



Università Carlo Cattaneo - LIUC
Corso di Laurea di Ingegneria Gestionale

Percorso di eccellenza in Energy Management

Castellanza, 2 ottobre 2009



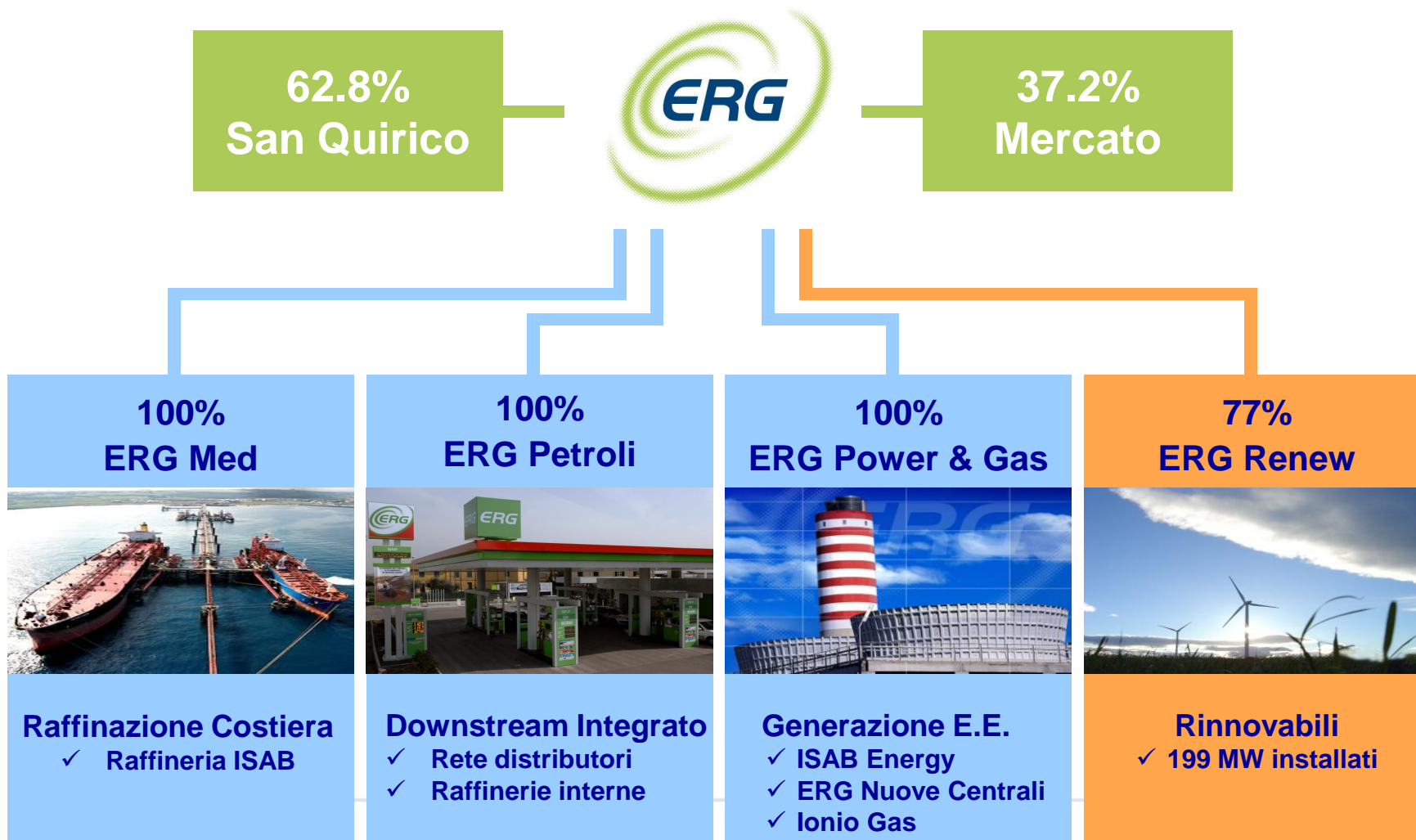
Il gruppo ERG



Struttura del Gruppo ERG

Il Gruppo ERG è il principale gruppo indipendente petrolifero e ed energetico italiano

3



Sintesi Dati Economici e Finanziari 2008

	ANNO 2008	ANNO 2007	ANNO 2006
PRINCIPALI DATI ECONOMICI (MILIONI DI EURO)			
RICAVI TOTALI ⁽¹⁾	11.563	10.206	9.303
MARGINE OPERATIVO LORDO	117	552	442
MARGINE OPERATIVO LORDO A VALORI CORRENTI	536	361	463
MARGINE OPERATIVO LORDO A VALORI CORRENTI ADJUSTED --	540	361	463
RISULTATO OPERATIVO NETTO A VALORI CORRENTI	335	176	305
RISULTATO OPERATIVO NETTO A VALORI CORRENTI ADJUSTED	336	176	305
RISULTATO NETTO	649	192	194
DI CUI RISULTATO NETTO DI GRUPPO	646	171	153
RISULTATO NETTO DI GRUPPO A VALORI CORRENTI	84	39	103
PRINCIPALI DATI FINANZIARI			
CAPITALE INVESTITO NETTO	2.299	2.837	2.754
PATRIMONIO NETTO	2.024	1.459	1.398
INDEBITAMENTO FINANZIARIO NETTO TOTALE	274	1.378	1.356
DI CUI PROJECT FINANCING NON RECOURSE	234	280	318
LEVA FINANZIARIA	12%	49%	49%

Attività principali ERG: sintesi



ERG POWER & GAS

Generazione termoelettrica

- Produce e vende energia elettrica, vapore e gas
- ISAB Energy, ERG Nuove Centrali, ISAB Energy Services ed Ionio Gas sono le principali controllate



ERG RENEW (77.4% di proprietà di ERG)

Fonti rinnovabili

- Generazione di energia elettrica da eolico italiano ed estero e da mini-idrico



ERG MED

Raffinerie Costiere (Sito di Priolo Gargallo)

- ISAB Refinery (51% ERG, 49% Lukoil)
- Una delle più importanti raffinerie dell'area del Mediterraneo in termini di capacità (320.000 bbl/d) e complessità
- Acquista e processa petrolio grezzo e vende prodotti raffinati



ERG PETROLI

Downstream Integrato

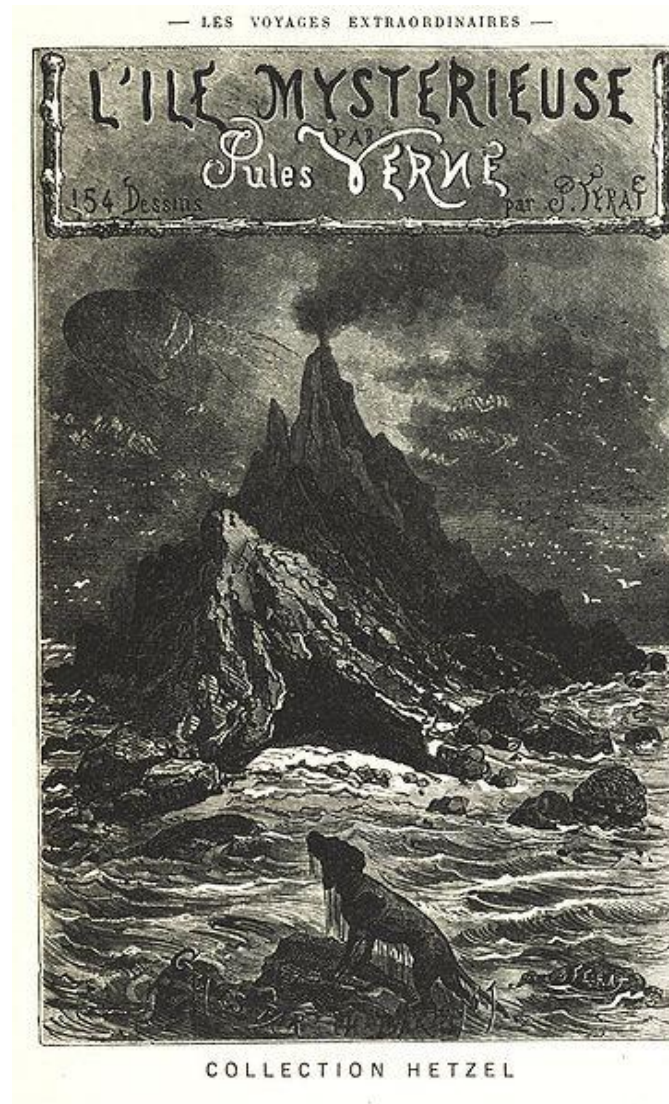
- Opera nella vendita e logistica di prodotti petroliferi
- Rete di distributori: ~2000 stazioni di servizio (~7% della quota di mercato in Italia)
- Investimenti in 2 raffinerie (Trecate e Roma)



Economia all'Idrogeno

- Dalle origini ai giorni nostri
- La produzione industriale
- Idrogeno e Fonti Rinnovabili
- Temi normativi e Tecnici

L'inizio della storia.....



.....

Nel 1874 Jules Verne scrisse L'Isola Misteriosa;

alla domanda del marinaio Pencroff: “Che cosa si brucerà al posto del carbone?”

l'ingegnere Cyrus Smith risponde:

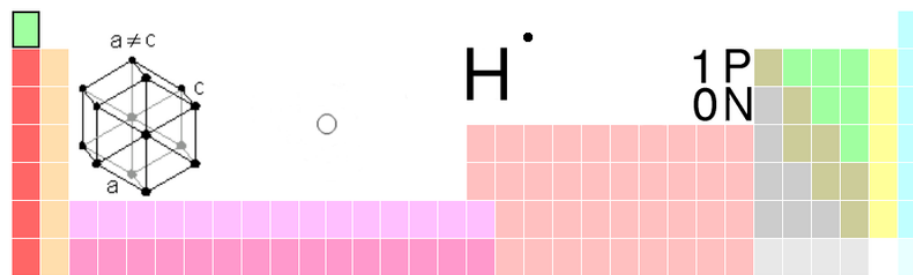
” L'acqua, perché l'acqua scomposta nei suoi elementi costitutivi ... e scomposta, senza dubbio, dall'elettricità che sarà diventata allora una forza possente e maneggevole ... Sì, amici, io credo che l'acqua sarà un giorno impiegata come combustibile, che l'idrogeno e l'ossigeno di cui è costituita, utilizzati isolatamente o simultaneamente, offriranno una sorgente di calore e di luce inesauribili e di un'intensità che il carbon fossile non può dare

..... l'acqua è il carbone dell'avvenire.”

Qualche definizione

Idrogeno (dal greco antico ὕδωρ, hydor, "acqua", e la radice γεν- di γίγνομαι, gèighnomai, "generare"); è il primo elemento chimico della tavola periodica degli elementi.

Simbolo: **H**, numero atomico **1**.



Si trova allo stato elementare sotto forma di molecola biatomica, H_2 , che a pressione atmosferica e a temperatura ambiente (298K) è un gas incolore, inodore, altamente infiammabile.

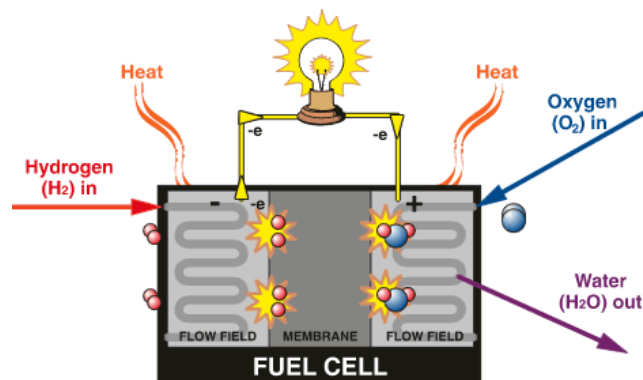
Ancora qualche definizione

L'idrogeno è l'elemento più leggero e più abbondante di tutto l'universo, è presente nell'acqua (11,19%) e in tutti i composti organici e organismi viventi.

Forma composti con la maggior parte degli elementi, spesso anche per sintesi diretta.

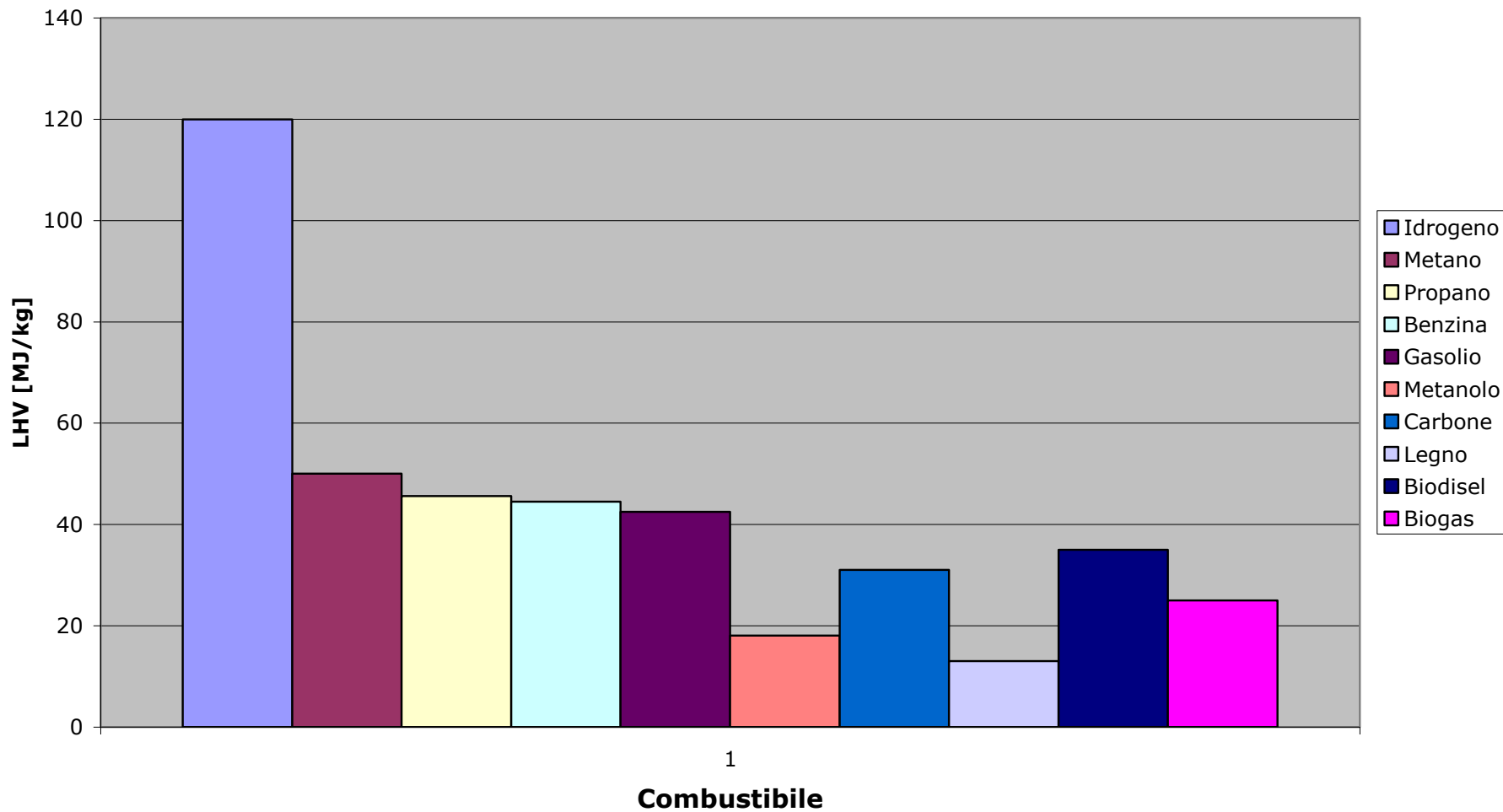
Le stelle sono principalmente composte di idrogeno nello stato di plasma.

L'idrogeno è usato nella produzione di ammoniaca, nell'idrogenazione degli oli vegetali, in aeronautica (in passato nei dirigibili), come combustibile alternativo e, di recente, come riserva di energia nelle pile a combustibile (Fuel Cells).



Il confronto con altri combustibili

Poteri Calorifici

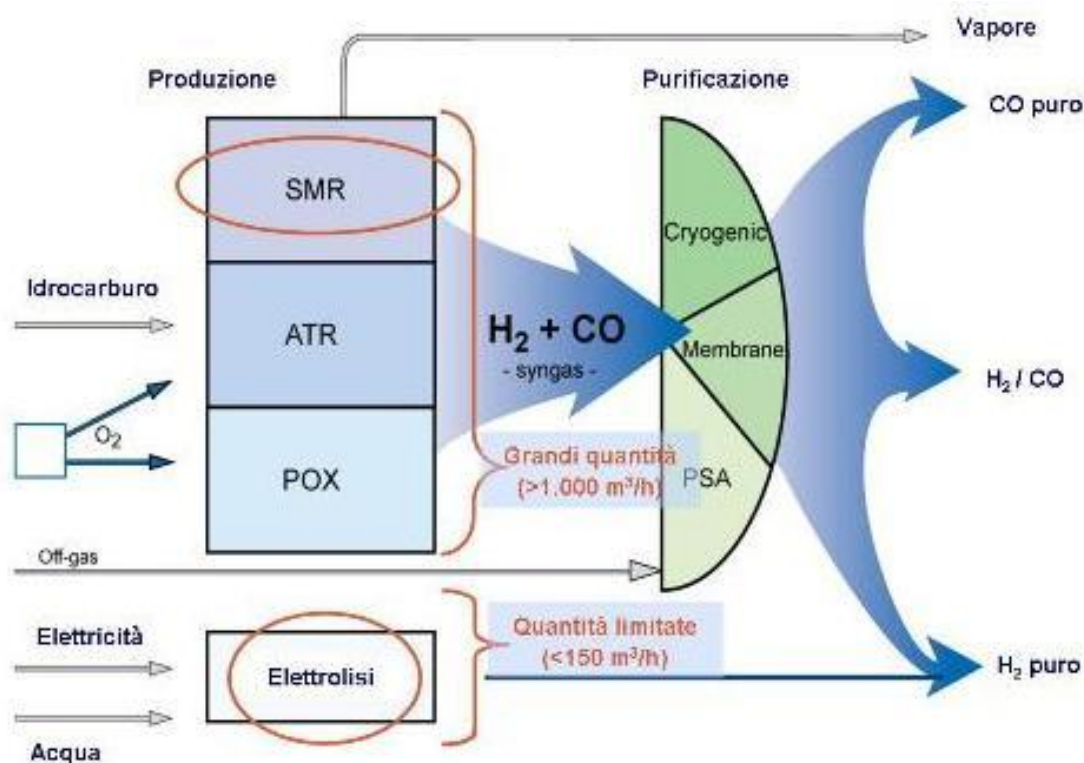


- Dalle origini ai giorni nostri
- La produzione industriale
- Idrogeno e Fonti Rinnovabili
- Temi normativi e Tecnici

La produzione dell'idrogeno

“L'idrogeno non è una fonte di energia ma deve essere prodotto con processi chimici o fisici e mediante utilizzo di fonti energetiche”

L'idrogeno è un VETTORE ENERGETICO

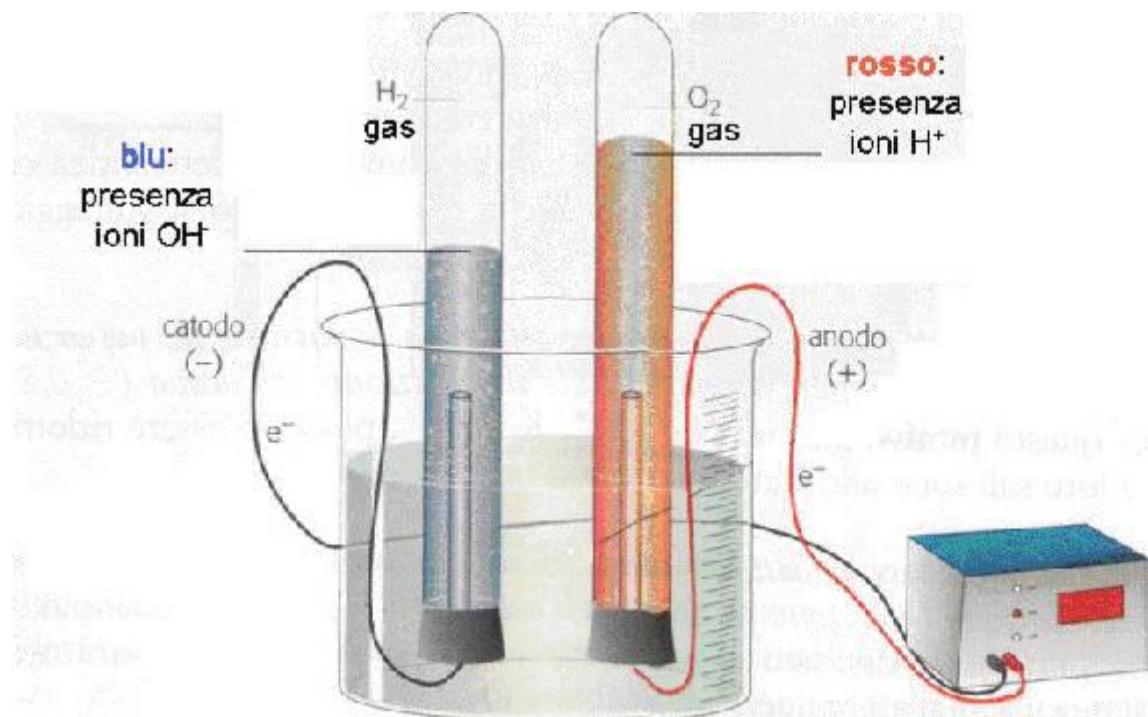


I principali metodi utilizzati industrialmente per la produzione dell'idrogeno sono:

- Elettrolisi dell'acqua
- Processi di Reforming
- Ossidazione parziale degli idrocarburi – Processo di Gassificazione
- Fotosintesi
- Fermentazione
- Reazioni acqua - idruro

Elettrolisi dell'acqua

Il processo di elettrolisi dell'acqua prevede la sua decomposizione nei componenti elementari idrogeno e ossigeno.



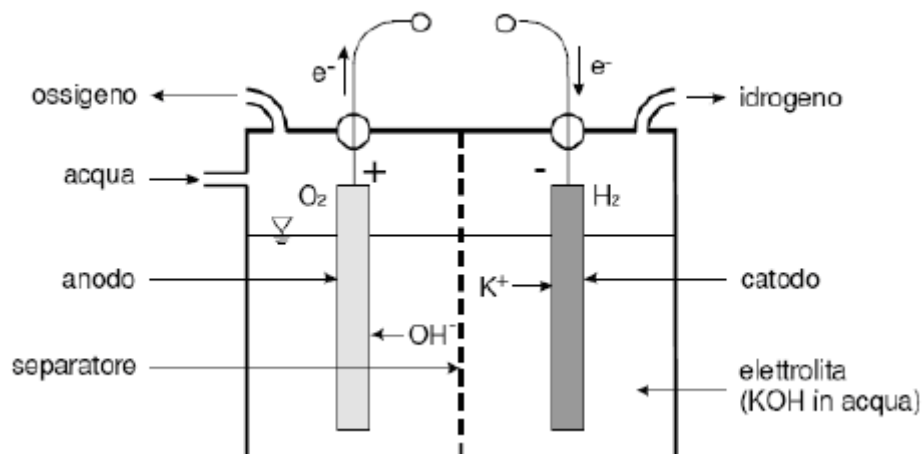
Elettrolisi dell'acqua

L'elettrolisi avviene all'interno di una cella elettrolitica in presenza di acqua resa basica (OH) o acida (H).

Attraverso l'applicazione di una corrente elettrica alla cella si provoca la produzione di Idrogeno al polo negativo e Ossigeno al polo positivo.

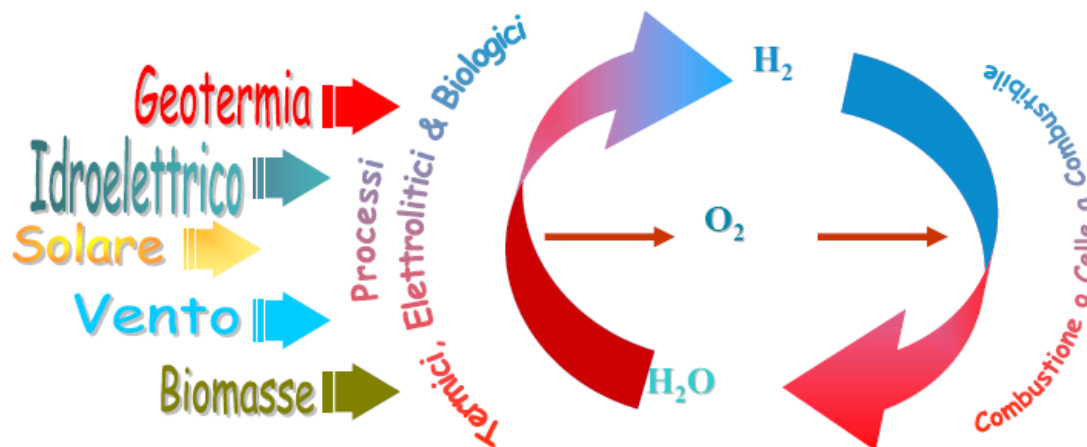
Il rendimento standard di un moderno elettrolizzatore è dell'ordine del 70 – 80 %.

Si consumano circa 6 kWh/Nm³ di Idrogeno e l'idrogeno può essere prodotto anche in pressione, fino a 20 '.



Elettrolisi dell'acqua

Il sistema di produzione di idrogeno attraverso l'elettrolisi dell'acqua, e quindi utilizzando come fonte energetica l'energia elettrica, è conveniente nell'ipotesi in cui l'energia elettrica utilizzata sia proviene da fonte rinnovabile, in quanto l'idrogeno si configura come un vettore energetico immagazzinabile e riutilizzabile per la produzione di energia elettrica all'atto della richiesta.



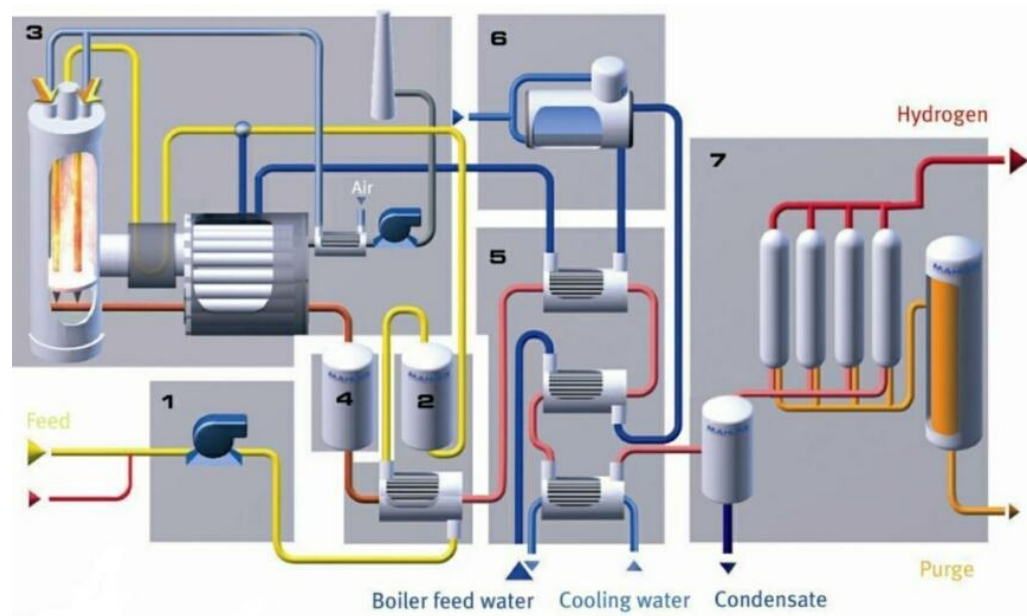
Steam reforming

Lo steam reforming è un processo industriale nel quale un idrocarburo (solitamente metano o benzina leggera) reagisce con acqua, spesso in presenza di un catalizzatore, per produrre idrogeno.

La reazione è endotermica e avviene a circa 700° C

I prodotti della reazione sono H₂, CO e CO₂; al fine di massimizzare la produzione di idrogeno, tutto il CO prodotto nella fase iniziale del processo reagisce con ulteriore acqua (reazione di water gas shift) in presenza di opportuni catalizzatori, per ottenere ulteriore produzione di H₂.

Processi di Reforming



- 1: Feed compression unit
- 2: Feed pretreatment
- 3: Reforming and steam generation
- 4: High temperature conversion
- 5: Heat exchanger unit
- 6: Pretreatment of boiler feed water
- 7: Purification unit – HYDROSWING® system

E' evidente che il processo di retorming, che ha un rendimento energetico del 65% circa, genera un sottoprodotto particolarmente sgradito quale la CO₂.

L'ossidazione parziale è una reazione tra idrocarburi e ossigeno attraverso la quale si ottiene la liberazione dell'idrogeno contenuto nel combustibile.

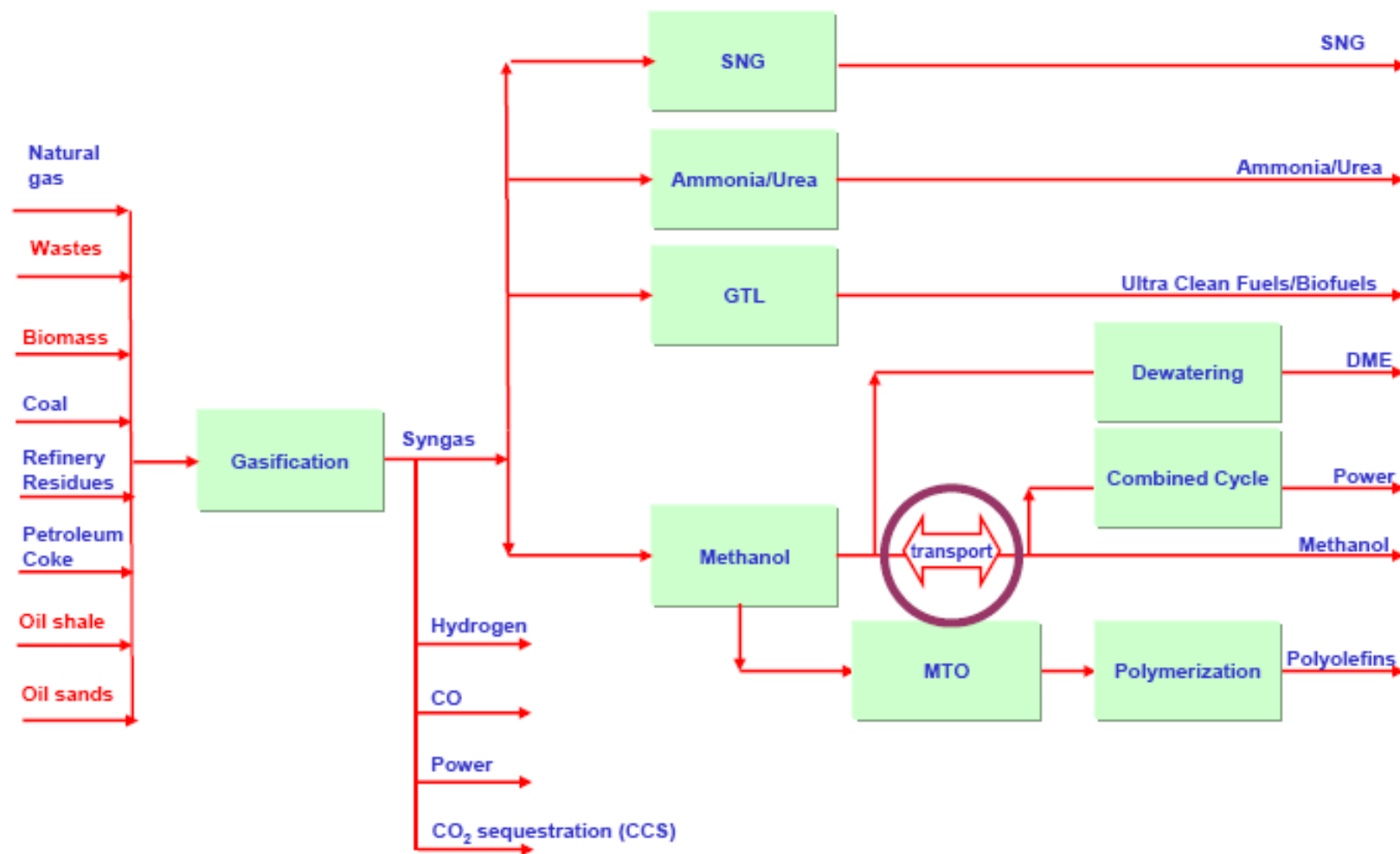
La reazione è esotermica ed avviene ad una temperatura superiore ai 1000° C.

I prodotti della reazione di ossidazione parziale sono, prevalentemente, idrogeno e ossido di carbonio, insieme a minori quantità di anidride carbonica e metano.

Una delle applicazioni dei processi di gassificazione è nell'ambito degli impianti IGCC – Integrated Gasification Combined Cycle, attraverso i quali carbone o residui della raffinazione del grezzo vengono trasformati in energia elettrica pulita e idrogeno.

Ossidazione parziale degli idrocarburi

Impianto IGCC



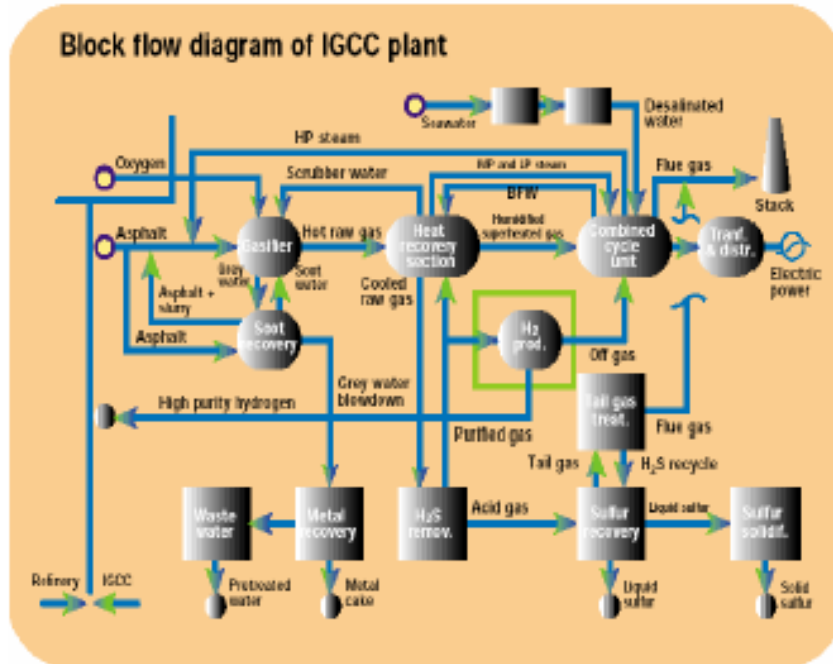
Ossidazione parziale degli idrocarburi

Impianto IGCC



Ossidazione parziale degli idrocarburi

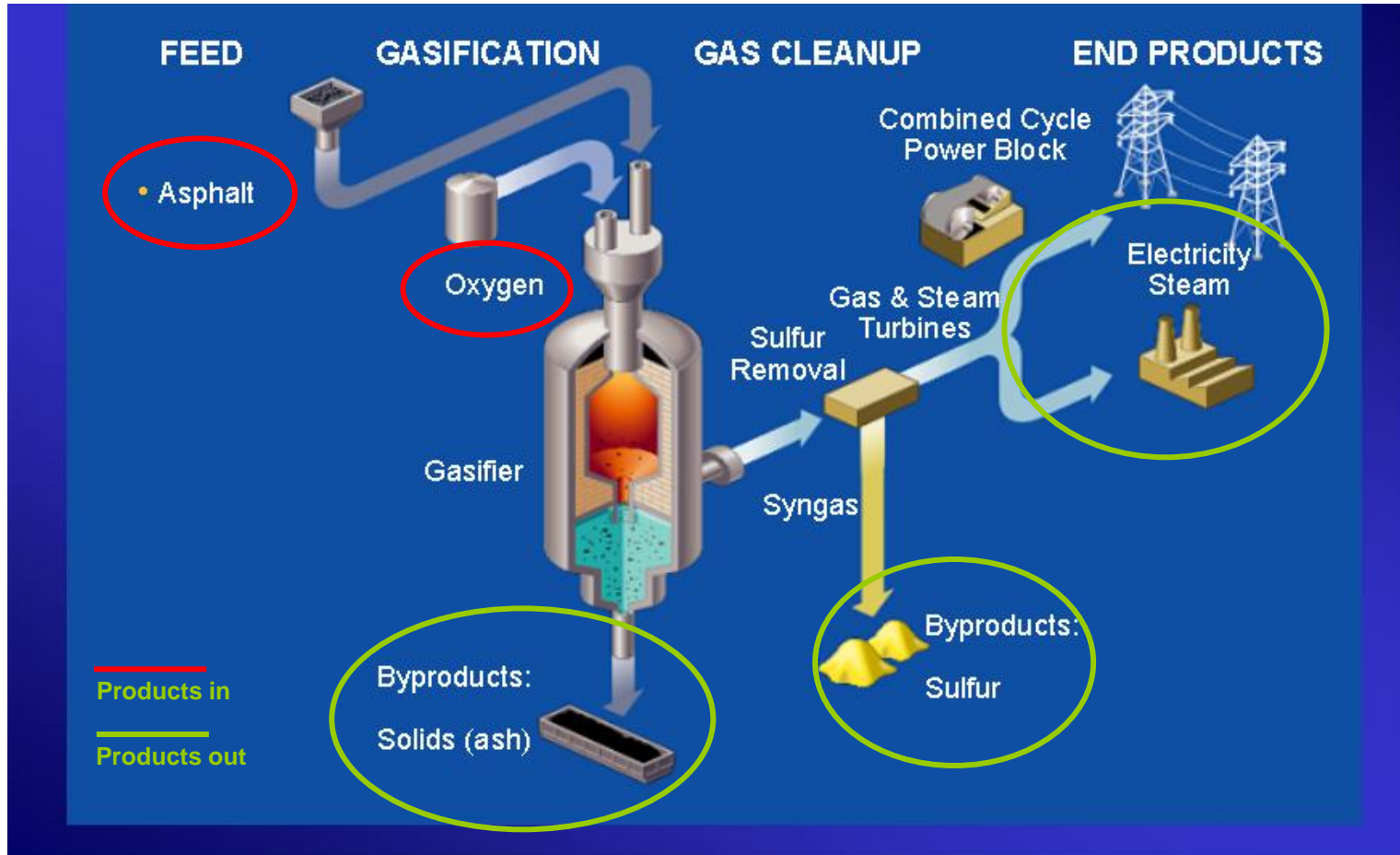
Impianto IGCC



- Kellogg deasphalting unit
- Feed: asphalt 132 t/h
sulphur 6%wt
- Two quench-type GE gasifiers
- MDEA based AGR for H₂S removal
- Oxygen Claus SRU + TGT
- Two power train (GT+HRSG+ST) based on GT Ansaldo/Siemens V94.2K
- IGCC power output: 560 MWe

Ossidazione parziale degli idrocarburi

Impianto IGCC



Production of 20,000 Nm³/h for Euro-grade automotive fuels

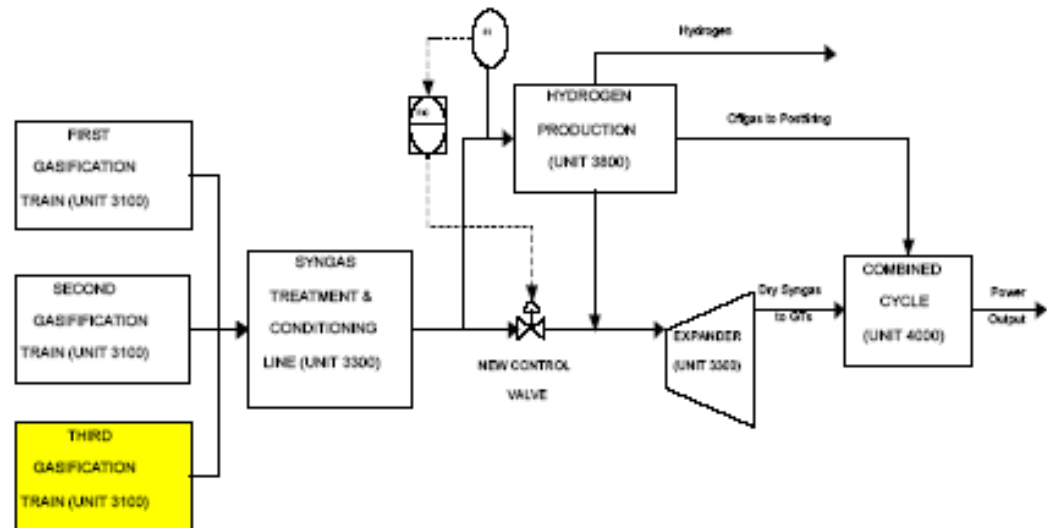
Three options for ERG:

- | | | | |
|--|---|---------------------------------------|--------------|
| 1. Refinery revamping | → | new steam reformer | } ONE OPTION |
| 2. Purchase H ₂ from external suppliers | → | new steam reformer | |
| 3. ISAB Energy IGCC revamping | → | third gasifier + H ₂ plant | |

Third Gasification Train

New train facilities:

- Gasifier sized for 18 t/h
- Charge oil pump
- Syngas scrubber
- Quench water system for S/UP & S/D
- Grey water/soot water exchanger

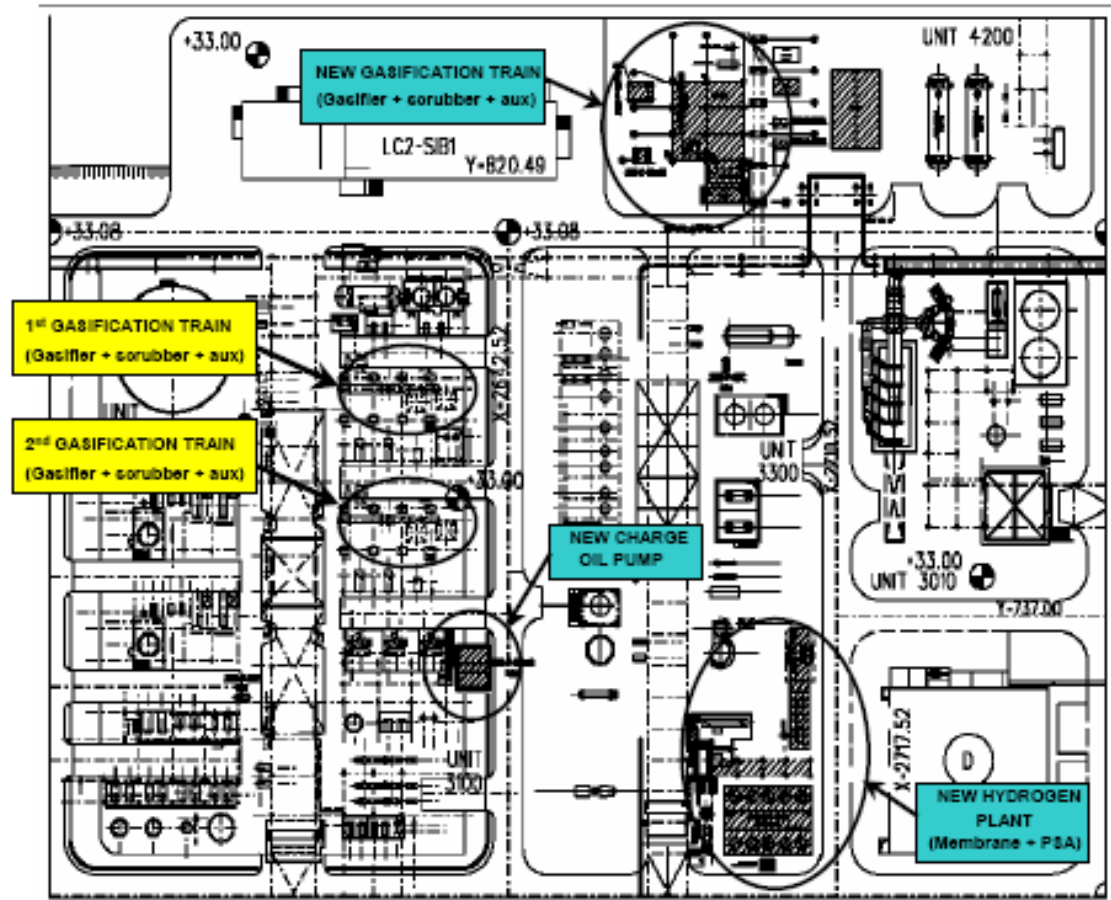


Revamping of existing gasification facilities:

- Cooling water facilities to assure proper cooling of the three gasifiers burners
- New high pressure naphtha pump
- New demiwater diesel pump to cool new gasifier quench ring in case of EPF

Ossidazione parziale degli idrocarburi

Impianto IGCC



- Third gasifier located in new area far from existing gasifier for constructability reasons
- Charge oil pump located close to existing ones
- Hydrogen plant located within the syngas cooling, saturation and expansion area

La **fotosintesi clorofilliana** è l'insieme delle reazioni durante le quali le piante verdi producono sostanze organiche a partire da CO₂ e dall'acqua, in presenza di luce.

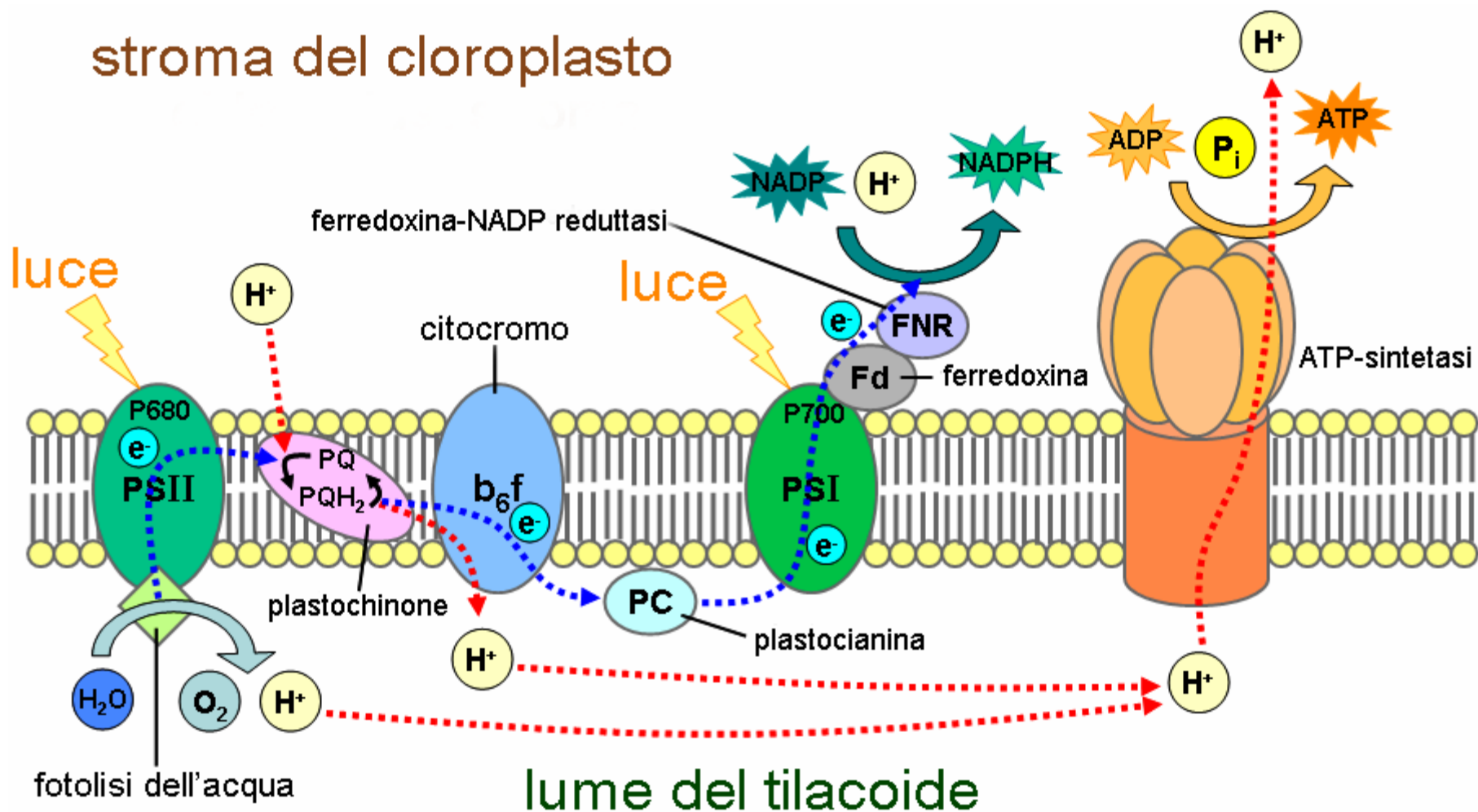
Mediante la clorofilla, l'energia solare (luce) viene trasformata in uno zucchero definito glucosio fondamentale per la vita della pianta la cui formula chimica è: C₆H₁₂O₆.

Inoltre alla pianta (detta autotrofa) rimangono 6 atomi di ossigeno atmosferico di cui si libera grazie agli stomi delle sue foglie.

La **produzione biologica di idrogeno** è invece principalmente fatta in bioreattori ed è basata sulla produzione di idrogeno da parte di alcune alghe.

Le alghe producono infatti idrogeno in alcune condizioni: negli ultimi anni novanta fu scoperto che privando le alghe di zolfo queste smettevano di produrre ossigeno, cioè la normale fotosintesi, ed iniziavano a produrre idrogeno.

stroma del cloroplasto



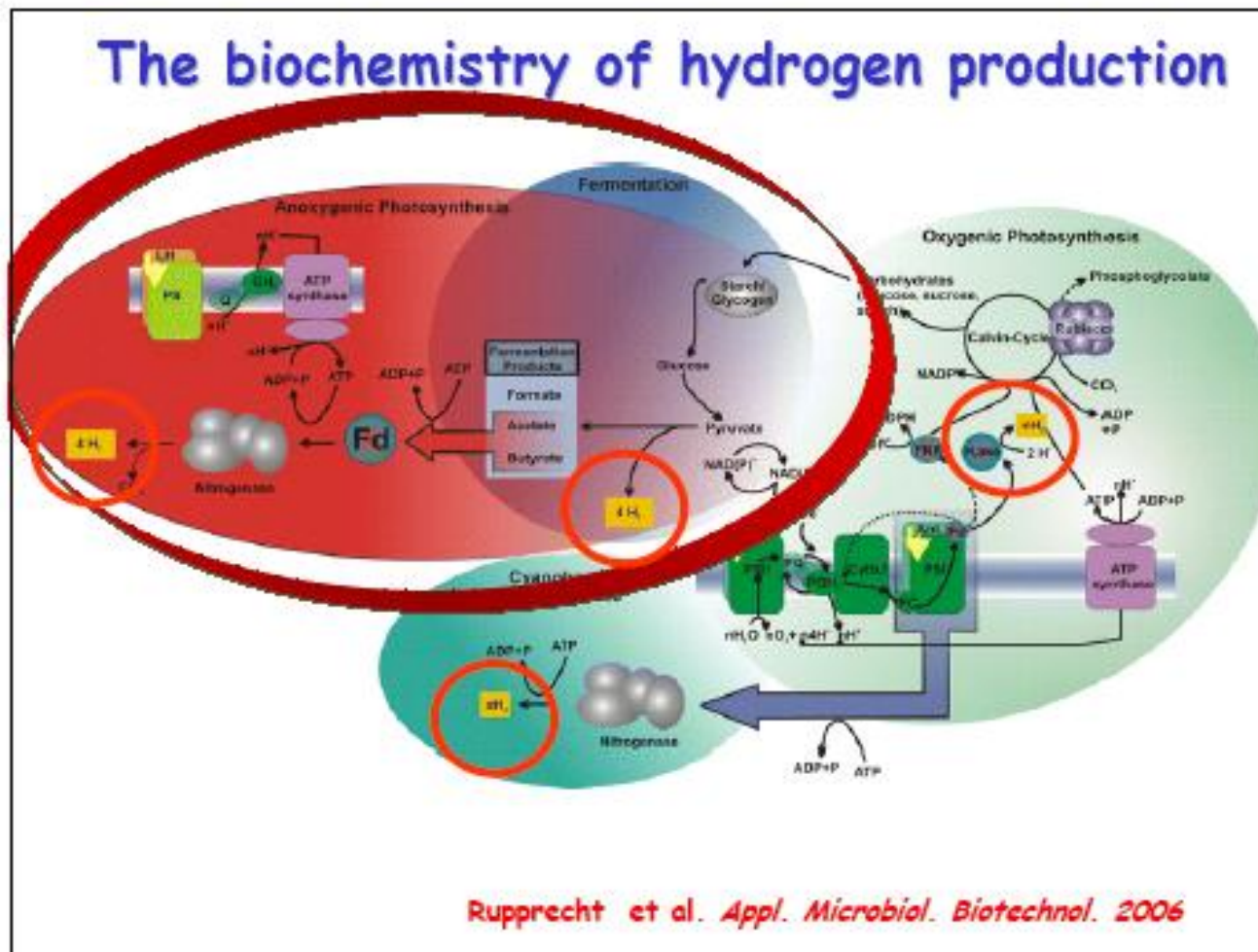
La produzione di idrogeno attraverso la fermentazione risulta particolarmente interessante e vantaggiosa dal punto di vista dell'applicazione industriale;

La produzione di idrogeno può avvenire infatti attraverso batteri (idrogeno-batteri) che inducono la fermentazione e che determinano alte velocità di svolgimento dell'idrogeno.



La produzione di idrogeno, che coinvolge l'utilizzo di substrati organici, è continua (giorno e notte). E' possibile migliorare la produzione attraverso l'efficace accoppiamento di efficienti sorgenti di elettroni ed attiva idrogenasi

Attualmente si utilizzano diverse biomasse (saccarifere, amidacee, cellulosiche) che richiedono pretrattamenti differenti.



Fermentazione

Schema di reazione

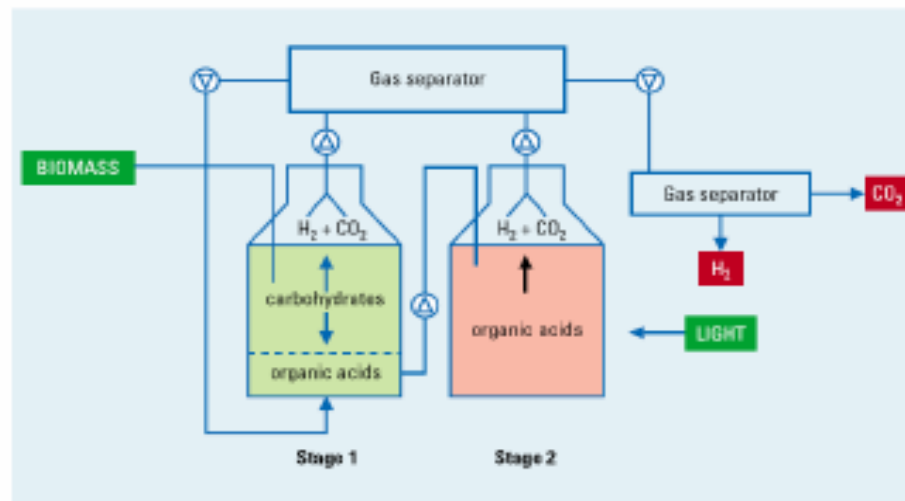


Figure 6. Outline of the bioprocess for production of hydrogen from biomass in a 2 stage fermentation. Stage 1 is for heterotrophic fermentation of carbohydrates to hydrogen, carbon dioxide and organic acids. In stage 2 the photoheterotrophic fermentation of organic acids to hydrogen and carbon dioxide takes place.

La tecnologia per la produzione di idrogeno attraverso le reazioni degli idruri in acqua è ancora allo stato della ricerca avanzata, sebbene negli Stati Uniti siano stati sviluppati alcuni progetti e impianti pilota sono in esercizio nello Utah.

Gli idruri sono composti chimici che reagiscono con l'acqua producendo idrogeno:



- Pro: elevate densità energetiche (LiH produce 8,4 kWh/kg)
temperatura ambiente
produzione di idrogeno istantanea una volta attivato il processo
- Contro: elevata richiesta di energia primaria per ottenere l'idruro
necessità di estrazione dei minerali
elevato costo

- Dalle origini ai giorni nostri
- La produzione industriale
- Idrogeno e Fonti Rinnovabili
- Temi normativi e Tecnici

Il futuro è già qui



IDROGENO E FONTI RINNOVABILI: UN MATRIMONIO POSSIBILE

La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili mostra alcuni handicap non superabili:

- **DISCONTINUITA'**
- **IMPOSSIBILITA' DI PROGRAMMAZIONE DELLA PRODUZIONE**

Contestualmente la produzione industriale dell'idrogeno, che allo stato attuale richiede quale fonte primaria gli idrocarburi, presenta una problematica di notevole importanza:

- **LA PRODUZIONE DEL SOTTOPRODOTTO CO₂**

Le fonti rinnovabili e l'idrogeno

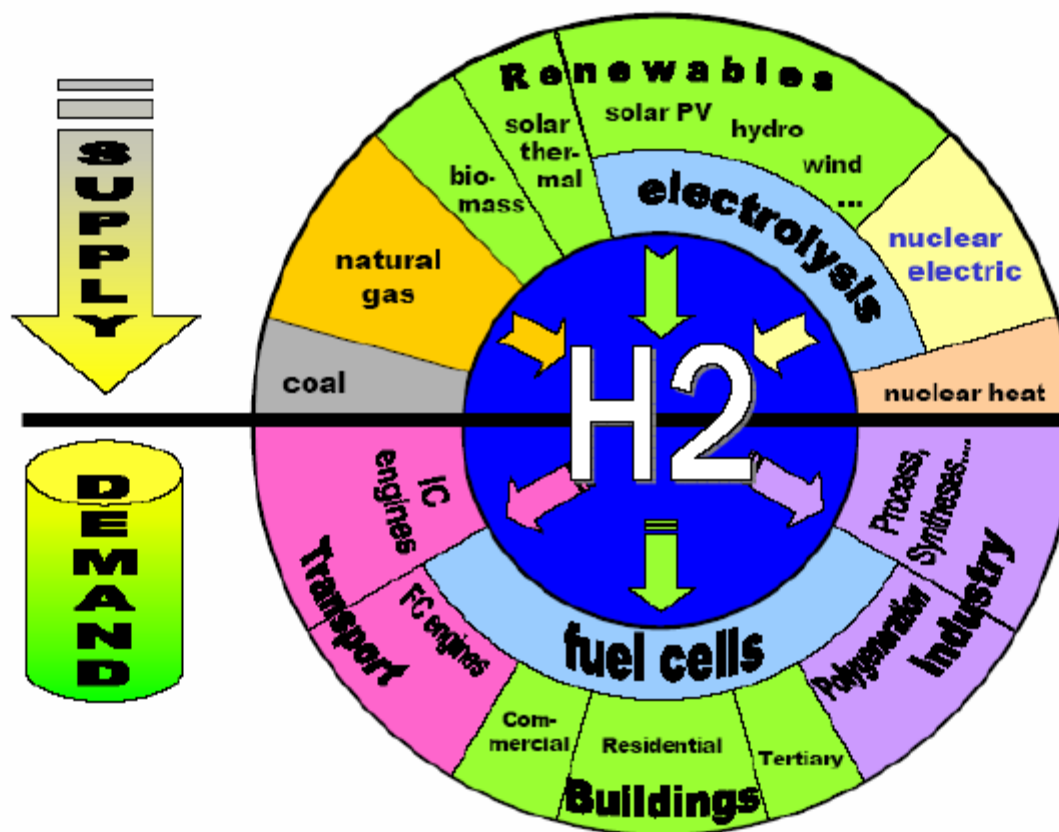
L'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, nei periodi nei quali essa non è direttamente utilizzabile in rete, può alimentare sistemi di produzione di idrogeno, ad esempio elettrolizzatori dell'acqua.

Tale approccio realizza la premonizione di Jules Verne descritta ne L'isola Misteriosa nel 1874:

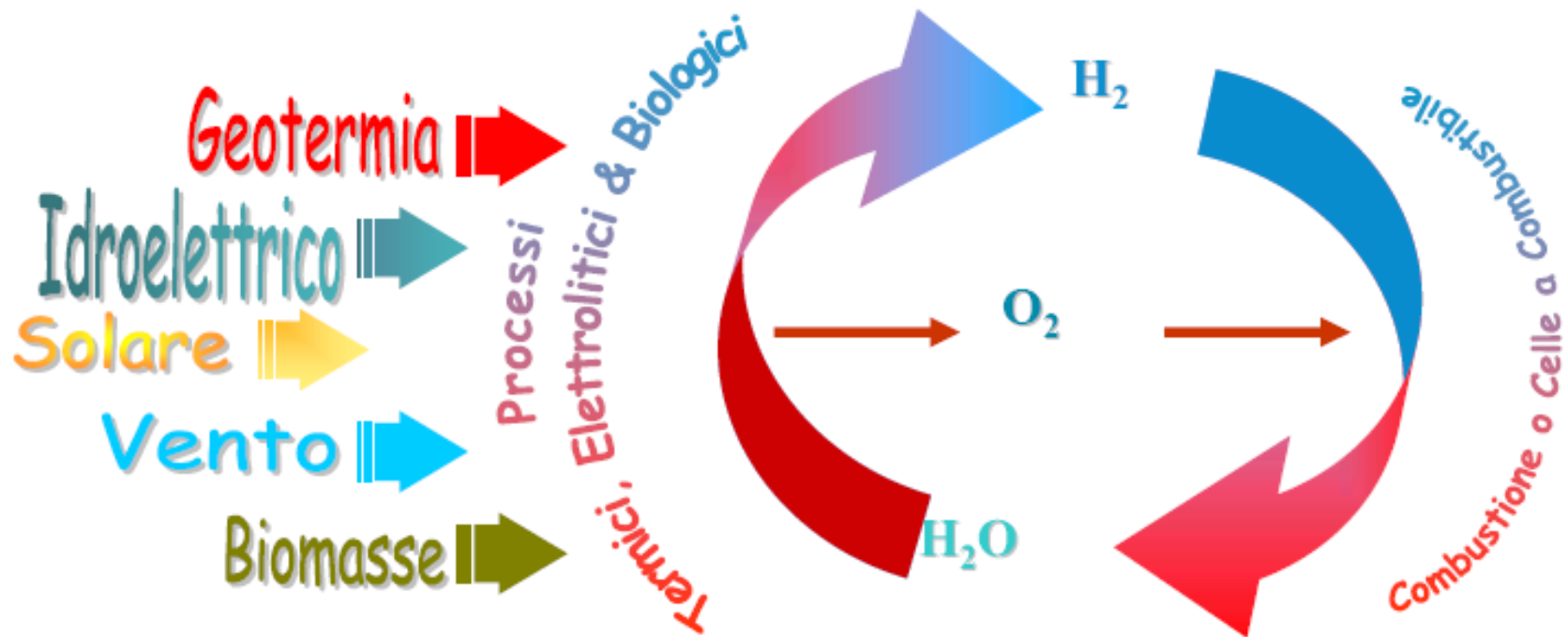
“... Sì, amici, io credo che l'acqua sarà un giorno impiegata come combustibile, che l'idrogeno e l'ossigeno di cui è costituita, utilizzati isolatamente o simultaneamente, offriranno una sorgente di calore e di luce inesauribili e di un'intensità che il carbon fossile non può dare

.... Sì, amici, io credo che l'acqua sarà un giorno impiegata come combustibile”

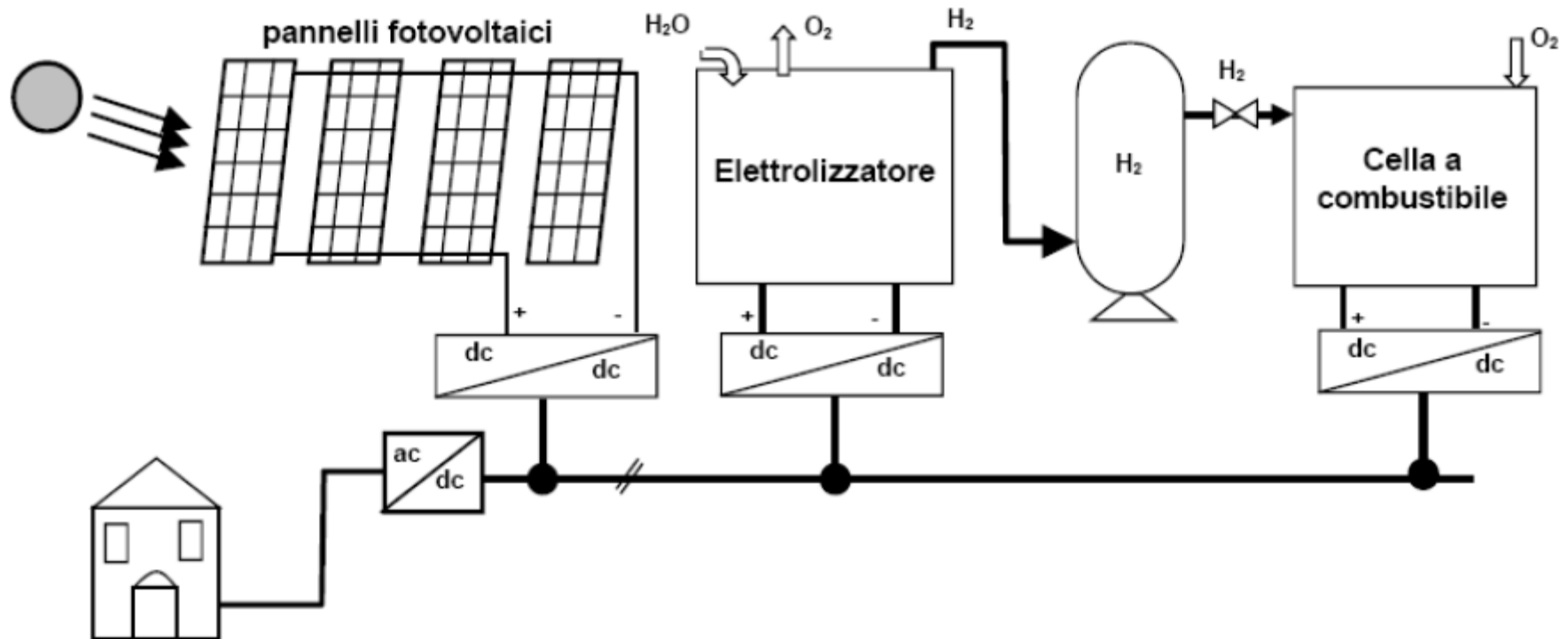
IL CIRCOLO DELL'IDROGENO



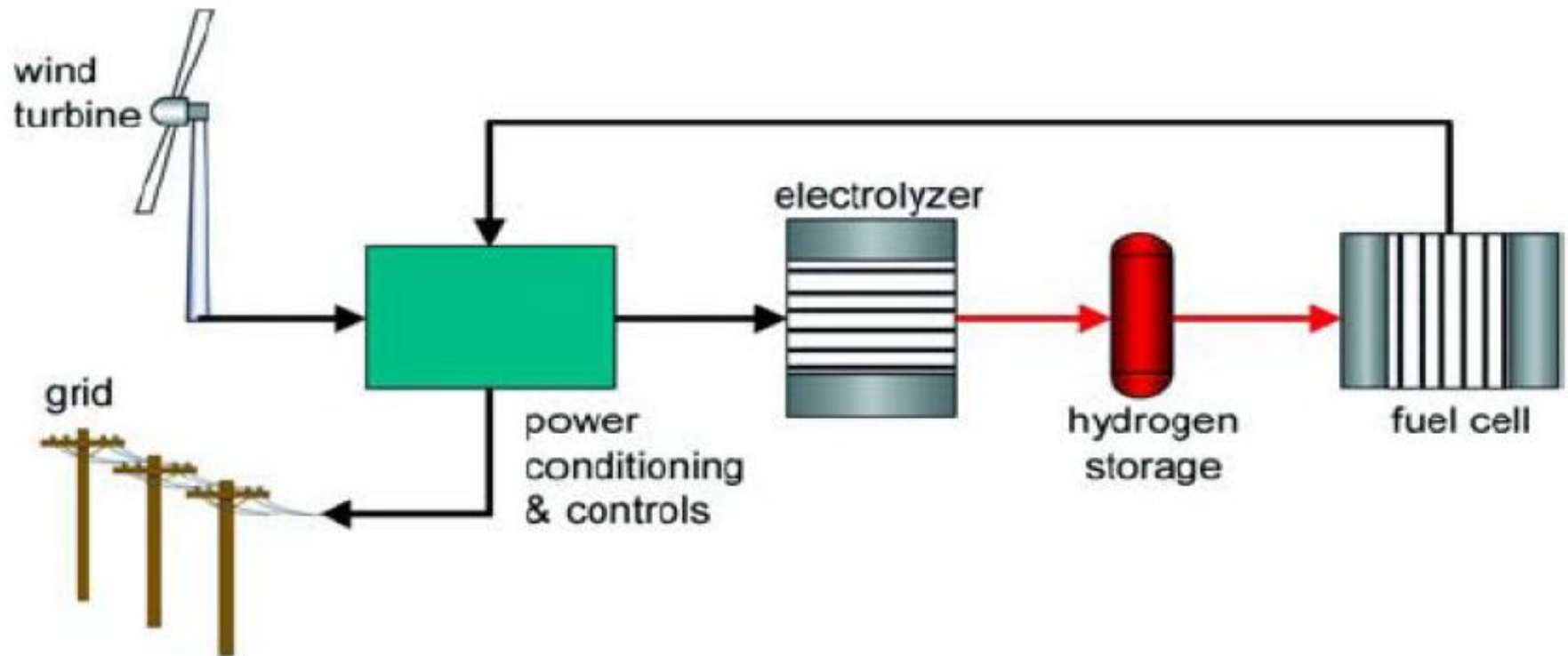
Le fonti rinnovabili e l'idrogeno



Conversione dell'energia solare in idrogeno



Conversione dell'energia eolica in idrogeno



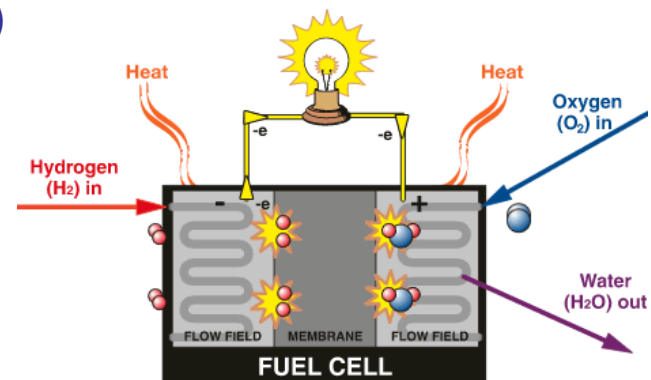
Utilizzo dell'idrogeno in fuel cells

Le fuel cells possono essere classificate sia in base dell'elettrolita utilizzato:

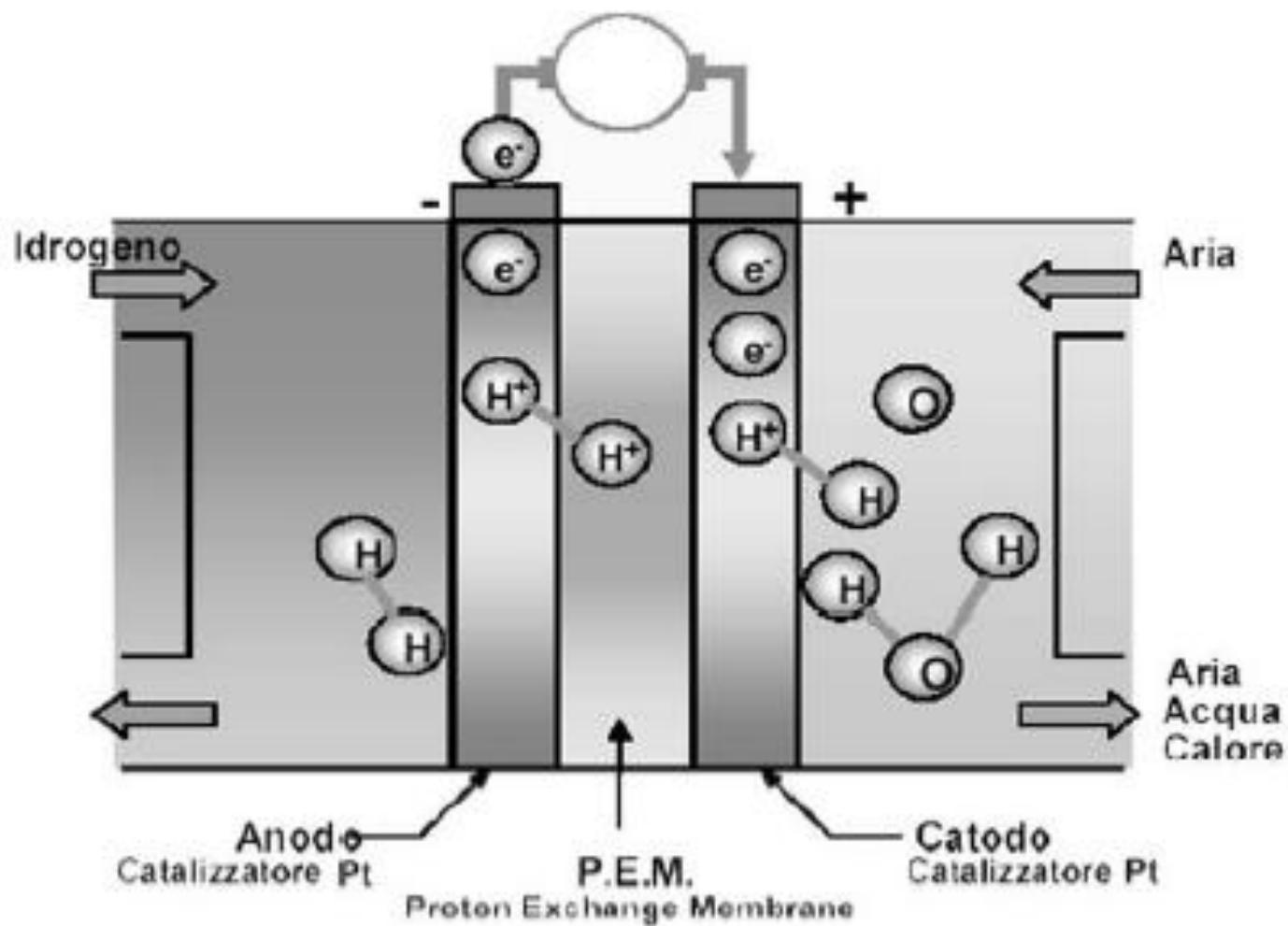
- celle alcaline (AFC)
- ad acido fosforico (PAFC)
- a carbonati fusi (MCFC)
- ad ossidi solidi (SOFC)
- ad elettrolita polimerico (PEM, DMFC)

che in base alla temperatura di funzionamento:

- a bassa temperatura (AFC, PEM, DMFC, PAFC)
- ad alta temperatura (MCFC, SOFC)



Schema di una Fuel Cell





**Il problema:
Siti urbani affetti dalla problematica
delle polveri sottili**



**Divieto di accesso delle auto
ai centri urbani**

**Una soluzione:
Introduzione progressiva di auto
“ecologiche” nei centri urbani**

- auto elettriche
- auto a idrogeno

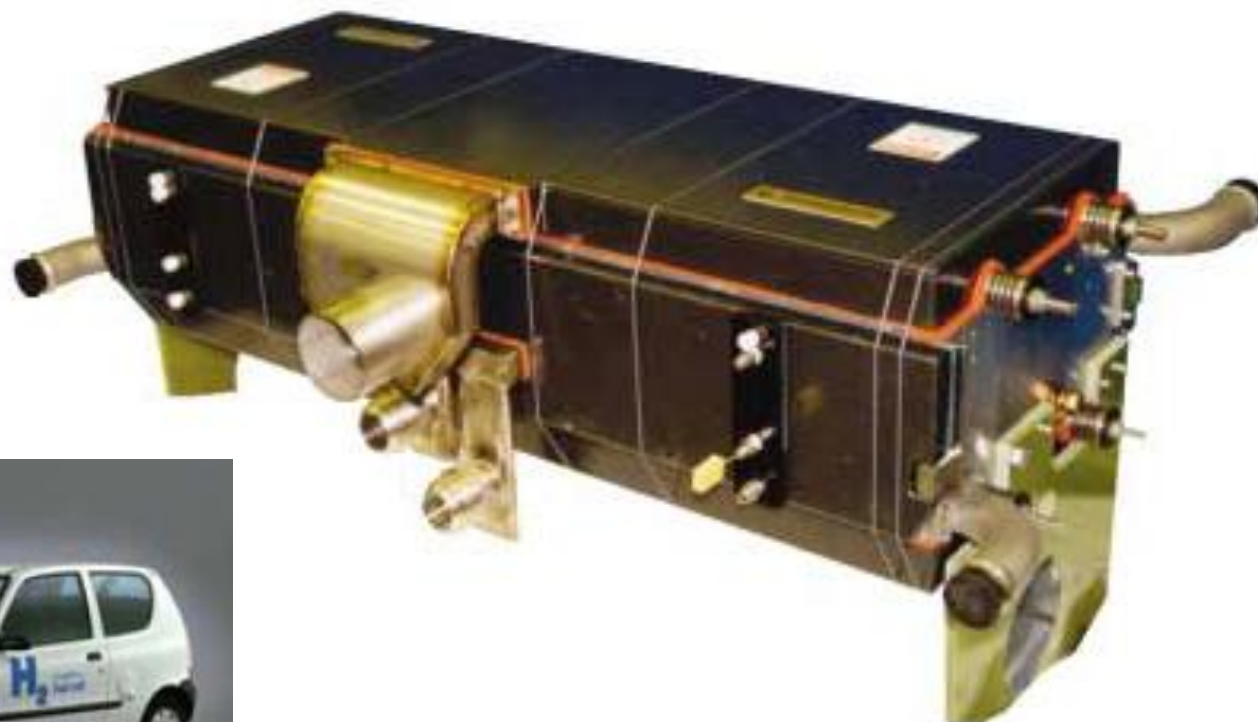


I punti chiave ancora sul tappeto per lo sviluppo della mobilità a idrogeno sono:

- Progettazione, installazione e gestione della logistica dell'idrogeno (la rete idrogeno europea)
- Organizzazione della rete di distribuzione cittadina dell'idrogeno
- Produzione su scala industriale delle auto dotate di motore elettrico alimentato da una fuel cell a idrogeno
- A monte di tutto, sviluppo di un sistema di gestione della sicurezza dell'idrogeno e messa a punto della relativa normativa di settore

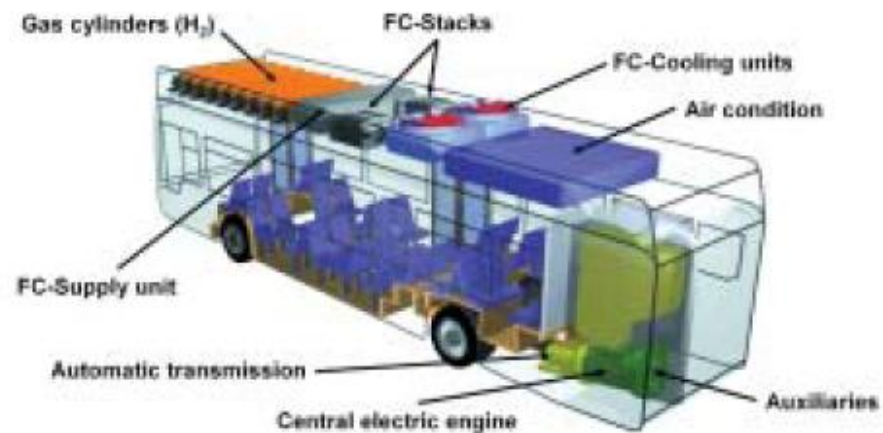
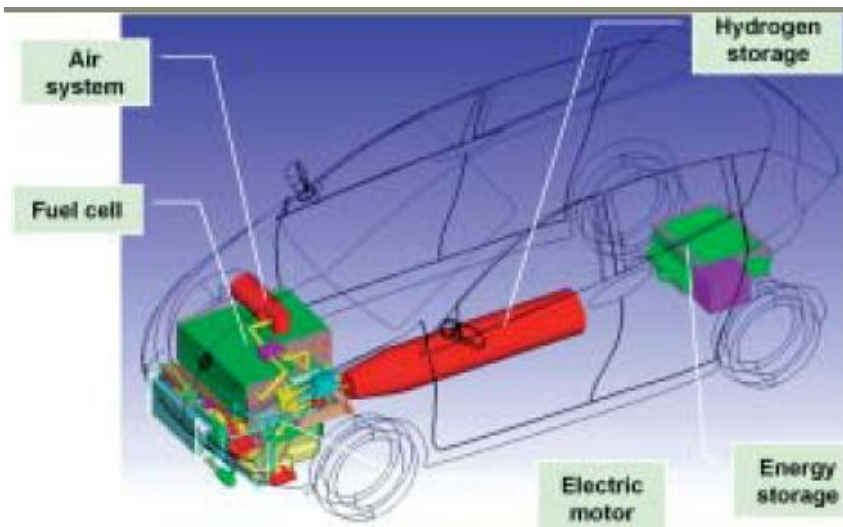
La mobilità a idrogeno

La fuel cell che alimenta il motore elettrico



La mobilità a idrogeno

Veicoli a idrogeno



A hydrogen fuel cell engine in the rear of a bus.

Una stazione di servizio per la distribuzione dell'idrogeno

50



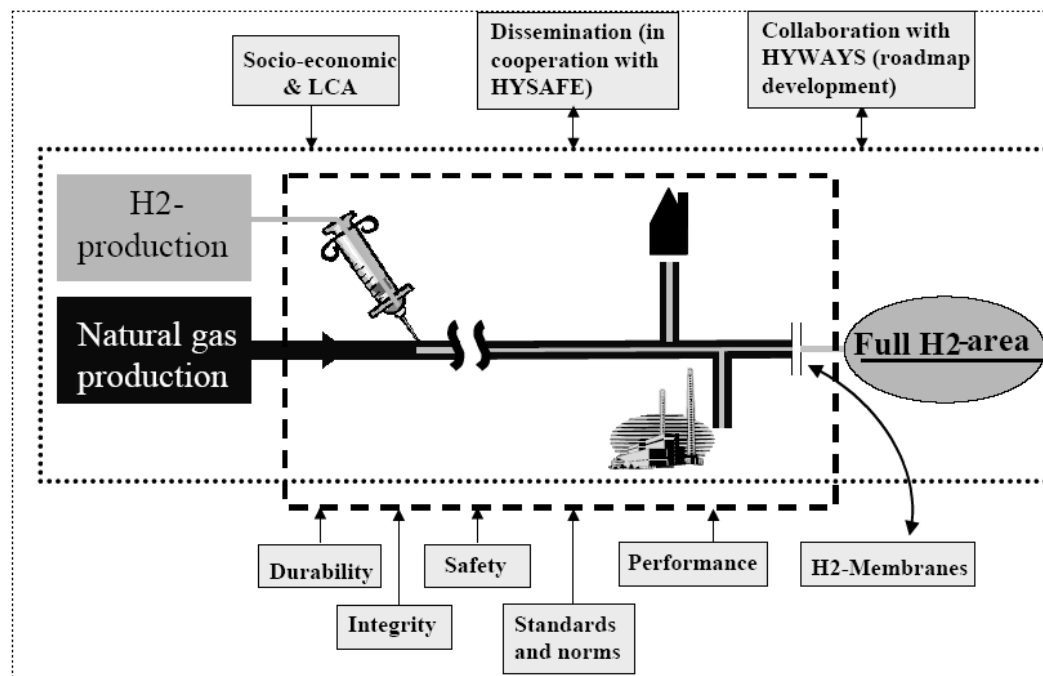
- Dalle origini ai giorni nostri
- La produzione industriale
- Idrogeno e Fonti Rinnovabili
- Temi normativi e Tecnici

Il sistema per la sicurezza delle reti idrogeno

- **Non esiste una normativa specifica**
- **Si ipotizza l'utilizzo della rete del gas naturale per il trasporto dell'idrogeno**
- **Attualmente gli enti di controllo autorizzano gli impianti e le reti di idrogeno basando i pareri tecnici e le autorizzazioni sulla normativa del GPL**
- **Sono in corso studi per la redazione della normativa specifica a cui partecipano:**
 - **Vigili del Fuoco**
 - **Università**
 - **Imprese del settore**

Il sistema per la sicurezza delle reti idrogeno

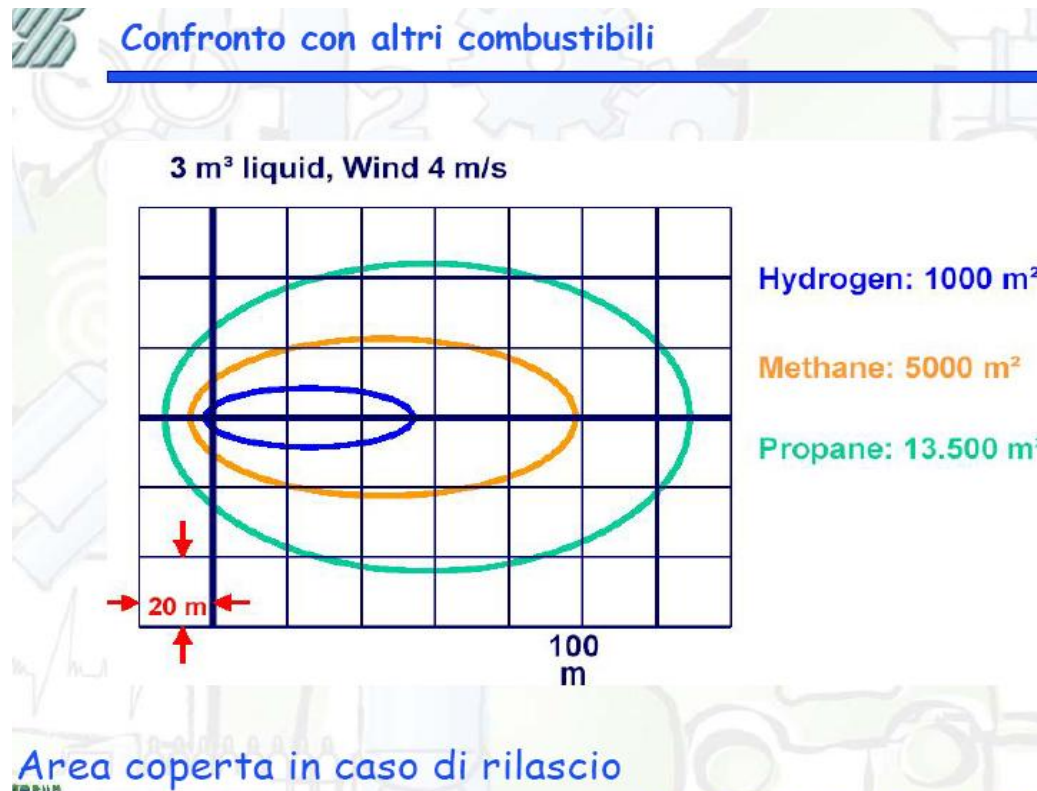
Utilizzo della rete del gas naturale per il trasporto dell'idrogeno



Il sistema per la sicurezza delle reti idrogeno

Il confronto tra le aree a rischio in caso di “perdita” di idrogeno

54



Domande?

Luigi Iannitti
liannitti@ergpg.it