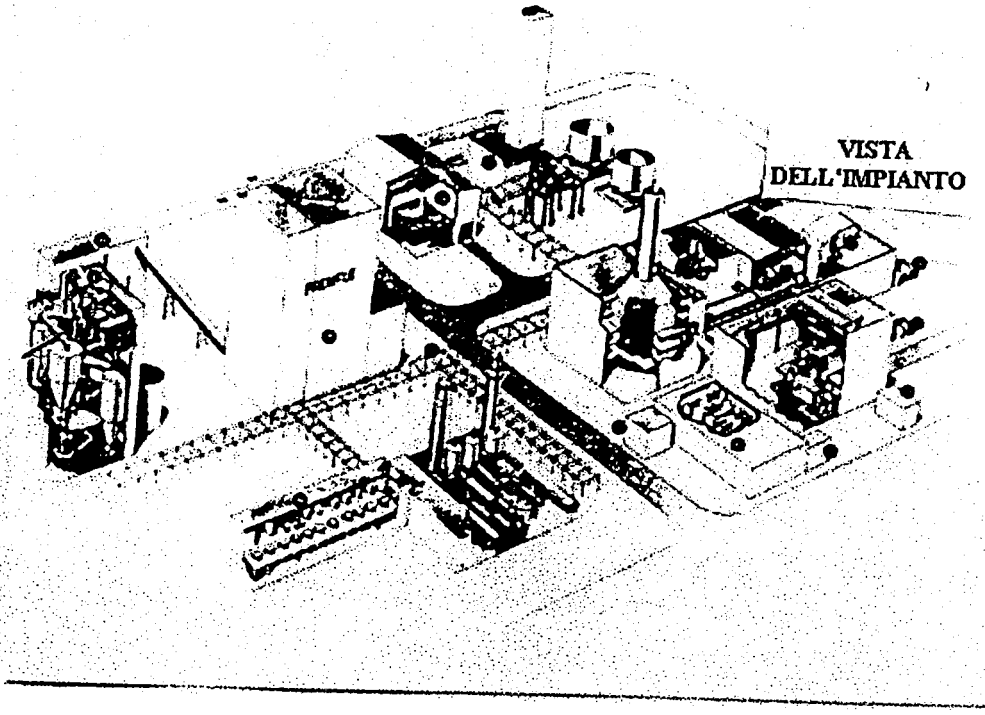
IMPIANTO DI GASSIFICAZIONE DA CARBONE



VISTA DELL'IMPIANTO

Per il Comitato di Coordinamento
Ing. Giacomo Guadagnini

GASSIFICAZIONE DEL CARBONE

La gassificazione

La gassificazione del carbone è un processo chimico che consente la trasformazione del carbone fossile (solido) in un combustibile gassoso.
Questa conversione si ottiene facendo reagire in particolari condizioni, il carbone con ossigeno e acqua.
Scopo principale della gassificazione è quello di consentire l'utilizzo dell'energia contenuta nel carbone fossile evitando di bruciare direttamente il carbone fossile così come avviene nelle tradizionali caldaie.
Quando infatti si brucia direttamente il carbone minerale, in particolare quando ciò avviene con un carbone come ad esempio il nostro carbone Sulcis (che ha un alto contenuto di zolfo e di ceneri) si ha l'immissione di prodotti inquinanti nell'ambiente. In questo caso, accanto alla produzione di energia, indispensabile alle attività civili ed industriali, si ha infatti la produzione di:

- composti gassosi a base di *zolfo*, che causano le cosiddette piogge acide,
- *particelle di carbone* non completamente bruciato che fuoriescono dai camini degli impianti tradizionali di combustione,
- *ceneri*, che se depositate sul terreno senza adottare idonei e costosi sistemi di discarica, risultano inquinanti per il suolo in quanto sono parzialmente solubili in acqua e determinano con le piogge l'inquinamento delle falde acquifere.

Esistono tuttavia dei sistemi, cosiddetti di salvaguardia ambientale, che spesso sono applicati agli impianti tradizionali di combustione per ridurre questi problemi . Il loro costo risulta però eccessivamente elevato e soprattutto le efficienze ottenibili non sono molto incoraggianti.

Invece con i moderni processi di gassificazione del carbone si ottiene un combustibile pulito, chiamato *gas di sintesi* che è composto prevalentemente da due gas (ossido di carbonio e idrogeno), che bruciando producono solo acqua ed anidride carbonica, non inquinanti per l'ambiente. Lo zolfo presente nel carbone inoltre, viene convertito durante il processo di gassificazione, in una forma chimica che può essere

facilmente trasformata in zolfo elementare e quindi venduto sul mercato. Le ceneri infine, vengono scaricate dall'impianto di gassificazione del carbone sotto forma vetrosa. Risultano pertanto insolubili all'acqua e possono essere utilizzate nell' edilizia .

Schema generale dell'impianto

Un impianto per la produzione di energia elettrica che utilizza la tecnologia di gassificazione è chiamato IGCC (dall'inglese: Integrated Gasification Combined Cycle che significa: Gassificazione Integrata con un Ciclo Combinato).
Concettualmente l'impianto risulta composto da tre sezioni distinte:

1. **La sezione di gassificazione** che è composta dal reattore di gassificazione, che converte il combustibile solido (carbone) in gas di sintesi, dalle apparecchiature di preparazione del carbone e da quelle di pulizia del gas di sintesi.
2. **La sezione di produzione di energia elettrica**, composta dall'l'impianto di produzione di energia elettrica a ciclo combinato (che significa che è caratterizzato dalla presenza di una turbina a gas e di una turbina a vapore) nel quale viene utilizzato il gas di sintesi.
3. **La sezione di separazione dell'aria** che consente di produrre l'ossigeno necessario per la gassificazione del carbone,

Descrizione dell'Impianto IGCC

Stoccaggio del carbone

Il carbone grezzo che arriva all'impianto dalla miniera, non è generalmente pronto per essere alimentato al gassificatore in quanto si trova in pezzature molto grosse e deve pertanto subire alcuni trattamenti specifici.
Per prima cosa deve essere depositato in un apposito spazio chiamato *stoccaggio del carbone* che è coperto per evitare inquinamento di

polvere nell'ambiente. E' un deposito che consente l'alimentazione continua dell'impianto e costituisce anche la riserva a cui accedere in caso di ritardi nel rifornimento (le dimensioni del capannone devono in genere essere sufficienti a garantire un periodo di alimentazione continua di 2-3 mesi).

Sistema di trasporto

Come indicato nel disegno il carbone viene inviato dallo stoccaggio alla macinazione mediante opportuni sistemi di trasporto, costituiti da nastri chiusi ed in depressione al fine di evitare possibili immissioni di polveri nell'ambiente.

In genere il carbone grezzo arriva con una pezzatura che può essere anche superiore alle decine centimetri, pertanto prima di essere alimentato al gassificatore, viene fatto passare in un impianto di macinazione.

Macinazione.

L'impianto di macinazione è composto da una serie di mulini che sono apparecchiature costituite da cilindri rotanti cavi in cui viene alimentato il carbone (e l'acqua) ed aventi al loro interno dei corpi macinanti costituiti da sfere o dischi di acciaio che consentono di ridurre la granulometria del carbone perché questo possa essere alimentato al gassificatore. Per esempio i gassificatori a letto trascinato, come quello indicato nel disegno, necessitano di carboni finemente macinati anche fino a 100 micron, (100 millesimi di millimetro).

La macinazione in questo caso viene detta "macinazione ad umido" perché al carbone alimentato ai mulini viene aggiunta anche una portata d'acqua che è uno dei composti reagenti nella reazione di gassificazione.

Impianto di separazione aria

Prima di parlare del gassificatore che rappresenta il cuore dell'impianto IGCC è opportuno accennare all'impianto di produzione dell'ossigeno che risulta un componente importante della reazione di gassificazione.

L'impianto viene indicato con la sigla ASU (dall'inglese Air Separation Unit, che significa Unità di Separazione Aria) e consente attraverso la compressione, il raffreddamento ed il frazionamento dell'aria, di produrre:

- Ossigeno puro da inviare al gassificatore;
- Azoto da inviare al combustore della turbina a gas, ad altri utilizzi d'impianto o alla commercializzazione.

Gassificatore.

Il gassificatore considerato nell'impianto IGCC illustrato nel disegno, è definito "*gassificatore a letto trascinato*" e rappresenta la tecnologia più moderna applicata agli impianti IGCC. E' caratterizzato da alte temperature (comprese tra 1400 e 1600 °C) e dal fatto che il carbone si trasforma molto velocemente in gas di sintesi.

Questi moderni processi di gassificazione operano tutti con pressioni maggiori di quella atmosferica (in genere 25-40 atmosfere) per cui si rende necessario l'impiego di opportuni sistemi di pressurizzazione dei reagenti entranti (con pompe e compressori).

Nel gassificatore avviene la trasformazione del carbone solido in un combustibile gassoso, mediante lo sviluppo di reazioni con ossigeno e vapore.

Il combustibile gassoso prodotto (spesso chiamato gas di sintesi o in inglese "syngas") è una miscela di gas combustibile composta prevalentemente da:

- **Idrogeno,**
- **Ossido di carbonio**

e contenente piccole quantità di altri gas come:

- Metano,
- Anidride carbonica
- vapore acqueo
- composti dello ***zolfo*** (principalmente ***Idrogeno solforato***).

Le sostanze minerali (non combustibili) presenti nel carbone di partenza, subiscono processi di decomposizione e di ossidazione e danno luogo, alle temperature di circa 1400-1600 °C, alla formazione di scorie fuse.
Queste ceneri vengono successivamente sottoposte a raffreddamento diretto, immergendole in una vasca d'acqua, sistemata sul fondo del reattore e quindi scaricate all'esterno. Le scorie così trattate sono di tipo granulare e completamente vetrificate, sono scarsamente reattive dal punto di vista chimico e per le loro caratteristiche sono da considerare non più un residuo da allocare in qualche discarica, ma una risorsa economica da impiegare in settori quali quello delle costruzioni stradali e marittime.

NOTA:
I tradizionali sistemi di gassificazione che operavano nei decenni passati erano caratterizzati da temperature molto più basse di quelle dei gassificatori attuali ed inoltre il carbone gassificava molto lentamente. Questo determinava oltre alla produzione di gas combustibile anche quella di altre sostanze chimiche spesso inquinanti, nonchè la produzione di scorie parzialmente solubili in acqua e quindi anch'esse potenzialmente inquinanti.

Sistema di recupero del calore
Al fine di recuperare parte del calore contenuto nei gas caldi prodotti dalle reazioni di gassificazione (1400 -1600 °C), il gassificatore è dotato di scambiatori di calore dove il gas di sintesi viene raffreddato

fino a 250°C. Gli scambiatori sono costituiti da fasci tubieri nei quali si produce vapore che viene inviato nella sezione di produzione di energia elettrica dove viene surriscaldato ad alta pressione poi fatto espandere, come verrà detto in seguito, nella turbina a vapore dell'impianto a ciclo combinato, per produrre energia elettrica.
Una volta raffreddato a circa 250 °C, il gas di sintesi viene inviato al sistema di filtrazione.

Filtri per la depurazione del gas di sintesi

Il gas grezzo prodotto dal gassificatore contiene infatti numerose impurità quali, in particolare, residui solidi di carbone e ceneri fini. L'eliminazione di queste impurità è necessaria per evitare l'immissione di inquinanti nell'atmosfera e per evitare danneggiamenti alla turbina a gas.
A questo scopo il gas di sintesi viene fatto passare in opportuni sistemi di filtrazione che sono i seguenti:

- **Filtri a ciclone** dove il gas è costretto e seguire un percorso a vortice in cui le particelle solide vengono espulse per effetto della forza centrifuga
- **Filtri ceramici** costituiti da elementi porosi di ceramica speciale che trattengono anche le particelle solide più fini.

Le particelle solide trattenute da questi sistemi di filtrazione vengono quindi riciclate al gassificatore.

Sistema di recupero dello zolfo

Durante la reazione di gassificazione, lo zolfo presente nel carbone reagisce dando luogo alla formazione di un gas chiamato idrogeno solforato che si miscela con il gas di sintesi.
La rimozione dello zolfo si ottiene mettendo in contatto il gas di sintesi con uno speciale liquido solvente che assorbe lo zolfo. Questa operazione viene realizzata in un'apparecchiatura chiamata "***colonna di assorbimento***" che è un serbatoio a forma di cilindro verticale munito al suo interno di speciali setti di divisione chiamati "piatti" che favoriscono il contatto fra gas e liquido. Il gas depurato esce dalla testa della colonna mentre il liquido solvente saturo di zolfo assorbito viene estratto dal fondo della colonna.

Il liquido solvente viene quindi inviato a particolari ***reattori chimici di estrazione***, che consentono di estrarre lo zolfo elementare per essere venduto sul mercato e recuperare il liquido solvente per poterlo riutilizzare nella colonna di assorbimento.

Turbina a gas

Dopo la depurazione, il gas di sintesi viene inviato come combustibile nella ***camera di combustione*** della Turbina a Gas. dove viene miscelato con aria e bruciato. Si produce in tal modo un gas (detto "gas combusto") ad alta temperatura e alta pressione, che viene inviato dentro la ***Turbina a Gas***.

Questa è un'apparecchiatura speciale costituita da un asse con tante palette e ruota ad altissima velocità quando il gas combusto colpisce le palette.

La Turbina a Gas è collegata attraverso il suo asse, ad un ***Generatore di potenza*** che (come la dinamo di una bicicletta) è un'apparecchiatura che produce energia elettrica che viene inviata in rete.

L'asse della Turbina a Gas è collegato inoltre ad un'altra apparecchiatura rotante che si chiama ***Compressore*** che aspira l'aria dall'atmosfera e la comprime a pressioni molto elevate per inviarla sia all'impianto di produzione dell'ossigeno, sia ai diversi utilizzi d'impianto.

Caldaia

Il gas allo scarico della Turbina a Gas è ancora molto caldo e pertanto può essere ancora utilizzato. Viene inviato quindi all'interno di una caldaia che è un'apparecchiatura che consente di produrre del vapore ad alta pressione e ad alta temperatura.

Questa apparecchiatura che viene chiamata anche "*Caldaia a recupero*" (per via del riutilizzo dei gas caldi scaricati dalla Turbina a Gas) è costituta da una camera per il passaggio dei fumi caldi dove sono sistemati dei recipienti chiusi collegati da tubazioni. In essi circola l'acqua che viene portata all'ebollizione producendo vapore

Il vapore così prodotto viene inviato ad una **Turbina a Vapore** (che è un'apparecchiatura simile alla Turbina a gas) per produrre, facendo ruotare un altro generatore di potenza a cui è collegata, altra energia elettrica da immettere nella rete.

Per il Comitato di Coordinamento
Ing. Giacomo Guadagnini

EMISSIONI ATMOSFERICHE DERIVANTI DALLE CENTRALI DI PORTOVESME

CENTRALI SULCIS E PORTOSCUSO

	Potenza	Emissioni SO_2	Emissioni NO_X	Emissione polveri
	Mwe	(tonnellate/anno)	(tonnellate/anno)	(tonnellate/anno)
Situazione originaria al 23.04.93	1080	49400	16500	2500
Obiettivo DPCM (risanamento)	1080	9100.	3800	600

EMISSIONI IN ATMOSFERA

CONFRONTO TRA IMPIANTO IGCC SULCIS E I LIMITI DI LEGGE

Emissioni impianto IGCC del Sulcis	SO_2		NO_X	
	Unità di misura	Valore	Unità di misura	Valore
CONCENTRAZIONI				
Limiti da DPR 28.1.94	mg/Nm^3	250	mg/Nm^3	100
Emissioni esposte nel SIA	mg/Nm^3	110,6	mg/Nm^3	97,3
PORTATA TOTALE PER 5000 h/a				
Limiti da DPR 28.1.94	t/anno	1800	t/anno	1500
Emissioni esposte nel SIA	t/anno	1653,6	t/anno	1455
PORTATA TOTALE PER 8200 h/a				
Limiti da DPR 28.1.94	t/anno	2952	t/anno	2460
Emissioni esposte nel SIA	t/anno	2711,9	t/anno	2386,2

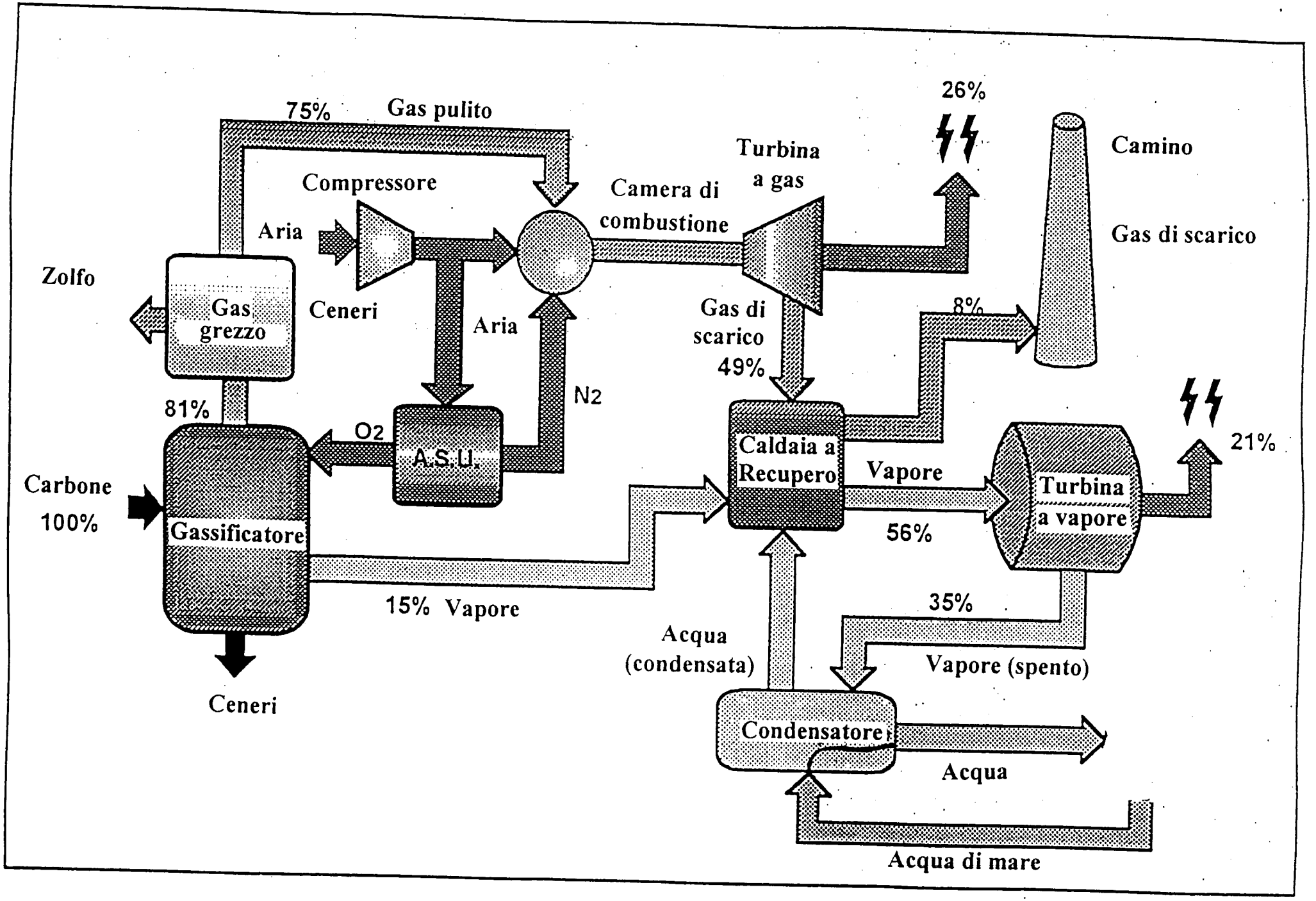
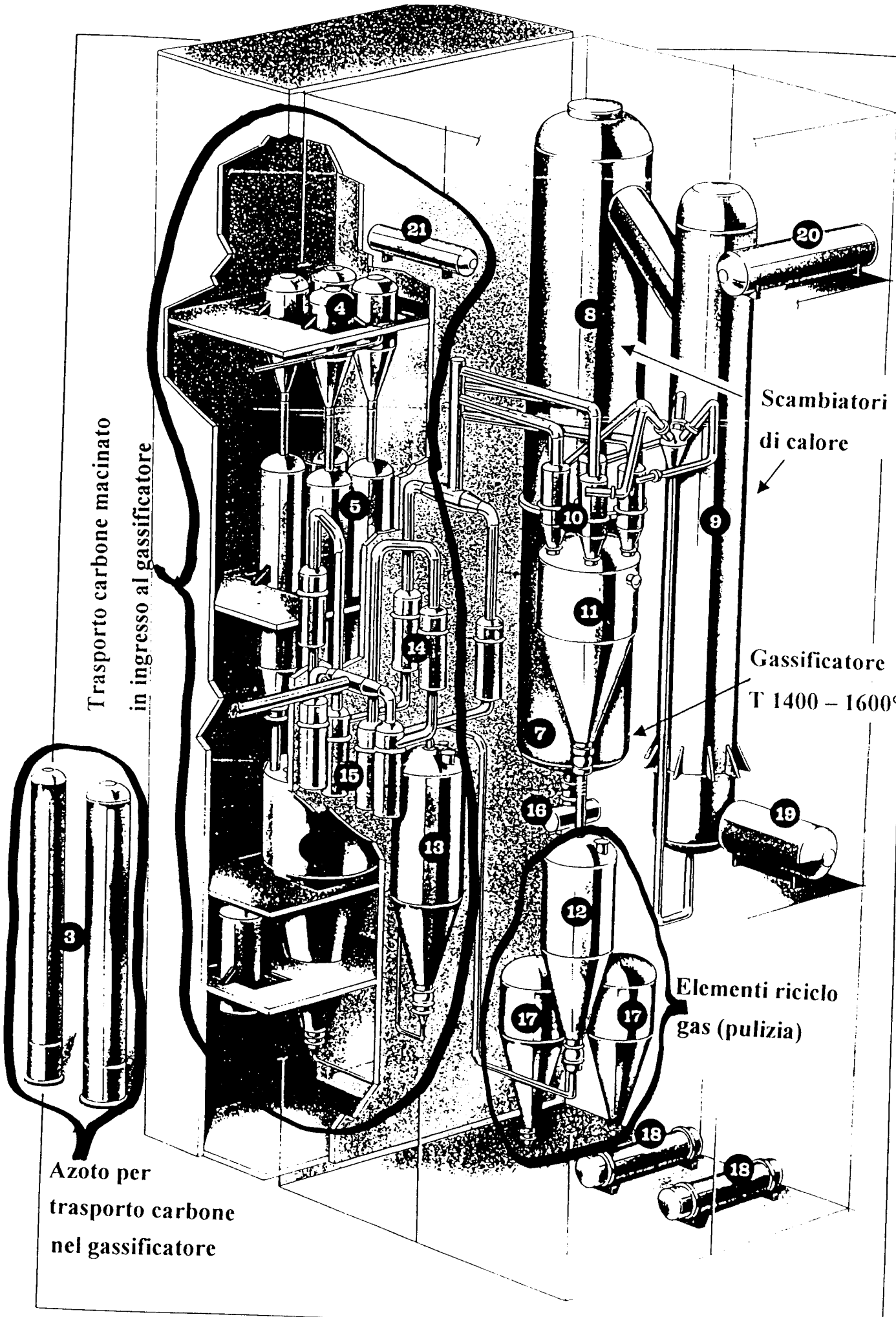
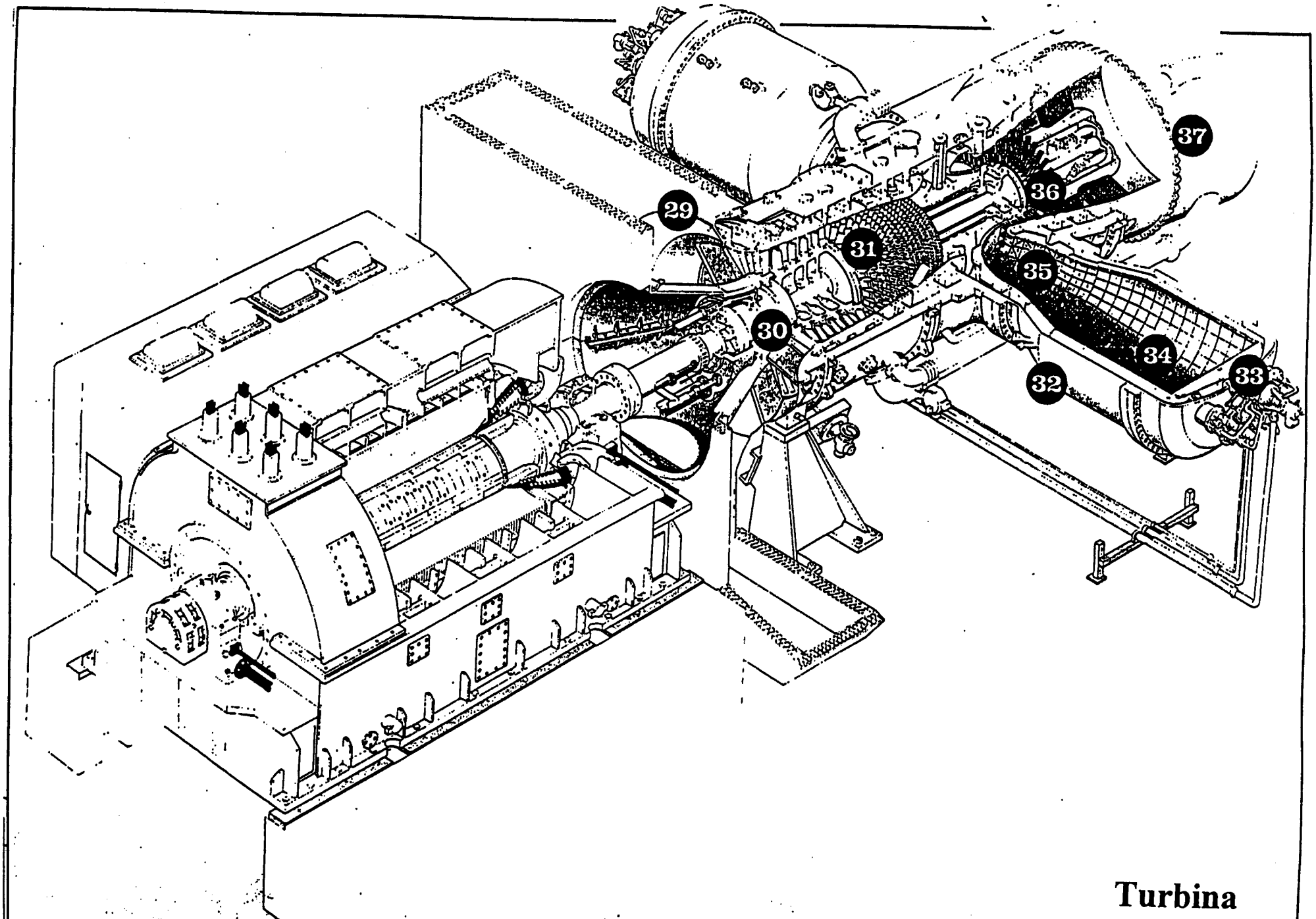
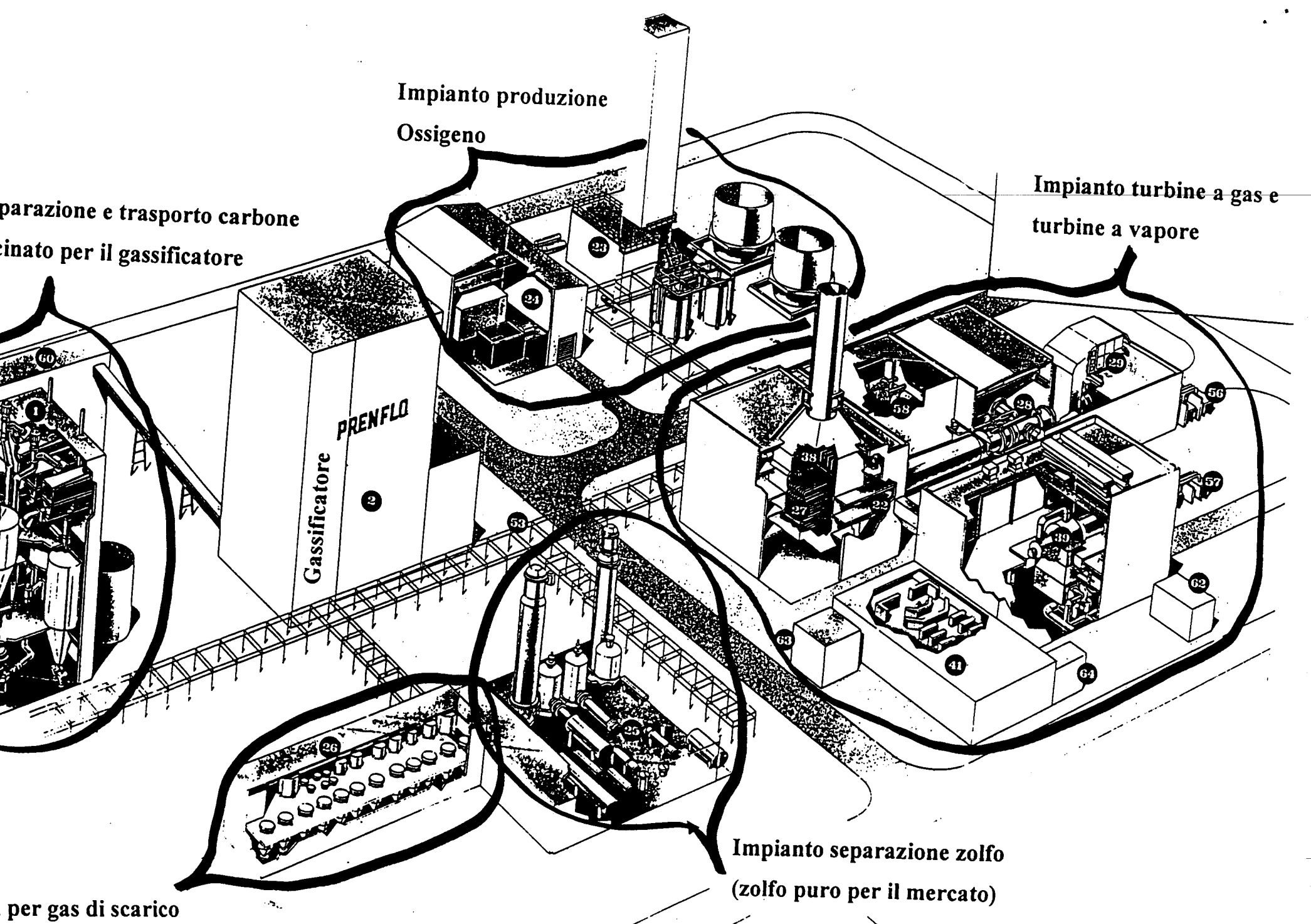


Diagramma di flusso


Trasporto carbone macinato
in ingresso al gassificatore
Scambiatori
di calore
Gassificatore
T 1400 – 1600°
Elementi riciclo
gas (pulizia)
Azoto per
trasporto carbone
nel gassificatore
3
4
5
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
17
18
18
19
20
21



Turbina


Impianto produzione
Ossigeno
parazione e trasporto carbone
inato per il gassificatore
Impianto turbine a gas e
turbine a vapore
Gassificatore
PRENFLO
Impianto separazione zolfo
(zolfo puro per il mercato)
per gas di scarico

TOTALE P.02
MODULARIO P.C.M. - 1st

Presidenza del Consiglio dei Ministri

COMUNICATO STAMPA

Il giorno 1 febbraio 2005, presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, si è tenuta una riunione presieduta dal Sottosegretario di Stato alla Presidenza del Consiglio dei Ministri Dott. Gianni Letta, alla quale hanno partecipato il Ministro dell'Ambiente, On. Matteoli, il Vice Ministro dell'Economia, On. Micciché, il Ministro dell'Interno, On. Pisanu, rappresentanti del Ministero per le Attività Produttive, il Presidente della Regione Sardegna, On. Soru, rappresentanti di Sviluppo Italia,delle Organizzazioni Sindacali nazionali e regionali, nonché rappresentanti di Confindustria Sardegna.

Il sottosegretario Dott. Letta ha sottolineato come l'attuale incontro riguardi i temi che rivestono carattere di emergenza per la situazione produttiva della Regione Sardegna, e cioè quelli della chimica e dell'energia.

Per quanto riguarda il comparto chimico, sono stati evidenziati i risultati raggiunti e gli aspetti di criticità relativi all'Accordo di Programma sulla chimica del luglio 2003. In particolare, il Governo ha ribadito l'impegno delle risorse finanziarie che saranno destinate dal CIPE alle iniziative industriali a conclusione delle previste istruttorie.

Anche per quanto concerne i temi dell'energia, dopo un'analisi sullo stato di avanzamento dei singoli progetti, il Governo ha illustrato l'attività svolta in sede nazionale ed europea per giungere all'emanazione di un nuovo D.P.C.M. che sostituisca quello sottoposto a procedura di infrazione da parte della Commissione Europea. Tale nuovo provvedimento, previa verifica di compatibilità europea, dovrebbe consentire l'utilizzo di tariffe speciali a favore delle imprese metallurgiche energivore, con la possibile estensione alle imprese di produzione della filiera del clorosoda.

I rappresentanti delle OO.SS. hanno sottolineato l'urgenza di tariffe elettriche che consentano il permanere e lo sviluppo delle iniziative produttive nella Regione, nonché l'esigenza di accelerare la realizzazione dei programmi assunti nei diversi accordi sottoscritti. Hanno, inoltre, sostenuto l'opportunità di prevedere l'attivazione di adeguati ammortizzatori sociali.

Il Presidente Soru ha evidenziato l'utilità di una comune azione Governo – Regione volta a definire i tanti problemi che ancora si registrano in Sardegna e, in particolare, ha ritenuto opportuno sottolineare quei temi che più di altri condizionano lo sviluppo dell'isola, ovvero che minano le condizioni di equilibrio generale della Regione, temi già rappresentati in precedenti occasioni.

Il Ministro Pisanu ha sottolineato l'esigenza di accelerare i percorsi volti a definire i problemi emersi nell'odierno incontro, in particolare per quanto riguarda l'emanazione di un D.P.C.M. sui temi dell'energia, anche in relazione ad analoghe esperienze già maturate in altri Paesi europei, e del sostegno al reddito dei lavoratori per accompagnare le fasi di transizione.

A conclusione dell'incontro, il Sottosegretario Letta nell'accogliere l'invito da più parti sollecitato anche dal Presidente Soru, ha disposto l'istituzione, entro il 15 febbraio p.v., di un apposito gruppo di lavoro, composto da dirigenti delle Amministrazioni più direttamente interessate che, in rapporto con la Regione Sardegna, le OO.SS. e le parti imprenditoriali, definisca un'agenda dei lavori, tenuto conto delle questioni già avviate, di quelle che necessitano di ulteriori approfondimenti con l'obiettivo di individuare percorsi e procedure finalizzate alla risoluzione dei problemi posti, nonché gli eventuali aggiornamenti dell'intesa istituzionale Stato – Regione.