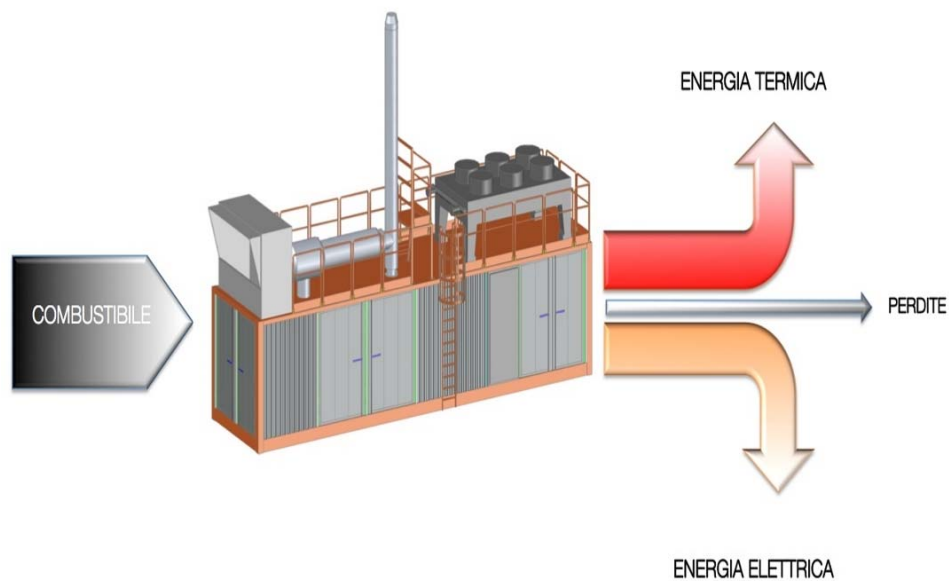
È importante sottolineare che non tutto il calore dissipato può essere recuperato. Una porzione viene comunque dispersa anche nel ciclo di produzione combinata. Un impianto può essere definito di "cogenerazione" solo se soddisfa una serie di indici prestazionali definiti dall'Autorità per l'Energia Elettrica (AEEG), introdotti per far sì che sia un effettivo risparmio di combustibile e che la produzione di energia non sia troppo sbilanciata verso la sola energia elettrica.

In un sistema cogenerativo si possono usare vari tipi di combustibile:

- origine fossile (gas naturale, gasolio, olio combustibile, carbone);
- rifiuti (solidi o biogas proveniente da discariche o depuratori);
- biomasse (chippato legnoso, scarti agricoli e forestali).

Gli Impianti di Cogenerazione funzionano attraverso:

- "motore primo";
- generatore elettrico;
- scambiatori di calore.



Tutte le tipologie fondamentali di impianti di cogenerazione si differenziano per il tipo di “motore primo” adottato. I più utilizzati e consolidati sono:

- motori a combustione interna;
- turbine a gas;
- turbine a vapore;
- impianti a ciclo combinato turbina a gas/turbina a vapore.

2.4 IMPIANTO VAPORE

I generatori di vapore sono un insieme di apparecchiature atte a realizzare il passaggio di stato da liquido a vapore dell'acqua, sfruttando la quantità di calore prodotta da una sorgente termica: la sorgente può essere di diversa natura come un combustibile bruciato, gas naturale; sono costituiti da:

- surriscaldatore in cui il vapore della caldaia si trasforma in vapore surriscaldato;
- caldaia vera e propria, o corpo bollitore, nella quale avviene la trasformazione dell'acqua in vapore;

- preriscaldatore in cui avviene il preriscaldamento dell'aria comburente;
- economizzatore in cui l'acqua proveniente dall'alimentazione viene preriscaldata;
- apparecchiature di alimentazione del combustibile, dell'aria comburente e dell'acqua, quindi varie pompe e ventilatori;
- focolare nel quale avviene la combustione;
- apparecchi di misura e controllo come manometri, termometri ed indicatori di livello.
- organi di sicurezza quali valvole.

Nel corso di progettazione è da considerare le portate di vapore che attraversano la componentistica dell'impianto per ottimizzare la resa e l'eliminazione della possibilità di allagamento dei cilindri essiccatori.

Se si vuole che il sistema sia veramente economico, si deve poter usare il vapore fluente, senza porre limiti alla flessibilità di funzionamento della macchina continua. Vi sono diversi sistemi che permettono di reimpiegare il vapore fluente nella seccheria; il più usato oggi è quello chiamata "in cascata".

Secondo questo sistema il vapore fluente viene fatto passare in cascata attraverso le successive sezioni della seccheria, fino alla prima sezione di pochi cilindri, subito dopo le presse. Dopo quest'ultimo stadio, il vapore si scarica in un condensatore o, se la pressione residua lo permette, esso è utilizzato diversamente. Per ottenere vapore è necessario sottoporre l'acqua al fenomeno dell'evaporazione; se essa avviene per somministrazione diretta del calore si può parlare di ebollizione. Vi sono due tipi di vapore:

- vapore saturo;
- vapore surriscaldato.

2.4.1 VAPORE SATURO E VAPORE SURRISCALDATO

Il vapore saturo è quel vapore che si trova ancora in presenza del liquido acquoso che lo ha generato, per ottenerlo è necessario portare l'acqua alla sua temperatura di ebollizione 100 °C. Durante questo processo il calore fornito non innalza la temperatura dell'acqua oltre i 100°C (la temperatura rimane costante durante l'ebollizione), ma indebolirà i legami fra le molecole e di conseguenza saranno libere di occupare tutto il volume a loro disposizione ovvero passeranno

dallo stato liquido allo stato gassoso, fino al punto in cui tutta l'acqua si sarà trasformata in vapore. Il vapore saturo è più vantaggioso in quanto il calore che esso cede lo usa per condensarsi e di conseguenza cede una grande quantità di vapore nel cilindro essiccatore e produce una condensa che, occupando minor volume, consente un risparmio di dimensioni per i condotti. Il vapore saturo è a sua volta suddiviso in vapore saturo secco e vapore saturo umido; termini che indicano rispettivamente se sono riscontrabili in sospensione particelle d'acqua o meno.

vapore saturo secco, titolo = 100%

vapore saturo umido, titolo < 100%.

vapore che ha titolo 90% = 10% fase liquida - 90% in fase gassosa.



È definito vapore surriscaldato il liquido che si è trasformato tutto in vapore e si continua a fornire calore aumentando di temperatura. Quest'ultimo tipo di vapore possiede a parità di pressione un volume superiore di quello saturo e una temperatura superiore a quella d'ebollizione.

In conclusione, più aumenta la pressione, più aumenta la temperatura e la somministrazione di calore per portare l'acqua all'ebollizione, di contro abbiamo bisogno di meno calore per generare vapore. Quindi a pressioni elevate si dispone di meno calore di condensazione, ciò implica un aumento del consumo di vapore per l'essiccamento. Con l'aumentare della pressione aumenta la temperatura, di conseguenza aumenta la differenza di temperatura fra il

foglio e la superficie del cilindro, aumenta l'afflusso di calore al foglio e questo permette di portare la continua a velocità più elevate. L'aumento di pressione, in definitiva riduce la quantità di calore disponibile per l'essiccamento, ma ne aumenta la portata al foglio.

Pressione	Temperatura	Volume spec.	Calorie 0 °C - ebolliz.	Calorie di evaporaz.	Calorie tot.
kg/cm²	°C	m³/kg	Cal/kg	Cal/kg	Cal/kg
0,25	64,6	6,3	64,5	560,6	625,1
0,50	80,9	3,3	80,8	550,8	631,6
0,75	91,3	2,2	91,3	544,5	635,8
1,00	99,9	1,7	99,1	536,4	635,5
1,50	110,0	1,2	110,9	531,9	642,8
2,00	119,6	0,9	119,8	525,9	645,7
2,50	126,8	0,7	127,2	521,1	648,3
3,00	132,9	0,6	133,4	516,9	650,3
4,00	142,9	0,5	143,6	509,8	653,4
5,00	151,1	0,4	152,1	503,7	655,8
10,00	179,9	0,2	181,2	481,8	663,0

2.5 IMPIANTI CON TURBINE A GAS

Negli impianti a gas il combustibile viene compresso e bruciato in presenza di ossigeno ed i fumi ottenuti vengono direttamente inviati in una turbina a gas che rende disponibile all'albero energia meccanica; i fumi che, hanno ancora potenzialità calorifiche, vengo inviati ad una caldaia a recupero riutilizzando fumi per un altro scopo, la quale sviluppa vapore da utilizzare in macchina. Tra i fattori che ne hanno favorito lo sviluppo negli ultimi anni si possono ricordare:

- impianti semplicissimi e costi relativamente modesti;
- buoni rendimenti anche a bassa carichi;
- rendimenti relativamente elevati anche per unità di piccola potenza.

Gli organi che compongono un impianto a turbo-gas sono essenzialmente tre: il compressore, la camera di combustione e la turbina vera e propria a cui deve essere aggiunti il motore di lancio

per l'avviamento del gruppo. L'aria prelevata dall'ambiente alla pressione atmosferica viene compressa ed inviata al bruciatore per la combustione. I prodotti della combustione che hanno raggiunto la temperatura di 700-800 °C passano in turbina e subiscono la fase di espansione; dalla turbina i fumi vengono scaricati in atmosfera o recuperati.



2.6 IMPIANTO COGENERATIVO “Cartiera di Ferrara S.p.A.”

La cogenerazione di AB si conferma la soluzione ideale per l'industria, così anche la “Cartiera di Ferrara SpA” da sempre attenta alle politiche ambientali e all'efficienza energetica, ha scelto di avvalersi di questa tecnologia. Rientra nella filosofia dell'azienda, leader nella lavorazione del cartone per anime, lo sviluppo di un piano di efficientamento energetico e una soluzione concreta che permetta allo stabilimento di produrre energia elettrica e termica salvaguardando l'ambiente. Molto importante, all'interno delle problematiche della lavorazione della carta, è la produzione di energia elettrica ma anche termica, considerando le notevoli e continuative esigenze di energia richieste dalla filiera dello stabilimento. La “Cartiera di Ferrara S.p.A.” ha scelto di affidare ad AB, per la realizzazione un impianto di cogenerazione all'interno del proprio stabilimento produttivo “L'impianto ECOMAX®” alimentato a gas naturale, una soluzione modulare in container, di potenza nominale complessiva a pieno carico pari a 3,3 MW, con potenza termica cogenerata pari a 7,674 MWt.

Dati caratteristici cogeneratore:

Consumo gas	Nmc/h	?
Potenza introdotta	kW	?
Potenza meccanica erogata	kW	?
Potenza elettrica erogata	kWe	
Potenza termica recuperabile	kWt	
Rendimento elettrico	%	?
Rendimento termico	%	
Rendimento complessivo	%	43

Non è sempre sinonimo di risparmio energetico ed economico per la scelta se investire o meno in un impianto di cogenerazione è fondamentale un'analisi accurata del consumo elettrico e termico, effettuando opportune simulazioni impiantistiche per poter valutare fattibilità, efficienza e rendimento delle varie soluzioni.

Alcuni fattori generali da tener in considerazione:

- la richiesta di energia termica ed elettrica deve essere contemporanea;
- vicinanza fisica (l'utenza che necessita di riscaldamento deve essere in prossimità dell'impianto di cogenerazione);
- la convenienza economica di un progetto di cogenerazione è fortemente influenzata dalle condizioni contrattuali di fornitura e cessione dell'energia, nello specifico dalla possibilità di cedere a prezzi vantaggiosi l'energia elettrica prodotta in surplus e di acquistare il combustibile a condizioni agevolate ad esempio con una riduzione delle accise;
- la flessibilità dell'impianto è molto importante in quanto in certi momenti può accadere che la domanda di calore ed energia elettrica fornita dagli enti siano sbilanciate ed è importante che l'impianto non subisca contraccolpi.

Vantaggi in materia di cogenerazione:

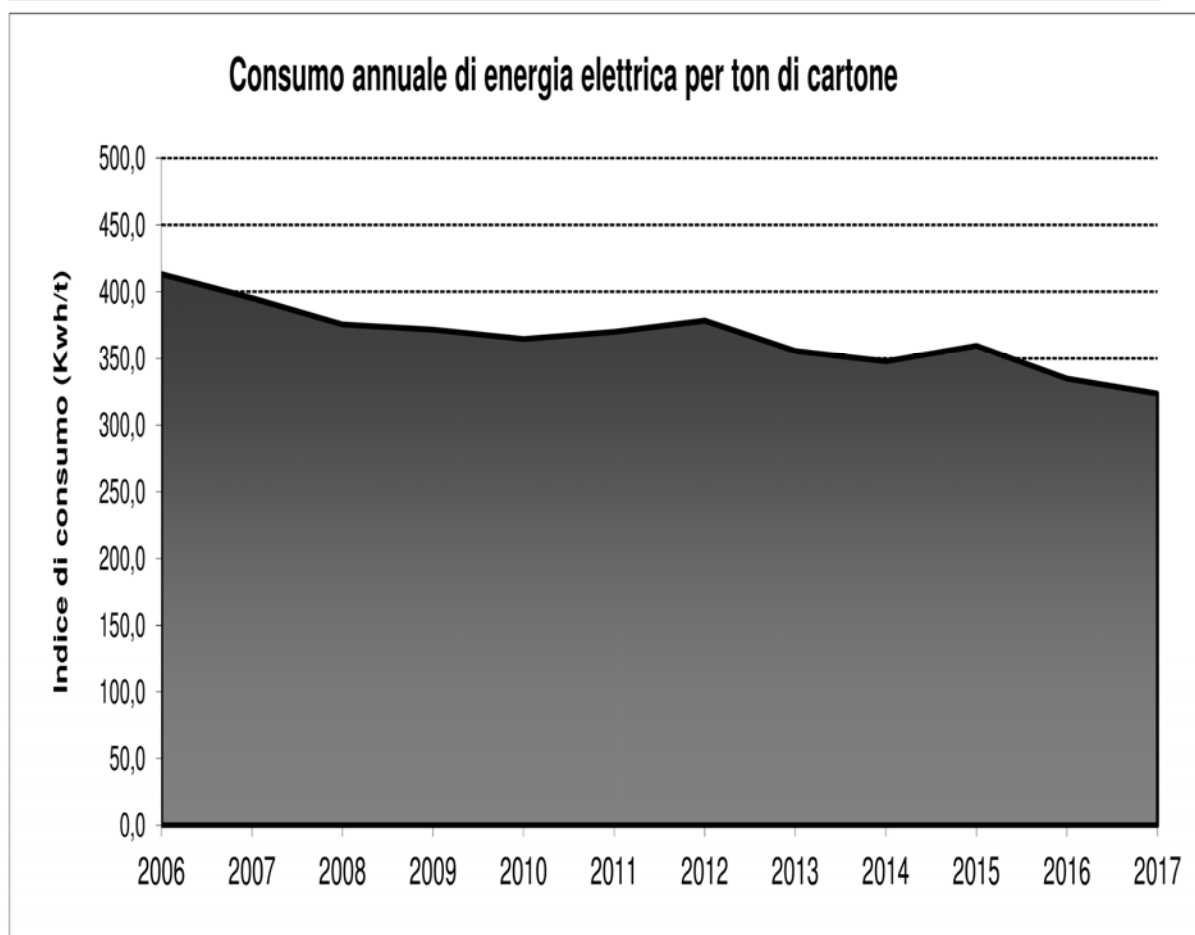
L'impianto di cogenerazione deve attestare un Indice di Risparmio Energetico (IRE) e un Limite Termico (LT) superiori ai valori fissati dalla normativa.

Altri vantaggi meno conosciuti sono legati alle caratteristiche specifiche degli impianti di cogenerazione. Questi sono innanzitutto localizzati vicino all'utenza; fattore che riduce le perdite di trasmissione per la distribuzione e il trasporto dell'energia. Inoltre solitamente operano in modalità stand alone, minimizzando i rischi di interruzione dell'alimentazione dell'energia dovuti a problematiche di rete.

Infine, elemento non trascurabile, al vantaggio economico derivante da minori consumi di energia primaria, si accompagnano gli incentivi di cui è possibile beneficiare se si investe in un sistema cogenerativo.

Cartiera di Ferrara S.p.A.

ANNO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Indice di consumo (Kwh/t)	413,4	395,4	375,6	371,7	364,7	370,1	378,5	355,6	347,8	359,5	334,7	323,5



CONCLUSIONI

La disponibilità limitata delle risorse energetiche e il loro prezzo in costante aumento impongono un loro uso più sostenibile e razionale. La sfida della qualità ambientale e dell'efficienza energetica è decisiva per il futuro ed è dimostrato che investire in quest'ultima è una strategia risolutiva sotto molteplici punti di vista, nessuno sarà però stimolato a risparmiare se non saprà che lo può fare e che gli conviene. In questi ultimi anni la consapevolezza che le risorse primarie vanno attentamente utilizzate, ha portato a monitorare e pianificare il fabbisogno complessivo.

L'energia risparmiata, a parità di prestazioni, attraverso investimenti in efficienza energetica, equivale a investire a innovazioni tecnologiche e rappresenta la fonte di approvvigionamento economicamente più vantaggiosa di tutte.

Proprio per questo motivo dallo studio effettuato nello stabilimento di "Cartiera di Ferrara S.p.A." è stato riconosciuto una diminuzione dell'energia elettrica specifica utilizzata e un conseguente aumento dell'efficienza; una differenza sostanziale di 20kwh/t negli ultimi due anni ha apportato la voglia di investire e reinvestire in innovazioni tecnologiche e in risparmi in termini economici. Tutto questo nella speranza che i risultati offrano un quadro più chiaro sull'importanza della conservazione delle materie prime, uno studio protratto nel tempo sulle nuove tecnologie, un occhio critico e attento sulla sostenibilità e sul risparmio energetico che tutti noi oggi integrati nel mondo cartario italiano abbiamo bisogno di conoscere, per rimanere competitivi a livello internazionale e portare alta la qualità del made in Italy anche in questo straordinario settore.

SITOGRAFIA

- <http://www.assolombarda.it/>
- https://www.argoit.com/it/sezione_id,3/faqsez_id,56/chi-e-e-cos-e-una-esco-energy-service-company/faq.html
- www.gse.it/servizi-per-te/efficienza-energetica
- www.intergen.it/cogenerazione
- <https://www.fondazionevilupposostenibile.org/ecco-il-decalogo-per-transizione-green-economy/>
- <http://dspace.unive.it/bitstream/handle/10579/10619/858270-1208953.pdf?sequence=2>
- https://tesi.luiss.it/8103/1/doni_giannini-tesi-2012.pdf
- http://amslaurea.unibo.it/2189/1/marta_nicodemo_tesi.pdf
- [http://www.perinijournal.it/Items/it-IT/Articoli/PJL-42/Cartiera-Carta](http://www.perinijournal.it/Items/it-IT/Articoli/PJL-42/Cartiera-Carta-e-Green-Economy-)
- e-Green-Economy-