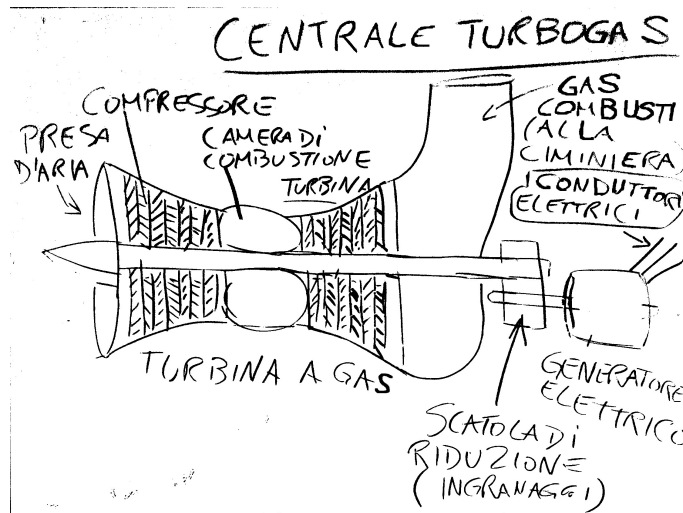


Centrale turbogas



Nella centrale turbogas una **turbina a gas** alimentata a **cherosene** o gas naturale produce **energia meccanica** che aziona un **generatore elettrico**.

Vantaggi:

- è veloce ad entrare in funzione (10 minuti) e perciò viene usata per coprire i picchi di richiesta di potenza sulla rete elettrica nazionale durante la giornata;
- quando questa centrale è alimentata a gas le emissioni di sostanze inquinanti sono minori di quando è alimentata a cherosene e anche minori rispetto alle centrali termoelettriche tradizionali.

Svantaggi: brucia un combustibile pregiato e più costoso dell'olio combustibile.

Centrale termoelettrica tradizionale

Lo scopo della centrale termoelettrica è **produrre energia elettrica**. La centrale trasforma l'**energia chimica** del combustibile (olio pesante o carbone) prima in **energia termica** (bruciatore e caldaia) poi in **energia meccanica** (turbina a vapore) ed infine in **energia elettrica** (generatore elettrico o alternatore).

Nella **caldaia** il combustibile viene bruciato e produce **calore** e fumi. I fumi vengono filtrati e mandati alla ciminiera. L'**acqua** passa nella caldaia, assorbe calore e viene trasformata in vapore surriscaldato (500 °C) ad alta pressione. Il vapore entra nella **turbina** e spingendo le palette la fa girare; nella turbina il vapore si espande e produce energia meccanica.

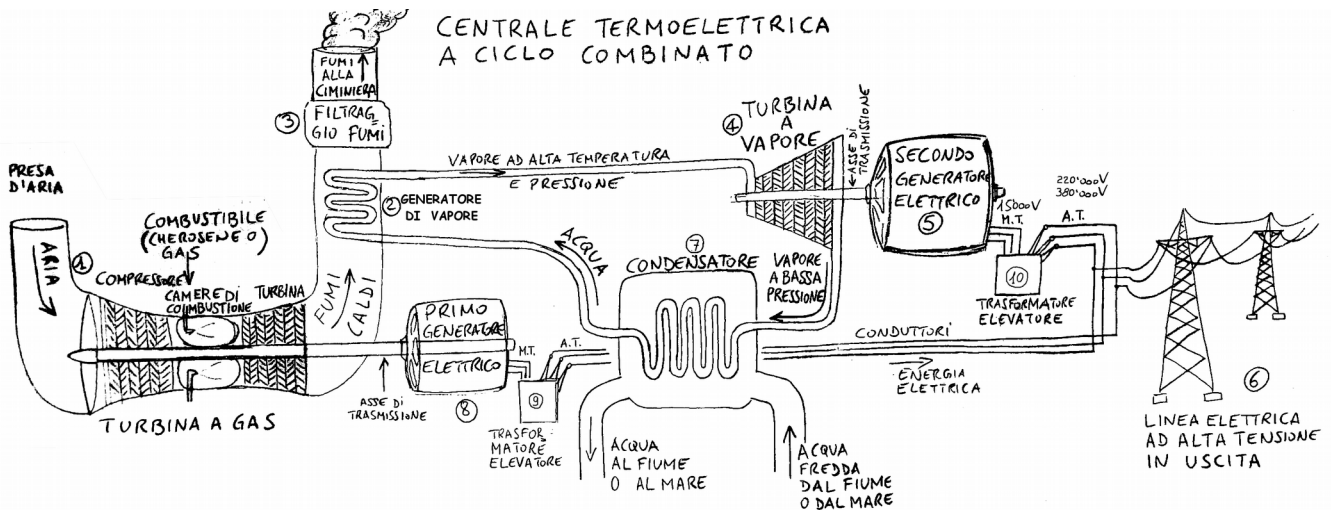
Tramite l'asse di trasmissione la turbina aziona il **generatore elettrico** trasferendogli l'energia meccanica; il generatore elettrico trasforma l'**energia meccanica** in **energia elettrica** e la invia alla **rete di trasmissione** tramite i conduttori in uscita. L'energia elettrica in uscita dal generatore ha una tensione di 15 000 volt ed una intensità di corrente di 16 000 ampere.

Il vapore invece esce dalla turbina a pressione bassa, entra nel condensatore dove viene raffreddato per tornare allo stato liquido. Il condensatore è uno scambiatore di calore nel quale l'acqua del circuito della centrale e quella di mare o di fiume non si mescolano; attraverso il condensatore la parte di calore non convertita in energia meccanica viene scaricata nell'ambiente (inquinamento termico).

I **fumi** della combustione vengono **filtrati** da un impianto molto complesso, in modo da eliminare parte delle sostanze inquinanti (composti di **zolfo**, ossidi di **azoto NOx**, polveri sottili PM10), e scaricati nell'atmosfera. L'**anidride carbonica (CO₂)** prodotta dalla combustione viene scaricata integralmente nell'atmosfera ed è la causa del **cambiamento climatico** che sta interessando la terra.

Rendimento della centrale termoelettrica tradizionale può arrivare al $\eta=47\%$

Centrale termoelettrica a ciclo combinato



La centrale a ciclo combinato è l'unione di una centrale turbogas e una di centrale termoelettrica di tipo tradizionale. Essa possiede **due generatori elettrici**: uno (8) è azionato da una **turbina a gas**, l'altro (5) da una **turbina a vapore** (4).

Vantaggi: rendimento più elevato rispetto alla centrale termoelettrica di tipo tradizionale; il rendimento della centrale a ciclo combinato può arrivare a $\eta=58\%$ (p. 154-155).

Svantaggi: brucia un combustibile pregiato e più costoso dell'olio combustibile.

Funzionamento: nella prima parte della centrale, una turbina a gas produce **energia meccanica** che aziona il **primo generatore elettrico** (8).

I gas combusti caldi all'uscita della turbina contengono però ulteriore energia, oltre quella che è stata convertita in **energia meccanica** dalla turbina stessa. Questa energia ulteriore viene usata per **scaldare dell'acqua** (2) e trasformarla in **vapore surriscaldato** (500 °C) ad **alta pressione**, analogamente a quanto accade nella caldaie delle centrali termoelettriche tradizionali. Come in queste, il vapore viene poi inviato ad una **turbina a vapore** (4), entra nella **turbina** e spingendo le palette la fa girare; nella turbina il vapore si espande e produce **energia meccanica**. Tramite l'asse di trasmissione la turbina aziona il **secondo generatore elettrico** (5) trasferendogli l'energia meccanica. I due generatori elettrici trasformano l'**energia meccanica** in **energia elettrica** e la invia alla **rete di trasmissione** tramite i conduttori in uscita. L'energia elettrica in uscita dal generatore ha una **tensione di 15 000 volt** ed una **intensità di corrente di 16 000 ampere**.

Il **vapore** invece, dopo l'espansione, esce dalla turbina a pressione bassa, entra nel **condensatore** (7) dove viene **raffreddato** per tornare allo stato liquido e ricominciare il ciclo. Il condensatore è uno **scambiatore di calore** nel quale l'acqua del circuito della centrale e quella di mare o di fiume non si mescolano; attraverso il condensatore **la parte di calore non convertita in energia meccanica** viene scaricata nell'ambiente (inquinamento termico).

I **fumi** della combustione vengono **filtrati** da un impianto molto complesso (3), in modo da eliminare parte delle sostanze inquinanti (composti di **zolfo**, ossidi di **azoto NOx**, polveri sottili **PM10**), e scaricati nell'atmosfera. L'**anidride carbonica (CO₂)** prodotta dalla combustione invece viene scaricata integralmente nell'atmosfera ed è la causa del **cambiamento climatico** che sta interessando la terra.

Centrale termoelettrica a ciclo combinato di Cassano d'Adda (wikipedia)

La **centrale termoelettrica di Cassano d'Adda** è un impianto per la produzione elettrica [italiano](#), che si trova a [Cassano d'Adda \(MI\)](#)

La centrale fu realizzata nel 1960 sulle rive del canale Muzza e occupa una superficie di circa 220.000 m². La potenza installata dell'impianto equivale a **1000 MW**, ottenuti tramite la combinazione di tre turbogas combinati con due turbine a vapore.

In dettaglio, la combinazione tra **turbogas** e **turbine a vapore** è la seguente:

- **due turbogas da 250 MW** ciascuno in ciclo combinato con una **turbina a vapore da 260 MW**
- **un turbogas da 155 MW** in ciclo combinato con una **turbina a vapore da 75 MW**.

La centrale, che è gestita dal gruppo [A2A](#), è caratterizzata anche dal fatto di essere stata la prima della sua classe ad essere dotata di bruciatori di nuova tecnologia ad alta efficienza e **bassissima emissione di ossidi di azoto** che consentono di rispettare il limite dei 30 mg/Nm³. Impiegato inizialmente come tecnologia sperimentale e poi usato definitivamente per l'esercizio, nel 2007 l'uso di questo tipo di bruciatore a bassa emissione è stato esteso anche a un altro gruppo della centrale, portando così a 760 MW la potenza totale prodotta con questo sistema.

Storia (sito A2A)

La centrale, sin dalla sua costruzione (risalente al 1961 con il Gruppo 1 a vapore da 75 MW), è sede di impianti all'avanguardia ed in continua evoluzione; nel 1984 è stato inaugurato il primo intervento di potenziamento (Gruppo 2 a vapore da 320 MW) ed il restyling architettonico curato dall'Arch. Mario Bellini.

L'impianto è stato interessato dal 1992 ad oggi da una serie di interventi, volti a migliorare il quadro complessivo delle emissioni; dall'applicazione sulle caldaie a vapore della tecnologia "**gas reburning**" per ridurre la produzione degli **ossidi di azoto**, all'installazione di un **elettrofiltro** anche sul Gruppo 1 per l'abbattimento delle **polveri**, sino all'applicazione della tecnologia dei **cicli combinati** caratterizzati dall'impiego esclusivo di **gas naturale**, da **elevati rendimenti** di generazione dell'energia elettrica e da una sensibile riduzione di emissioni di inquinanti rispetto alla tecnologia dei cicli convenzionali a vapore. Gli interventi effettuati per realizzare il nuovo assetto impiantistico hanno portato il **rendimento nominale** lordo della centrale a circa il **55%** e consentendo una sensibile riduzione di combustibile utilizzato a parità di energia prodotta.

Ambiente

L'impegno nello sviluppo e nel miglioramento dei propri processi produttivi, in costante sintonia e rispetto delle esigenze ambientali, è garantito dalla grande esperienza accumulata in un secolo di attività di produzione di energia e di gestione di servizi ad essa correlati. L'utilizzo del solo gas naturale per il funzionamento di tutto l'impianto ha reso possibile l'abbattimento delle emissioni inquinanti, grazie all'impiego delle moderne tecnologie di combustione a bassissime emissioni di **NOx**, oltre all'azzeramento delle emissioni di particolato e **anidride solforosa**. Un ulteriore passo avanti verso la salvaguardia ambientale e un grande obiettivo di efficienza produttiva, che collocano la centrale in posizione di eccellenza tra gli impianti europei.