

INDICE

INTRODUZIONE	3
1 CONTESTO ENERGETICO MONDIALE	6
1.1 LA DOMANDA DI ENERGIA.....	6
1.1.1 Il reddito.....	8
1.1.2 La crescita demografica.....	10
1.1.3 La tecnologia.....	11
1.2 L'OFFERTA DI ENERGIA.....	12
1.2.1 Petrolio.....	15
1.2.2 Gas Naturale.....	20
1.2.3 Carbone.....	23
1.2.4 Rinnovabili.....	26
1.2.5 Fonte nucleare.....	32
1.3 IL PROBLEMA DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO	37
2 CONTESTO ENERGETICO ITALIANO.....	42
2.1 DALLA PRIMA CENTRALE NEL CUORE DI MILANO, ALLA GRANDE CRISI PETROLIFERA.....	42
2.2 LA DOMANDA DI ENERGIA ITALIANA.....	44
2.3 L'OFFERTA DI ENERGIA ITALIANA.....	46
2.4 L'ITALIA E L'IMPORTAZIONE ELETTRICA.....	50
3 PRODUZIONE ENERGIA ELETRICA	55

3.1	PECULIARITA PRODUTTIVE.....	55
3.2	COSTO PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA NUCLEARE	57
4	IL MERCATO ELETTRICO ITALIANO 2010-2050	62
4.1	MIX ELETTRICO	68
4.2	INSERIMENTO PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA DA FONTE NUCLEARE	70
4.3	PRINCIPALI CRITICITA NELLA MODIFICA DEL MIX ELETTRICO	74
4.3.1	Approvvigionamento.....	75
4.3.2	Formazione.....	78
4.3.3	Sicurezza	80
5	CONCLUSIONI.....	83

INTRODUZIONE

Nel febbraio 1987, si è tenuta a Roma la terza Conferenza nazionale dell'energia.

La maggior parte degli esperti, sostenne la tesi secondo quale i consumi di energia, avessero raggiunto il loro picco e sia a livello nazionale, che nell'area OCSE¹, non sarebbero cresciuti se non di qualche punto percentuale.

Alcuni studiosi, si spinsero ad affermare, che in Italia la domanda di energia, sarebbe addirittura diminuita.

Una affermazione, in netto contrasto con la correlazione positiva, tra PIL e domanda energetica, che da 40 anni caratterizzava, le dinamiche economiche del nostro paese.

Nello stesso anno, dopo l'incidente di Chernobyl, a seguito del referendum abrogativo, del 13° comma dell'articolo unico della legge 10/1/1983 n.8, l'Italia si auto escludeva di fatto, dalla possibilità di sfruttare come fonte energetica, questa tecnologia.

L'evoluzione storica, consegnerà dei fatti molto lontani dalle previsioni di allora.

A livello mondiale i consumi energetici passeranno da 7 miliardi di TEP del 1987 a 11,3 miliardi di TEP nel 2009.²

Nell'area OCSE, la domanda di energia, nell'equivalente intervallo temporale, passerà da 4 Miliardi di TEP, a 5,5 Miliardi di TEP.

Nel nostro paese, il crescente fabbisogno di energia, legato alle necessità di ridurre le emissioni inquinanti, a partire primi anni 90 inizierà ad essere un problema economico, e quindi politico.

Il parlamento, nella sedicesima legislatura, riporterà all'attenzione degli italiani, la possibilità di sviluppare un'alternativa energetica, attraverso l'utilizzo dell'energia nucleare.

Ne seguirà la richiesta di una consultazione popolare, che il 13 giugno 2011 decreterà l'abrogazione delle nuove norme in materia energetica, che avrebbero dovuto consentire la produzione, nel territorio nazionale, di energia elettrica da fonte nucleare.

Dal esito di questo referendum, prende spunto il seguente lavoro ed il suo esercizio contro fattuale.

Si ipotizzerà una vittoria dei No, ed il correlato inizio di una nuova stagione nucleare italiana.

Tracciando un scenario di domanda e offerta al 2050, dove circa 11% della produzione di energia elettrica nazionale, verrà realizzato da tecnologia nucleare.

Verrà quindi illustrata la costruzione di quattro centrali nucleari di ultima generazione, per una produzione energetica complessiva di 50.000 KWh.

Si procederà alla comparazione dei diversi mix energetici, i vantaggi ed eventuali svantaggi dal punto di vista dei costi, delle emissioni e dei rischi.

L'ultimo capitolo sarà destinato alle conclusioni.³

1 CONTESTO ENERGETICO MONDIALE

1.1 LA DOMANDA DI ENERGIA

Nel 2050, le dimensioni dell'economia mondiale, saranno quasi quadruplicate rispetto a quelle attuali.

Il PIL mondiale passerà da i 78.759 Miliardi di dollari del 2011, a 131.185 miliardi di dollari del 2025, fino ad arrivare a 280.612 miliardi di dollari nel 2050⁴.

La Crescita del PIL e del reddito pro capite, nell'intervallo temporale 2010-2050 avrà il seguente incremento percentuale annuo⁵:

NAZIONE	PIL	POPOLAZIONE	REDDITO PRO CAPITE
India	7.6	0.8	4.3
Indonesia	7.3	0.6	4.2
Cina	6.3	0.1	3.8
Turchia	5.6	0.7	3.4
Brasile	5.4	0.7	3.2
Messico	4.8	0.6	3.3
Russia	4.6	-0.5	3.3
S. Corea	3.3	-0.1	2.6
Canada	2.6	0.6	1.9
Australia	2.6	0.7	2.0
USA	2.4	0.6	1.8
UK	1.9	0.3	2.0
Francia	1.9	0.1	2.1
Italia	1.5	-0.3	1.9
Germania	1.5	-0.1	1.9
Giappone	1.2	-0.3	1.9

I consumi mondiali di energia, a livello mondiale si attestano su 11 miliardi di TEP, si prevede di arrivare a 15,1 miliardi di TEP nel 2020, nel 2030 si raggiungeranno i 16,5 miliardi di TEP, nel 2050 si arriverà a 22 miliardi di TEP⁶.

Di questo incremento, i due terzi dipenderanno dalle richieste provenienti dai paesi in via di sviluppo, in seguito alla rapida crescita della popolazione e del reddito pro-capite.

Si assisterà, ad una diminuzione della quota, della domanda mondiale per i paesi appartenenti all'area OCSE, mentre si incrementerà, quella dei paesi in via di sviluppo.

Tre i fattori di stimolo alla crescita energetica, tra loro strettamente connessi:

Il reddito, la crescita demografica e la tecnologia.

1.1.1 Il reddito.

Secondo L'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico la crescita del PIL mondiale si attesterà nel 2011 è stata del 4,2%.

Il Pil della zona euro, dovrebbe crescere quest'anno dell'1,7%, in linea con quello degli ultimi 30 anni.

Al rallentamento della crescita del continente europeo e dell'America settentrionale, fa da contraltare la crescita dei paesi in via di sviluppo, crescita trainata soprattutto dai paesi del cosiddetto B.R.I.C. (Brasile, Russia, India, Cina).

Il concetto di “B.R.I.C.”, si sta evolvendo in “B.R.I.C.S.” , allargandosi anche ad il Sud Africa.

La crescita di questi quattro paesi, è fotografabile comparando, il peso del loro prodotto interno lordo del 2000, che contribuivano al computo mondiale del PIL per circa 8%, con quello di oggi, che contribuisce per circa il 17% sul totale.⁷

Nei prossimi vent'anni questi paesi, più che raddoppieranno i propri consumi, e con questi anche il proprio reddito procapite.

L'aumento dei consumi e la necessita sempre maggiore di nuove infrastrutture, spingerà in alto la domanda di materie prime, con una forte crescita di richiesta di:

Metalli di base, petrolio, carbone e gas naturale, a cui seguirà una inevitabile crescita dei prezzi.

1.1.2 La crescita demografica

E' il secondo fattore di stimolo, alla domanda mondiale di energia.

Dalle ultime stime dell'ONU, la popolazione del nostro pianeta, che all'inizio del secondo millennio si attestava a circa sei miliardi di persone, nel 2050 raggiungerà i nove miliardi di persone, la crescita stimata è dell'1%⁸.

Le aree mondiali con i tassi più elevati di crescita, sono anche in questo caso i paesi in via di sviluppo.

L'incremento demografico e l'auspicato miglioramento degli standard di vita di queste popolazioni, (circa due miliardi di persone, ad oggi, non hanno accesso alla rete elettrica) comporterà un forte incremento della domanda di energia.

1.1.3 La tecnologia

Quando si parla di peso della tecnologia, si intende il “carico energetico invisibile”, che ogni oggetto a naturalmente dentro di se.

Il carico energetico invisibile, rappresenta la quantità di energia, che è stata necessaria per produrre quello oggetto, trasportarlo, estrarlo, coltivarlo, fonderlo, montarlo, ecc.

Per completezza espositiva, si riportano alcuni dati, che possono sembrare sorprendenti, per produrre un litro di Whisky sono necessarie 0,01 tonnellate equivalenti di petrolio, per produrre un'automobile servono 3 tonnellate equivalenti di petrolio e per produrre una maglietta di cotone circa 0,4 tonnellate equivalenti di petrolio.

Questa è un'energia irrecuperabile, ed ovviamente pesa sul consumo energetico mondiale.

L'atteso e sperato miglioramento delle condizioni di vita, e la sempre maggiore disponibilità di beni di consumo a larga diffusione, nel prosieguo degli anni, associato al drastico abbassamento dell'obsolescenza degli oggetti che ci circondano, porterà l'umanità, soprattutto quella localizzata nelle regioni industriali, ad aumentare il proprio impatto sull'ambiente.

1.2 L'OFFERTA DI ENERGIA

Il consumo di energia nel mondo, è cresciuto ad un ritmo esponenziale, dall'inizio della rivoluzione industriale.

L'energia elettrica viene oggi come allora prodotta, nella maggior parte dei casi, attraverso la conversione del moto cinetico in energia, questa conversione avviene all'interno di centrali elettriche, che hanno il proprio principio di funzionamento, pressoché invariato dal 1800:

Il combustibile, (petrolio, carbone o gas) è bruciato;

La combustione produce calore;

Il calore è trasmesso a una caldaia piena di acqua;

L'acqua si trasforma in vapore;

Il vapore incanalato in delle tubazioni, viene convogliato verso delle turbine, facendole girare, (l'acqua trasformando il proprio stato da liquido a gassoso, aumenta il suo volume, questo fa sì che in una tubazione aumenti la sua velocità);

Le turbine girando, muovono degli alternatori, i quali convertono l'energia meccanica di rotazione, in energia elettrica.

Tutto ruota, intorno al riscaldamento dell'acqua, riscaldamento che può avvenire attraverso la combustione di gas, petrolio, carbone, ed altri prodotti.

Di seguito l'offerta di energia per singole fonti, degli ultimi venticinque anni.⁹

I valori sono espressi in milioni di TEP.

	1985	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Petrolio	2.792,80	3.171,70	3.283,10	3.609,00	3.898,60	3.910,00	3.901,40	3.934,70
Gas	1.492,30	1.790,30	1.909,70	2.178,00	2.509,10	2.600,00	2.667,80	2.672,70
Carbone	2.090,80	2.247,40	2.241,30	2.246,70	2.882,00	3.035,90	3.144,00	3.336,90
Nucleare	335,3	453,1	525,9	584,3	626,8	634,9	622,2	620,2
Idro-geo	448,2	489,3	561,8	600,1	658,5	684,3	696,3	731,4
TOT	7.159,40	8.151,80	8.521,80	9.218,10	10.575,00	10.865,10	11.031,70	11.295,90

Nel dettaglio le variazioni percentuali si presentano come segue.

ANNO	2009	%
Petrolio	3.820,50	33,9%
Gas	2.696,00	23,9%
Carbone	3.408,60	30,2%
Energia Nucleare	610,5	5,4%
Idro-geo	740,3	6,6%
	11.275,90	100,0%

ANNO	2005	%
Petrolio	3.898,60	36,87%
Gas	2.508,10	23,72%
Carbone	2.882,00	27,26%
Energia Nucleare	626	5,92%
Idro-geo	658	6,22%
	10.572,70	100,00%

ANNO	2000	%
Petrolio	3.609,00	39,15%
Gas	2.178,00	23,63%
Carbone	2.246,70	24,37%
Energia Nucleare	584,3	6,34%
Idro-geo	600,1	6,51%
	9.218,10	100,00%

ANNO	1985	%
Petrolio	2.792,80	39,01%
Gas	1.492,30	20,84%
Carbone	2.090,80	29,20%
Energia Nucleare	335,3	4,68%
Idro-geo	448,2	6,26%
	7.159,40	100,00%

ANNO	1985	2000	2005	2009
Petrolio	39%	39%	37%	34%
Gas	21%	24%	24%	24%
Carbone	29%	24%	27%	30%
Energia nucleare	5%	6%	6%	5%
Idro-geo	6%	7%	6%	7%

1.2.1 Petrolio

Dalle tabelle del precedente paragrafo, vediamo come l'unica fonte energetica in declino, sia proprio il petrolio.

Solo negli ultimi cinque anni, l'offerta è scesa di circa cinque punti percentuali.

Il petrolio, che resta il principale combustibile fossile, è costituito da una miscela d'idrocarburi, che derivano dalla decomposizione in ambiente marino, sotto a coperture sedimentarie, di organismi animali e vegetali.

Poiché i tempi naturali di formazione del petrolio, sono di decine di milioni di anni, questa fonte è da considerarsi non rinnovabile.

In passato, si recuperava solo il petrolio che usciva dal sottosuolo spontaneamente, oggi si procede al recupero secondario mediante sistemi di gas injection oppure di water injection.

Sistemi che consistono, nel pompaggio sotto terra di gas o acqua, allo scopo di spingere verso l'alto, il greggio rimasto nella roccia spugnosa e ormai privo di pressione.

Il petrolio greggio estratto, non è immediatamente utilizzabile deve essere:

Purificato per centrifugazione, separato nei suoi elementi principali (gas, benzina, gasolio, nafta, oli pesanti) mediante distillazione frazionata e trattato chimicamente per aumentarne il pregio.

Tutte queste pratiche, costituiscono il processo di raffinazione del petrolio.

Sino agli anni Ottanta, le raffinerie, erano localizzate in prevalenza nei paesi economicamente sviluppati che importano il greggio.

I paesi esportatori, non avevano la tecnologia necessaria alla raffinazione. Nell'ultimo decennio, invece, si è assistito ad un processo di redistribuzione delle raffinerie, su scala mondiale.

Oggi si consumano circa, quattordici miliardi di litri al giorno di petrolio, 5.000 miliardi l'anno, che sono circa trenta miliardi di barili, di questi il 60% viene consumato in soli 10 paesi.

Il 50% del petrolio è impiegato per il trasporto, e solo il 7% per produrre energia, si calcola che ogni persona al mondo, consuma cinque barili di petrolio l'anno.

Gli Stati Uniti, consumano il 23% del petrolio, seguiti a lunga distanza dalla Cina con il 9%, e poi il Giappone.

Un quinto della produzione mondiale di petrolio, è estratta da quattordici giacimenti "super giganti" scoperti più di 40 anni fa.

Ghawar (Arabia Saudita), è il più grande, valutato oltre cinque miliardi di barili di greggio.

Dal 1970 a oggi, c'è stato un continuo declino di nuovi giacimenti, dal 1985 si consuma più petrolio, di quanto non se ne trovi di nuovo.

Questo declino ha ridotto l'indice, "Energy Return On Investment" (E.R.O.I.)¹⁰, che da un indice vicino a 100 dei primi decenni del 1900 adesso tende a collocarsi a meno di cinque.

I prezzi crescenti del greggio, stimolano gli investimenti per la ricerca di nuovi giacimenti e il miglioramento delle tecniche di estrazione, ma stanno anche spingendo i paesi produttori e le compagnie petrolifere, a spremere i pozzi sino all'ultima goccia, per mantenere stabile e più a lungo possibile il livello di produzione.

Negli ultimi dieci anni, le quotazioni del greggio sono state estremamente volatili.

I rincari del greggio, si sono esauriti nella seconda metà del 2008.

La flessione dei prezzi è stata brusca e rapida, portando il greggio, a 38 dollari al barile, verso la fine del 2008.

Il petrolio, è iniziato a risalire alla fine del 2009, collocandosi a 75 dollari al barile nel giugno 2010.

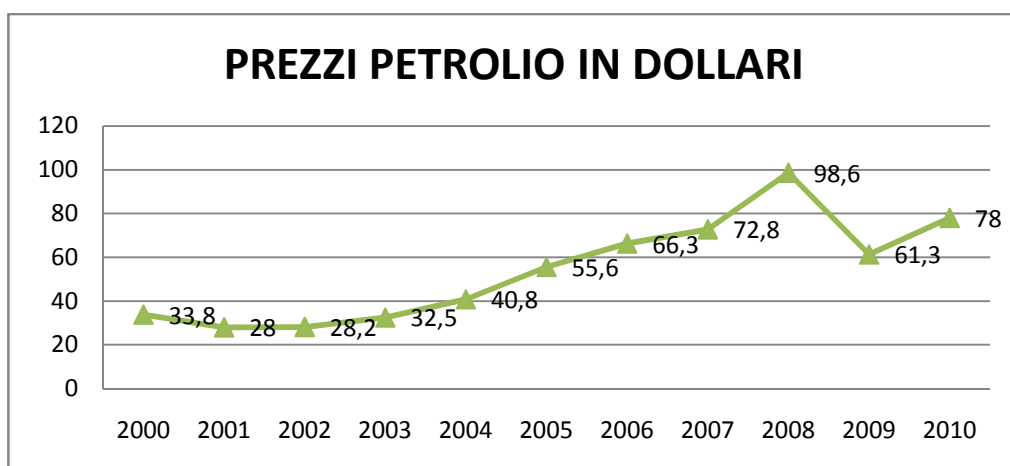
I prezzi del greggio, sono tornati a essere sensibilmente volatili, dalla seconda metà degli anni novanta, crescendo ad un ritmo sempre più sostenuto, fra il 2004 e la metà del 2008.

Tale aumento, è stato determinato principalmente, dalla crescente domanda dei paesi emergenti, in particolare, Cina, India e Medio Oriente.

L'offerta di petrolio futura, sta divenendo fonte di preoccupazione, dal 2004 la crescita della produzione è stata pari a zero.

L'ascesa dei prezzi, si è interrotta con l'avvio della crisi finanziaria, per via della notevole contrazione dell'attività economica, ed il rallentamento della domanda di greggio nelle economie emergenti.

In seguito alla contrazione della domanda mondiale di petrolio, l'OPEC ha annunciato una riduzione totale delle quote di produzione, di quasi cinque milioni di barili al giorno, al fine di limitare la flessione dei corsi petroliferi.



Le prospettive per i prezzi del petrolio, sono caratterizzate da un elevato grado d'incertezza, connesso a vari fattori, sia dal lato della domanda, sia dell'offerta.

La domanda, nonostante abbia inevitabilmente risentito della crisi, ripartirà man mano che l'economia mondiale, tornerà a respirare, ed i consumi delle economie emergenti, si allineeranno a quelli dei paesi sviluppati.

La domanda, potrebbe rallentare, unicamente per effetto delle politiche verdi di contenimento dei cambiamenti climatici, come, la tassa sulle emissioni di CO₂, il sostegno alle fonti energetiche alternative rinnovabili e dell'accresciuta efficienza energetica.

Per quanto riguarda l'offerta, gli investimenti nella capacità di produzione e lavorazione del petrolio, potrebbero aver risentito negativamente della crisi finanziaria e della successiva recessione.

Inoltre, sussistono notevoli incertezze, circa la base di risorse energetiche complessivamente disponibili.

Per finire, le condizioni di equilibrio, fra offerta e domanda di petrolio, diverranno sempre più tese, e questo si ripercuoterà inevitabilmente, sui prezzi petroliferi nel medio termine.

Consumando trenta miliardi di barili l'anno, e valutando le riserve provate di petrolio in circa 1.250 miliardi di barili, restano quaranta anni di petrolio.

Se alle riserve provate aggiungiamo le riserve convenzionali, saliamo a 86 anni, fino ad arrivare a 129 anni considerando, anche le riserve non convenzionali, ovvero quel petrolio che presenta caratteristiche molto particolari di estrazione, come le sabbie bituminose.

1.2.2 Gas Naturale

Il gas naturale, è il combustibile maggior mente utilizzato nell'ultimo decennio.

Nei decenni passati il gas naturale, con qualche eccezione, tra le quali l'Italia, era sempre stato considerato una fonte energetica di serie B.

Veniva utilizzato, solo se c'era la possibilità di collegarlo direttamente con centri di consumo.

Negli ultimi anni, ha aumentato la sua quota a discapito soprattutto del petrolio.

Il gas naturale si trova nel sottosuolo, normalmente negli stessi giacimenti in cui si trova il petrolio (disciolto o raccolto in sacche), a volte il giacimento è costituito esclusivamente da gas naturale, come metano quasi puro (dry gas) o più spesso unito ai vapori di idrocarburi condensabili (wet gas).

Negli anni Cinquanta il gas naturale pesava sul totale del consumo energetico mondiale per il 10-12%

Il decennio 1965-1975 rappresentò l'esplosione del gas naturale nel mondo.

Nel 1965 il peso del gas naturale sul totale dei consumi mondiali salì al 14%.

Il traino maggiore fu dato dagli Stati Uniti, all'epoca gli U.S.A. con il Canada producevano circa il 70% del gas mondiale, il secondo produttore era l'URSS, con una quota intorno al 20%.

Nel 1975 esso incideva già per il 18 per cento sul totale della produzione energetica mondiale.

Da gli anni settanta ad oggi, le cose sono sensibilmente mutate.

Oggi è la Russia ad attestarsi, come principale produttore di gas naturale nel mondo, (attraverso la società Gazprom), solo negli ultimi quattro anni il paese dell'est ha aumentato la quantità estratta di gas naturale di circa del 3% e il trend non sembra attenuarsi.

Tra i giacimenti più produttivi del mondo dieci su venti sono in Russia.

La Russia a oggi fornisce all'Europa il 25% delle sue necessità di gas naturale.

L'Iran, nazione ricca di giacimenti, potenzialmente potrebbe essere uno dei principali fornitori europei, ma è scarsamente collegata con i Paesi consumatori.

La concentrazione di gas naturale in così pochi stati, il 63% è in mano a cinque Stati, (Qatar, India, Russia, Emirati Arabi e Arabia Saudita), fa temere la nascita di una nuova OPEC, in versione gas naturale.

Il gas naturale tra le fonti energetiche non rinnovabili, è considerata la risorsa meno dannosa per l'ambiente, poiché la sua combustione non comporta il rilascio d'impurità nell'atmosfera.

A sfavore del gas naturale stanno, però, gli elevati costi di trasporto, che impongono la realizzazione di complesse reti di gasdotti.

Il trasporto, la liquefazione quando necessaria, lo stoccaggio e la distanza tra luogo di produzione e di utilizzo finale, incidono in maniera tale da rendere poco elastico il prezzo finale del gas naturale.

Le attuali riserve di petrolio si attestano a circa 60 anni, si arriva a circa 250 anni se si prendono in considerazione le risorse tecnicamente recuperabili non convenzionali.

1.2.3 Carbone

Il carbone è il combustibile fossile, più diffuso al mondo.

E' una roccia sedimentaria costituita da materiale organico composto di carbonio, idrogeno, ossigeno, piccole quantità di azoto e zolfo e materiale inorganico.

Il processo di carbonizzazione consiste in un progressivo arricchimento in carbonio della materia organica.

La combustione del carbone, è responsabile di un grave inquinamento ambientale (il fenomeno delle piogge acide), che solo negli ultimi anni si è riuscito a contenere entro limiti accettabili, ricorrendo a raffinate tecnologie, tecnologie non da tutti applicate, per gli elevati costi.

Nel Sud del mondo, se ne fa abbondante impiego, ancora nei modi tradizionali.

Nel mondo, il 30% dell'energia elettrica è prodotta dal carbone, la cui produzione nel 2009 si attesta a 6 miliardi di tonnellate, con un aumento del 2,5% rispetto al 2008.

In Europa, circa il 33% dell'energia elettrica è prodotta da carbone.

L'Italia è l'unico Paese in Europa che, pur non facendo ricorso al nucleare, ha una quota di utilizzo di carbone, estremamente bassa.

Probabilmente in Italia, il carbone ha sempre risentito, degli effetti di una lunga disinformazione.

La cittadinanza non è mai stata a conoscenza, delle moderne tecnologie di movimentazione e combustione, oggi disponibili, che rendono il carbone una fonte primaria di energia elettrica, con numerosi vantaggi.

Il carbone è un combustibile definito ad approvvigionamento sicuro questo a spinto la comunità europea, a prevedere di non produrre più del 37,3% della propria energia elettrica, dal gas naturale.

Ma mantenere almeno il 45,4% della propria produzione a nucleare e carbone anche nel 2020.

Questo perché, secondo le stime della Comunità Europea, senza un'attiva in senso contrario, si rischia di importare oltre il 70% dei consumi energetici europei, da aree ad alta instabilità politica.

Anche i prezzi mostrano un trend relativamente stabile, nel 2009 le quotazioni internazionali del carbone, hanno si risentito dell'impatto della crisi globale, vedendo ridursi il suo prezzo, ma sono rimaste comunque più stabili rispetto al greggio, molto più vulnerabile alla speculazione.

Secondo le previsioni delineate dall'Agenzia Internazionale dell'Energia (AIE) nel "World Energy Outlook 2009".

La domanda di energia primaria aumenterà dell'1,5% nel periodo compreso tra il 2007 e il 2030,

I combustibili fossili resteranno la fonte principale di energia primaria nel mondo, e rappresenteranno, oltre i tre quarti della crescita del consumo energetico globale.

In questo quadro, sarà il carbone, a detenere il tasso di crescita della domanda più elevato, aumentando del 73% e vedendo crescere la propria percentuale, nella domanda totale di energia, fino al 44%.

1.2.4 Rinnovabili

1) Idroelettrica

Di base abbiamo due tipologie di centrali idroelettriche.

Centrali a caduta:

Si basano sullo sfruttamento dell'energia, cinetica e gravitazionale, di una massa d'acqua posta ad un'altezza differente dal punto di raccolta, ad esempio una diga.

L'acqua è incanalata in condotte forzate nelle quali raggiunge forti velocità.

Quest'acqua va a confluire su delle turbine, che come visto per le centrali termoelettriche, girando sviluppano elettricità.

Si possono distinguere centrali a caduta:

A bacino, dove l'acqua è raccolta in un bacino solitamente montano grazie a una diga;

Di accumulo, a mezzo pompaggio dove l'acqua è portata ad alta quota per mezzo di pompe.

Queste sono dotate di un serbatoio a valle e di alcune pompe.

Di giorno dal bacino scende l'acqua che dopo aver fatto girare la turbina, che a sua volta fa girare l'alternatore, finisce nel bacino a valle.

Di notte sfruttando la corrente prodotta da altre fonti (corrente prevalentemente importata dall'estero) si mette in azione un motore, che attraverso una pompa, fa risalire l'acqua nel bacino a monte.

In Emilia Romagna un sistema di questo tipo è presente nei bacini di Brasiamone e Suviana, nel prossimo capitolo saranno analizzati più approfonditamente.

Centrali ad acqua fluente

Sfruttano la forza delle acque fluviali per far girare le turbine.

Si basano, sullo sfruttamento dell'energia cinetica dell'acqua, disponibile a una certa quota rispetto alla posizione degli impianti idroelettrici.

Di recente sono anche stati installati impianti che sfruttano il movimento delle acque oceaniche, prodotto sia dalle correnti che dal dislivello delle maree.

La potenza dell'impianto dipende da:

Il salto, dislivello tra la risorsa idrica e dove questa è restituita all'ambiente naturale attraverso una turbina.

La portata, passaggio di una massa d'acqua attraverso per un'unità di tempo.

In base ad essa gli impianti si dividono in:

Micro impianti: Potenza inferiore a 100 kW

Mini impianti: Potenza tra i 100 kW e i 1.000 kW

Piccoli impianti: Potenza tra i 1.000 kW e i 10.000 kW

Grandi impianti: Potenza superiore a 10.000 kW

La produzione idroelettrica fornisce oggi circa il 5% dell'energia complessivamente consumata nel mondo.

Si ritiene che questo tipo di produzione possa quintuplicare nei paesi avanzati e addirittura decuplicare nei paesi in via di sviluppo.

Già dalla fine dell'Ottocento l'acqua fu impiegata su larga scala per produrre l'elettricità.

Nell'intervallo tra le due guerre mondiali, approfittarono di queste possibilità numerosi paesi con territorio montuosi, dove scorrono fiumi ricchi di acque e di cascate, tutti i paesi alpini, l'Unione Sovietica, gli Stati Uniti e alcuni Paesi sudamericani, come l'Argentina, si orientarono verso l'energia idroelettrica.

La corsa allo sfruttamento della forza dell'acqua riprese dopo la seconda guerra mondiale.

Lungo i grandi fiumi dell'Unione Sovietica (Volga, Dneper, Dnestr e altri), lungo il corso del Nilo (Assuan) e dello Zaire in Africa, sul Rio delle Amazzoni, Paraná, Paraguay e altri importanti fiumi dell'America

meridionale, furono costruite gigantesche dighe, le cui acque alimentarono colossali sistemi idroelettrici.

2) *Eolica*

Sfrutta la velocità del vento per produrre energia elettrica, attraverso la conversione dell'energia cinetica del vento in elettricità.

Il principio è molto semplice, c'è un'elica collegata ad un albero alla quale è collegato un generatore di corrente.

Dopo il fuoco probabilmente è l'energia più antica.

Nel mondo, la capacità di produzione di energia elettrica da fonte eolica cresce del 20-30% l'anno.

Nel 2006, l'energia elettrica prodotta da fonte eolica è stata pari a 152 TWh. toccando i cinquanta miliardi di dollari di investimenti.

Nel 2007, gli impianti eolici hanno coperto il 20% dei consumi di energia elettrica in Danimarca, il 10% in Spagna e il 6% in Germania.

Nel 2050 la produzione da fonte eolica potrebbe coprire fino al 12% della richiesta di energia elettrica nel mondo.¹¹

3) Solare termica e fotovoltaica

Le prime utilizzano come principio quello delle centrali termiche.

Attraverso degli specchi concentrano i raggi solari in unico punto, dove si trova la caldaia.

Questa si scalda fino a raggiungere temperature sufficientemente per ricreare il ciclo del vapore sulle turbine.

Le seconde convertono direttamente l'energia solare in corrente elettrica sfruttando l'effetto fotovoltaico.

Quando una radiazione colpisce un materiale, questo può cedere energia agli elettroni più esterni, se questa cessione è sufficiente, l'elettrone riesce ad allontanarsi dall'atomo di origine.

1.2.5 Fonte nucleare

Le centrali a energia nucleare non possono essere considerate propriamente a fonte rinnovabile, in quanto l'Uranio 235, è una risorsa disponibile in quantità finita.

A) Storia del nucleare.

La storia dell'energia nucleare inizia nel 1934 grazie al fisico italiano Enrico Fermi.

Anche se fu il chimico tedesco, Otto Hahn, nel 1938 a dimostrare il principio della fissione nucleare, sul quale si basa ancora oggi il funzionamento di una centrale nucleare.

Nel corso della seconda guerra mondiale la possibilità di creare una bomba, fece sì, che gli studi sull'energia nucleare, trovarono forti investimenti da tutte le parti coinvolte nel conflitto.

Come tutti sanno, gli statunitensi, con il progetto Manhattan, riuscirono per primi nella costruzione della bomba atomica.

Il 6 agosto 1945 la prima bomba atomica fu lanciata sulla città giapponese di Hiroshima.

Nel 1954 il presidente degli Stati Uniti, Eisenhower, approvò ufficialmente il progetto "Atom for Peace", al fine di agevolare l'introduzione dell'energia nucleare in applicazioni civili e per la produzione di energia elettrica.

La prima centrale con reattore nucleare fu realizzata nel 1955 nello Stato dell'Idaho (U.S.A.).

Oggi nel mondo ci sono 439 reattori in funzione in trentadue paesi, trentasei reattori in costruzione in quattordici paesi (tra cui undici in Europa), 93 reattori in progetto in quattordici paesi e 218 reattori in opzione in 23 paesi.

La maggior parte dei paesi industriali continua a ricavare dal nucleare, quote consistenti della produzione elettrica.

Il contributo nucleare alla produzione elettrica in Europa è di circa il 33% questa percentuale fa sì che sia la prima fonte di produzione elettrica, nei paesi dell'area OCSE il nucleare si attesta al 24%, al 16% a livello mondiale.

B) La Tecnologia

Un reattore nucleare è una tecnologia ideata e sviluppata per sfruttare, a fini energetici, la fissione nucleare da parte di un combustibile, ovviamente in maniera controllata.

Il combustibile del reattore si trova nel nocciolo, si tratta di materiale fissile composto solitamente da uranio, ma anche da una miscela di combustibile denominata MOX (uranio e plutonio).

La fissione del combustibile all'interno del nucleo genera energia, la fissione produce frammenti di materiali, questi frammenti rallentando generano calore.

E il calore, come visto in precedenza, riscalda l'acqua nelle caldaie, che diventa vapore e fa girare le turbine.

Tutti i reattori sono dotati di sistemi di controllo, le barre di controllo, sono semplici barre che assorbono i neutroni in eccesso liberati dalla fissione, il controllo serve ad evitare, che la reazione diventi incontrollata.

Il progressivo esaurirsi del combustibile, porta alla formazione di materiale di scarto radioattivo (le scorie nucleari).

C) Il Combustibile

Dall'ultima pubblicazione dell'ONU, sullo stato delle risorse di uranio disponibili al mondo, emerge il seguente quadro;

Le risorse uranifere estraibili, a costi non superiori a 130 dollari al kg, denominate "risorse commerciali", attualmente accertate ammontano a 4,7 milioni di tonnellate.

Le risorse estraibili, a costi superiori a 130 dollari al kg, sono stimate in 9,7 milioni di tonnellate.

Il fabbisogno mondiale di combustibile uranifico, è di circa 70.000 tonnellate, le risorse a prezzi commercialmente accertate, basterebbero per settanta anni e quelle totali per 220 anni.

La durata delle risorse fissili, si prolunga all'infinito, se si considera che l'uranio è presente in soluzione nell'acqua degli oceani, con una concentrazione di circa 13 mg/mc.

Si valuta che in questa forma sia disponibile un quantitativo di uranio, pari a 1.000 volte le risorse minerarie esistenti.

Ma questa è una possibilità, che con la tecnologia esistente, ad oggi non può essere presa seriamente in considerazione.

1.3 IL PROBLEMA DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

La crescita della domanda di energia, oltre ad avere implicazioni economiche, avrà ripercussione anche sul clima.

Sono passati circa trenta anni dalla prima conferenza mondiale sui cambiamenti climatici tenutasi a Ginevra, nel 1979 che si proponeva lo scopo di:

“Prevedere e prevenire potenziali cambiamenti climatici causati da attività umane che potrebbero avere un effetto negativo sul benessere dell'umanità”.

Alla base di questa discussione c'era il rilevamento, da parte degli scienziati, di una tendenza all'aumento della temperatura media globale notevolmente superiore a quella registrata in passato, e il sospetto che tale riscaldamento non abbia solo cause naturali.

La crescente attenzione internazionale sul tema ha portato l'organizzazione meteorologica mondiale e il Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente a creare nel 1988, l'IPCC.

L'IPCC, il massimo organismo mondiale di esperti sul clima, è formato da circa 3.000 scienziati chiamati a valutare l'informazione disponibile nei campi scientifici, tecnico e socio-economico, legati ai cambiamenti climatici, ai possibili impatti dei cambiamenti climatici e alle opzioni di adattamento e di mitigazione. L'IPCC ha prodotto finora quattro rapporti.

L'istituto si compone di due organismi facenti parte dell'ONU:

- WMO Organizzazione meteorologica mondiale,
- UNEP Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente.

I report diffusi dall'IPCC sono alla base degli accordi mondiali, come il Protocollo di Kyōto.

L'IPCC non svolge direttamente attività di ricerca, né di monitoraggio, o di raccolta dati, ma basa le sue valutazioni principalmente su letteratura scientifica pubblicata.

L'ultimo rapporto di valutazione (il quarto) pubblicato nel 2007 è diviso in tre parti che rispecchiano le attività di tre distinti gruppi di lavoro.

Di seguito ne viene riportato un breve estratto.

Prima parte

Dal 1750 sono state emesse in atmosfera 384 miliardi di tonnellate di carbonio (che equivalgono a circa 1.400 miliardi di tonnellate di CO₂) di queste:

Il 57% è stato assorbito dagli oceani e dagli ecosistemi vegetali terrestri.

Il rimanente 43% si è accumulato in atmosfera.

L'accumulo in atmosfera ha prodotto un incremento di 100 ppm, (parti per milione) di anidride carbonica.

Di conseguenza, è certo che, l'aumento dei gas serra in atmosfera, non è un fenomeno naturale, ma deriva principalmente dalle emissioni di

combustibili fossili e in maniera secondaria, dallo sviluppo sempre più intensivo dell'agricoltura.

Il riscaldamento climatico in atto è causato quasi totalmente dalle attività umane, visto che le cause naturali del riscaldamento climatico sono del tutto trascurabili, sia quella di origine solare, sia quella di origine astronomica, che è praticamente inesistente dal 1750 a oggi

In questo scenario di evoluzione del clima, si può desumere che:

La calotta polare artica potrebbe, nel 2100, scomparire durante i mesi estivi, o ridursi del 90% rispetto all'estensione attuale.

Rilevanti riduzioni si avrebbero anche per i ghiacciai delle catene montuose.

Gli estremi climatici, come le ondate di calore, le precipitazioni intense, sempre più lunghi periodi di siccità, diverranno sempre più frequenti.

Eventi come, cicloni tropicali, uragani e tifoni, fenomeni come "EL Nigno" diverranno molto più intensi e frequenti.

Seconda parte.

Il secondo gruppo di studiosi, cerca di fornire un'analisi obiettiva di come i cambiamenti climatici influenzano i sistemi naturali e umani, di come gli impatti cambieranno il futuro e di come l'adattamento può cercare di affrontare questi impatti.

L'urgenza che s'intravede prioritariamente, è quella di intraprendere al più presto misure di adattamento, per reagire a impatti che sono ormai inevitabili e cercare di mitigazione i cambiamenti climatici.

Terza parte.

Si arriva alla conclusione che l'effetto serra, si può contrastare.

Cruciali saranno i prossimi 20-30 anni

Le emissioni dei gas responsabili dell'inquinamento, devono cominciare a calare già dal 2015.

Nel testo si legge che le emissioni dei gas responsabili dell'effetto serra devono smettere di aumentare dal 2015, per poi ridursi gradualmente e arrivare nel 2050 ad una forchetta del 50-85% in meno rispetto ai livelli del 2000.

Un obiettivo giudicato realistico grazie alle innovazioni tecnologiche e che permetterebbe di contenere l'aumento della temperatura tra i due e i 2,4 gradi, soglia sopra la quale gli esperti ritengono si corrano gravissimi rischi per l'ambiente.

Il costo per centrare questo traguardo è stimato dagli esperti in una riduzione di appena lo 0,12% nella crescita del Pil mondiale da qui al 2030.

Le emissioni di gas serra sono aumentate del 70% dal 1970 e senza un cambiamento di rotta sull'impiego dei combustibili fossili cresceranno del 90% nei prossimi venticinque anni.¹²

2 CONTESTO ENERGETICO ITALIANO

2.1 DALLA PRIMA CENTRALE NEL CUORE DI MILANO, ALLA GRANDE CRISI PETROLIFERA.

Si vuole iniziare questo capitolo, con un accenno alla storia della produzione elettrica in Italia.

La prima centrale italiana è sorta a Milano, nel 1883, adiacente al teatro La Scala, serviva all'alimentazione del teatro stesso.

Con lo sviluppo della rete elettrica, si iniziò a sfruttare lo sterminato bacino idroelettrico, rappresentato da i fiumi ed i laghi della catena montuosa alpina.

Nel 1905 fu costruita a Lardello (in provincia di Pisa), la prima centrale geotermica del mondo, ancora oggi parzialmente in funzione.

Dopo la seconda guerra mondiale la crescente richiesta di energia elettrica, non poteva più essere evasa dalle sole centrali idroelettriche, in aggiunta la tragedia del Vajont, del 1963, mise un freno molto forte alla costruzione di nuove dighe.

Nel 1962 si procede a nazionalizzare l'energia, dando così vita all'ENEL, cui erano affidate tutte le attività di produzione e distribuzione di energia elettrica.

La produzione di energia, iniziò a crescere inesorabilmente toccando punte di crescita dell'8% annuo, fino alla prima crisi petrolifera del 1973.

La crisi spinse gli allora governi democristiani, ad orientarsi verso la produzione di energia elettrica attraverso lo sfruttamento dell'energia nucleare.

2.2 LA DOMANDA DI ENERGIA ITALIANA¹³

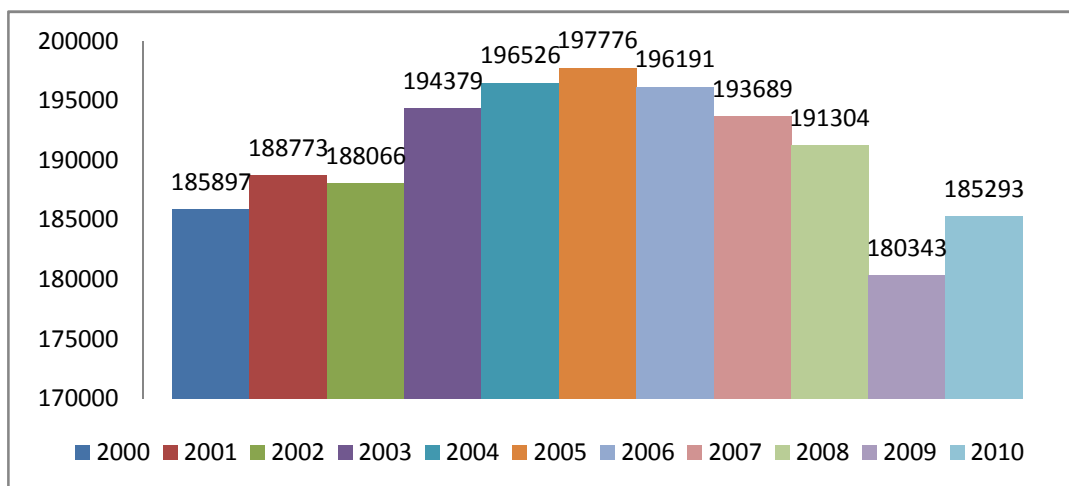
Nel 2010, in Italia la domanda complessiva di energia, è stata pari a 185.293

Milioni di TEP, suddivisa in:¹⁴

- 13.272 Milioni di TEP di combustibili solidi;
- 67.961 Milioni di TEP di gas naturale;
- 72.064 Milioni di TEP di petrolio;
- 22.327 Milioni di TEP di fonti rinnovabili;

La domanda di energia negli ultimi dieci anni, ha avuto un andamento lineare, fino alla crisi economica del 2008, il grafico sottostante ne mostra l'andamento.

I valori sono espressi in Milioni di TEP.



Il peso delle singole fonti energetiche nella produzione di energia elettrica è la seguente:

- 9.884 Milioni di TEP di combustibili solidi nel 2010, sono diventate energia elettrica;
- 24.812 Milioni di TEP di gas naturale nel 2010 sono diventate energia elettrica;
- 3.906 Milioni di TEP di petrolio nel 2010 sono diventate energia elettrica;
- 17.973 Milioni di TEP di fonti rinnovabili nel 2010 sono diventate energia elettrica;

Come si vede, la produzione di energia elettrica, è affidata in gran parte a fonti non rinnovabili (petrolio, carbone, gas) con percentuali diverse.

Il nostro paese ha consumato 346.223 GWh, di energia elettrica lorda (per lorda si intende misurata ai morsetti dei generatori) la percentuale di importazione è stata di circa il 13%.

Il consumo netto di energia è stato di circa 330.454 GWh.

La produzione lorda, nel 2010, è stata di 298.208 GWh, come già detto, proveniente per la maggior parte da fonti non rinnovabili.

2.3 L'OFFERTA DI ENERGIA ITALIANA

L'energia elettrica prodotta attraverso la combustione di risorse fossili, in centrali termoelettriche, è di circa il 76% della produzione totale.

La maggior parte delle centrali termoelettriche, utilizzano come combustibile il gas naturale.

La forte diffusione di centrali gas naturale, è un'eredità di Enrico Mattei.

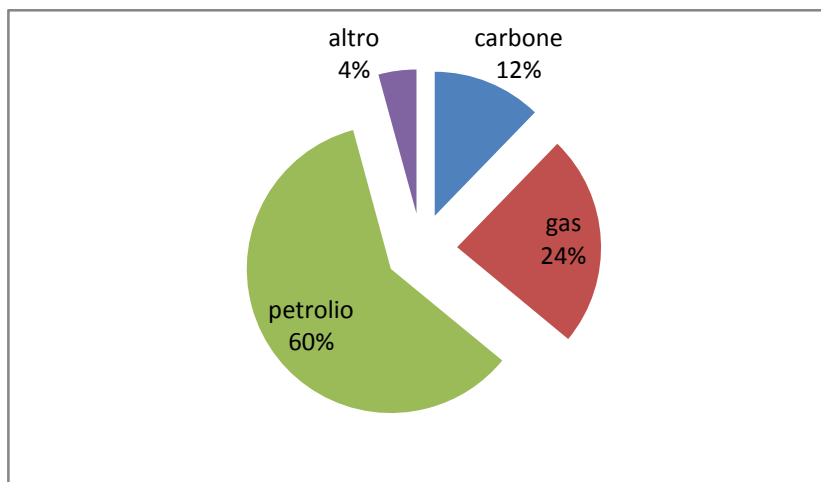
Segue il carbone, l'Italia è l'unico Paese in Europa che, pur non facendo ricorso al nucleare, ha una quota di utilizzo di carbone molto bassa.

E per ultime le centrali alimentate a petrolio e suoi derivati.

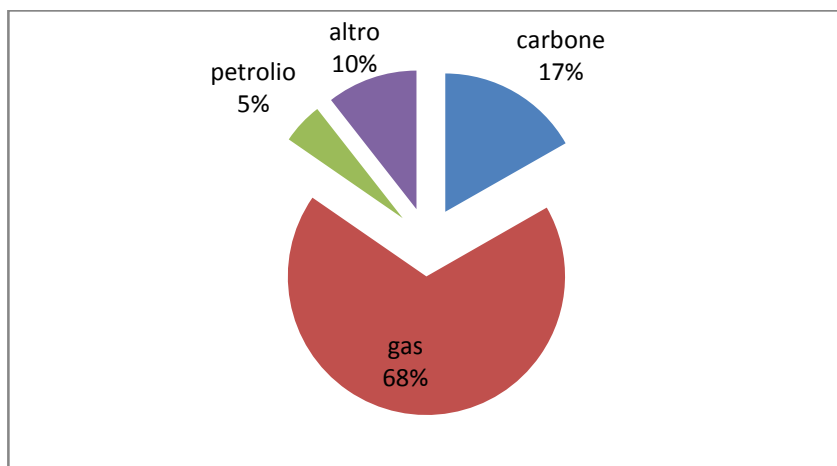
I tre principali combustibili, Gas, Carbone, Petrolio, hanno modificato più volte il loro peso specifico, all'interno del paniere in oggetto.

Solo quindici anni fa le percentuali erano molto diverse.

MIX ENERGETICO FONTI TERMOELETTRICHE 1995¹⁵



MIX ENERGETICO FONTI TERMOELETTRICHE 2010¹⁶



La forte oscillazione, è dovuta principalmente alla instabilità, sia del prezzo, che della fornitura del petrolio.

A questa bisogna aggiungere, una nuova coscienza verde, che dall'inizio degli anni 90, pervade la popolazione, con un più forte orientamento verso combustibili meno inquinanti del petrolio, ed ovviamente anche la sottoscrizione da parte dei nostri governi, di trattati internazionali in primis Kyoto.

L'Italia, si pone al quarto posto, come maggior importatore di gas nel mondo, gas che proviene principalmente da Russia ed Algeria.

Una quota minoritaria proviene dalla Libia, il progetto Greenstream, avrebbe dovuto far aumentare questa quota, ma i nuovi sviluppi della

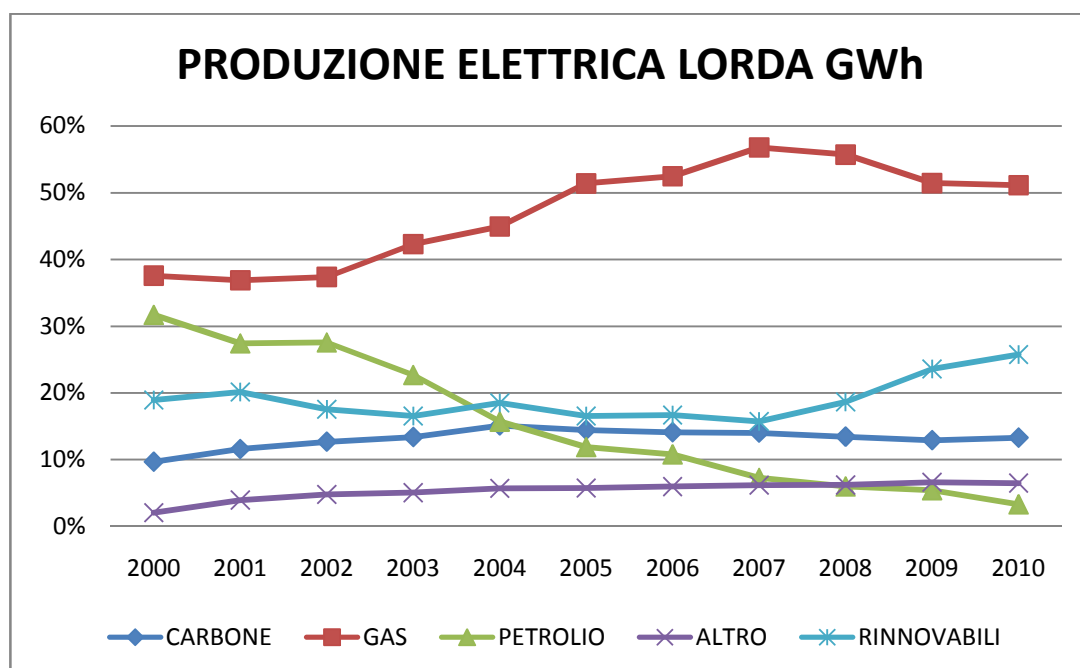
situazione politica libica, rendono difficile a oggi fare previsioni per il futuro.

Il nostro paese, ha una discreta quota di energia prodotta da fonti rinnovabili, il 18% del nostro fabbisogno proviene da fonte idroelettrica, le centrali geotermiche danno il loro contributo per circa 1,5%, un 3% arriva dall'eolico.

L'Italia, per quanto riguarda la potenza eolica, oggi si pone al sesto posto nel mondo e al terzo in Europa.

Mentre per il fotovoltaico, che non arriva neanche allo 0,5%, nel mondo siamo secondi dietro solamente alla Germania.

La produzione lorda di energia in Italia nell'ultimo decennio, ha assunto le seguenti caratteristiche.



Nell'ultimo decennio, il petrolio a perso una consistente quota di mercato, guadagnata in prevalenza dal GAS.

La guerra in Libia e l'incidente di Fukushima (la centrale di Fukushima, con i suoi sei reattori, produceva circa il 5% dell'energia atomica generata in Giappone, nei prossimi mesi, le importazioni giapponesi di gas naturale Russo saliranno inevitabilmente) avranno per l'Italia conseguenze immediate.

2.4 L'ITALIA E L'IMPORTAZIONE ELETTRICA

L'Italia è il maggior importatore, di energia elettrica nel mondo.

La questione, ad una prima interpretazione, può far sollevare più di qualche perplessità.

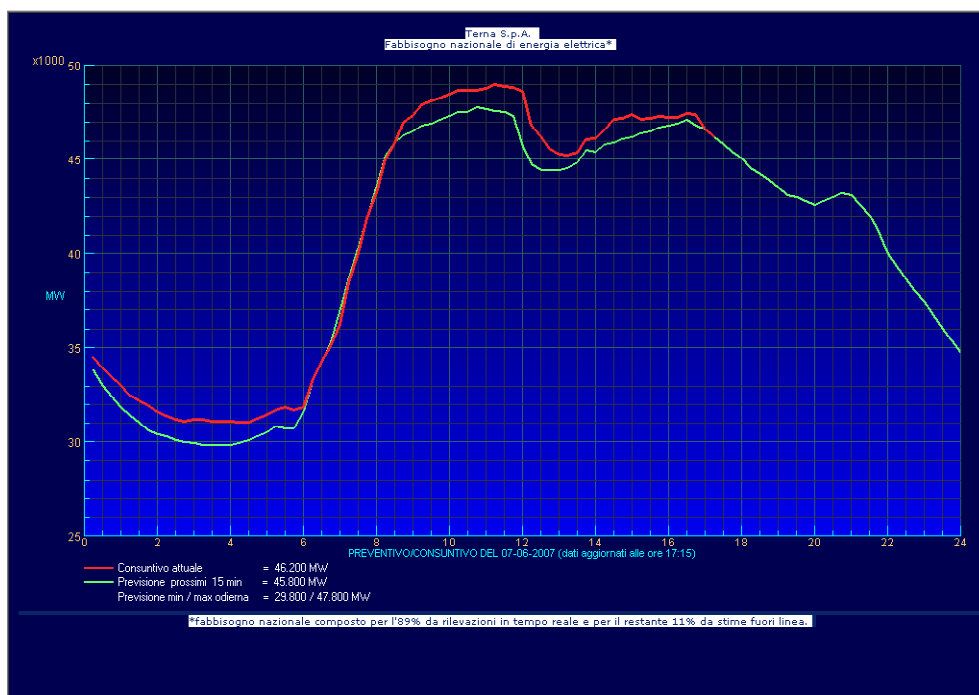
In realtà, vanno chiarite alcune situazioni.

L'ENEL, di cui lo stato Italiano (nello specifico il ministero dell'economia), controlla la quota maggioritaria, è proprietaria o comproprietaria, di centrali elettriche situate all'estero (soprattutto Svizzera e Francia), da dove importa elettricità.

Economicamente l'energia prodotta da quelle centrali, è di proprietà dell'ENEL, viene solamente prodotta, al di fuori dei nostri confini.

Circa il 70% dell'energia che compriamo, è prodotta da centrali nucleari.

Il punto cardine dell'importazione, si basa sull'assunto, che il fabbisogno energetico di un paese, cambia molto nell'arco delle ventiquattro ore, il grafico ad esempio fornito dalla società TERNA, rende molto chiaro il fenomeno.



Il grafico sovrastante, indica il fabbisogno elettrico del nostro paese, nell'arco delle ventiquattro ore.

E' facile individuare un andamento crescente nelle ore lavorative (dalle 09:00 alle 16:00), per andare poi scendendo, con l'inoltrarsi della notte.

La tecnologia delle centrali nucleari come sarà spiegato nel prossimo capitolo, non permette a quest'ultime, di poter modulare la potenza prodotta, nell'arco delle ventiquattro ore la loro produzione è sempre costante.

I paesi possessori di centrali nucleari, a noi confinanti, si trovano a produrre la stessa quantità di energia elettrica, il giorno come la notte, ma anche questi paesi, hanno una curva di domanda energetica campanulare.

Poiché l'elettricità presenta bassissime capacità di accumulazione, la produzione continua, porta le nazioni proprietarie di centrali nucleari, ad avere un overload di energia, da gestire durante la notte.

Questa energia, che come detto non è immagazzinabile, è posta sul mercato. Dunque il mercato elettrico, si trova nelle ore notturne con un'offerta molto alta di energia, a fronte di una domanda relativamente bassa.

Questo consente all'Italia, di poter acquistare grandi quantità di energia elettrica, durante la notte a prezzi estremamente competitivi.

L'Italia, durante la notte, può rallentare le proprie centrali, ed attivare in alcuni casi stazioni di pompaggio idrico, che ricaricano i bacini, bacini che durante il giorno possono rilasciare acqua e produrre energia.

Queste sono definite, centrali idroelettriche di pompaggio, questo sistema fu studiato agli albori dell'era nucleare italiana.

In Italia, lo sviluppo della produzione idroelettrica ha raggiunto oggi la sua massima espansione, soprattutto per quanto riguarda i luoghi dove era possibile realizzare grandi impianti, con la formazione di laghi artificiali.

L'ENEL possiede 212 impianti idroelettrici, e questi si dividono in: ottanta impianti ad acqua fluente, 114 a serbatoio o a bacino e diciotto di pompaggio.

Dopo essere stata la principale fonte di energia elettrica fino agli anni 60 (82% del totale), la quota di questa fonte rinnovabile è progressivamente diminuita.

Gli impianti di pompaggio sono svincolati da pregiudizi ideologici di natura ambientale, o almeno dovrebbero, essendo sufficiente riempire dei serbatoi, limitandosi nel seguito a saltuari reintegri d'acqua per sopperire le perdite per evaporazione e filtrazione dai serbatoi.

Alla costruzione di una centrale idroelettrica, nella maggior parte dei casi, è legata la realizzazione dello sbarramento, che consente di accumulare le acque rendendo disponibile l'energia potenziale.

Il lago artificiale che si forma, a volte impreziosisce il territorio favorendo lo sviluppo di attività turistiche, sportive e produttive altre volte, però, la presenza della diga modifica in modo rilevante il territorio e si possono generare impatti notevoli di due diversi ordini:

variazione (diminuzione) della quantità dell'acqua, con possibili conseguenze conflittuali per gli utilizzatori;

variazione di qualità dell'acqua in conseguenza di variazione di quantità ed anche in conseguenza di modificazione della vegetazione riparia.

Fattore importante è l'inquinamento evitato, a parità di energia prodotta, una centrale idroelettrica che genera 6 GWh permette di ridurre l'emissione di

anidride carbonica di 4.000 tonnellate l'anno rispetto a una centrale a carbone.

3 PRODUZIONE ENERGIA ELETRICA

3.1 PECULIARITA PRODUTTIVE

Il costo di produzione di un singolo KWh è influenzato da molti fattori disgiunti tra loro.

Tra i principali:

Tipologia e taglia della centrale,

Costo del combustibile,

Costi di esercizio,

Costi ambientali.

Di seguito, si espone una tabella con i prezzi medi al KWh, di produzione da ogni fonte energetica.

Da sottolineare che le produzioni da combustibile fossile (carbone e gas e petrolio), sconta un prezzo anche per l'immissione di componenti inquinanti nell'atmosfera.

I valori proposti, sono interpolati in una forchetta, derivante dagli studi di numerosi organismi internazionali:

M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology);

E.P.I.A. (European Photovoltaic Industry Association);

E.W.W.A. (European Wind Energy Association);

Università di Ferrara.

- Carbone:

costo del KWh: da 1,3 a 3,5 centesimi di euro

Emissioni principali: CO₂ 1.120g /KWh

SO₂ 0.5g/KWh

NO_x 0.5g/KWh

Ceneri pesanti 46g/KWh

- Gas:

costo del KWh da 4,6 a 5 centesimi di euro;

emissioni principali: CO₂ 618g /KWh

SO₂ 0.004g/KWh

NO_x 1.7g/KWh

- Petrolio

costo del KWh: 7.5 centesimi di euro

emissioni principali: CO₂ 940 /KWh

SO₂ 6 g/KWh

NO_x 1.4g/KWh

- Eolico: 6 -7 centesimi di euro /kWh;

- Fotovoltaico: 11-17 centesimi di euro /kWh;

3.2 COSTO PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA NUCLEARE

Nel tracciare un piano industriale d'implementazione nucleare, si deve prendere in considerazione:

Il costo della centrale, il suo tempo di realizzazione, la durata della vita operativa prevista, i costi per lo smantellamento, la messa in sicurezza delle scorie e per finire il costo del recupero totale del sito.

E' palese che questi costi, siano presenti in ogni progetto di costruzione, di qualsiasi tipo di centrale elettrica, ma per gli impianti nucleari sono molto elevati e vanno ponderati attentamente.

Se ad esempio analizziamo, il tempo di realizzazione di una centrale, a oggi la costruzione di un ERP di III generazione, comporta un tempo minimo di dieci anni, questo lasso temporale è frutto di una stima fortemente ottimistica, condotta dalla società francese Areva, verosimilmente, si parla di un tempo minimo di quindici anni, dalla posa della prima pietra.

Altro costo, legato alla produzione elettronucleare dell'energia, riguarda il ciclo del combustibile, in questo caso molto più gravoso rispetto alle fonti fossili.

Esso comprende, le varie fasi della lavorazione del combustibile stesso, fino allo smaltimento sicuro, delle scorie in siti geologicamente stabili.

Una possibile classificazione dei costi è la seguente.

1. Costi di produzione:
 - a. *fissi*: costruzione, esercizio, manutenzione.
 - b. *variabili*: combustibile, esercizio, manutenzione straordinaria.
2. Costi d'impianto:
 - a. *diretti*: acquisto area e sistemazione del sito, opere civili, isola nucleare, impianto elettrico.
 - b. *Indiretti*: imprevisti, addestramento personale.
3. Costi del combustibile:
 - a. Acquisto estrazione e purificazione del materiale,
 - b. Trasporto e immagazzinamento,
 - c. Decadimento in piscina del combustibile usato.
4. Costi di smantellamento e recupero del sito:
 - a. Decommissioning

Si stima che la centrale di Olkiluoto in Finlandia, realizzata da una joint-venture franco tedesca (Areva e Siemens AG), abbia un costo di realizzazione di circa 3.2 miliardi di euro, incrementabili fino a 5.3 miliardi di Euro.

Per il proseguimento dell'analisi, di prenderanno come riferimento, esclusivamente, le ricerche svolte dal, "Massachusetts Institute of Technology" racchiuse nel volume "The Future of Nuclear Power".

Il documento, pone il prezzo della produzione di un KWh, da fonte nucleare, a 6,7 centesimi di euro.

Per capire l'ampiezza della forchetta, tra varie organizzazioni, l'associazione nucleare italiana, dichiara un prezzo al KWh dai 2,3 a 3,6 centesimi di euro, al contrario Greenpeace di 14 centesimi di euro al kWh.

Lo studio del M.I.T., in linea comunque con altri studi ferma il prezzo a 6,7 centesimi di euro.

Di seguito ripercorriamo lo studio effettuato dal MIT, nel calcolo del prezzo del KWh.

Stabiliamo:

- La potenza della centrale: fissiamo il valore a 1GW (1.000.000.000 watt).
- Il fattore di carico della centrale a 0.9: Il fattore di carico, è definito come il rapporto, fra l'energia elettrica effettivamente prodotta in un impianto in un anno e l'energia teoricamente producibile dal medesimo impianto, nell'ipotesi di funzionamento continuo a piena potenza.
- Le perdite di energia: 6%

- Costo di costruzione della centrale: 5 miliardi di euro
- Durata di attività della centrale: 30 anni.
- Tempo di costruzione della centrale: 10 anni
- Rischio finanziario: il 5%.
- Costo di smantellamento della centrale (decommissioning):
800 milioni di euro.
- Quantità di combustibile annuo: circa tra 30 tonnellate di uranio arricchito.
- Prezzo del combustibile: a oggi l'uranio costa 60 dollari per libra, (una kg sono 2,2 libbre, 30 tonnellate ammontano a 660.000 libbre), trenta tonnellate 3.960.000 dollari, che in euro corrispondono a circa 2.900.000 euro (cambio a 1.37).
- Fattore moltiplicatore del prezzo dell'uranio dovuto all'arricchimento: compreso tra 4 e 5.

Sotto è riportato lo schema di calcolo

POTENZA DELLA CENTRALE	1.000.000.000	W
FATTORE DI CARICO DELLA CENTRALE	0,90	%
PERDITE NELLE RETI	6	%
COSTO DI COSTRUZIONE DELLA CENTRALE	5.000.000.000	EURO
DURATA DI ATTIVITA' DELLA CENTRALE	30	ANNI
TEMPO NECESSARIO PER COSTRUIRE LA CENTRALE	10	ANNI
COSTO FINANZIARIO	5	%
COSTO DELLO SMANTELLAMENTO DELLA CENTRALE	800.000.000	EURO
QUANTITA COMBUSTIBILE ANNUO	30	TON
PREZZO DEL COMBUSTIBILE	2.900.000	EURO

FATTORE MOLTIPLICATORE DEL PZ URANIO DOVUTO L'ARRICCHIMENTO	4	
COSTO DELLO SMALTIMENTO SCORIE IN % COSTO DEL COMBUSTIBILE	1.500.000	EURO
POTENZA DELLA CENTRALE	1.000.000.000	W
FATTORE DI CARICO DELLA CENTRALE	0,90	
PERDITE NELLE RETI	6	%
ENERGIA ANNUA UTILE (KWH)	7.410.960.000	KWH
COSTO DI COSTRUZIONE DELLA CENTRALE	5.000.000.000	€
DURATA DI ATTIVITA' DELLA CENTRALE	30	ANNI
TEMPO NECESSARIO PER COSTRUIRE LA CENTRALE	10	ANNI
COSTO FINANZIARIO	5	%
COSTO ANNUO COSTR. COMPRESO DI RISCHIO FINANZIARIO	350.000.000	EURO
COSTO DELLO SMANTELLAMENTO DELLA CENTRALE	800.000.000	EURO
COSTO ANNUO DELLO SMANTELLAMENTO DELLA CENTRALE	26.666.667	EURO
QUANTITA DI COMBUSTIBILE ANNUO (BARRE DI URANIO ARRICCHITO)	30	TONN
FATTORE MOLTIPLICATIVO, MINERALE NECESSARIO PER PRODURRE URANIO ARRICCHITO	5	
PREZZO DEL COMBUSTIBILE "URANIO MINERALE" (IN \$/LIBBRA)	2.900.000	EURO
FATTORE MOLTIPLICATORE DEL PREZZO DELL'URANIO DOVUTO ALL'ARRICCHIMENTO	4	
COSTO ANNUO DEL COMBUSTIBILE	58.000.000	€
COSTO DELLO SMALTIMENTO DELLE SCORIE IN % SUL COSTO DEL COMBUSTIBILE	50	%
COSTO ANNUO PER LO SMALTIMENTO DELLE SCORIE	29.000.000	€
RISULTATI		
COSTO DI COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO	4,72	€€/KWH
COSTO DELLO SMANTELLAMENTO DELLA CENTRALE IN	0,36	€€/KWH
COSTO DEL COMBUSTIBILE	0,78	€€/KWH
COSTO DELLO SMALTIMENTO DELLE SCORIE	0,39	€€/KWH
COSTO COMPLESSIVO DELL'ENERGIA NUCLEARE	6,26	€€/KWE

L'energia annua utile è calcolata come, la potenza della centrale, moltiplicata per trecentosessantacinque giorni e ventiquattro ore, ponderata alla percentuale dello 0,9% e ridotta del 6%.

4 IL MERCATO ELETTRICO ITALIANO 2010-2050

In Italia, la produzione di energia elettrica lorda è cresciuta, nel periodo 1990-2008, in media di oltre il 2% l'anno.

Il sistema elettrico Italiano è caratterizzato, da una forte dipendenza da fonti fossili.

Ne deriva una conseguente vulnerabilità, sul lato degli approvvigionamenti.

I principali fornitori di materie prime energetiche del nostro paese, sono al di fuori dell'area dell'OCSE, il gas naturale che importiamo, per circa il 90% proviene da un limitato numero di infrastrutture rigide.

Questa massiccia importazione, rende i prezzi interni dell'energia, fortemente dipendenti dalle quotazioni internazionali.

In Italia, il livello medio dei prezzi elettrici, è tendenzialmente superiore a quello degli altri Paesi europei.

La struttura del mercato energetico, nonostante i processi di liberalizzazione, è ancora condizionata da pochi operatori e limitata da carenze nelle infrastrutture di rete, in particolare nel Mezzogiorno.

La possibilità per i consumatori finali di passare al mercato libero, consentita dal 2003 per il gas e dal 2007 per l'elettricità, è sfruttata ancora oggi da un numero limitato di utenti.

Il livello dell'imposizione fiscale, sui prodotti energetici è tra i più alti

d'Europa: superiore di oltre il 40% a quello medio dell'UE.

Il nostro paese è al centro della crisi economica, che coinvolge tutti i paesi industrializzati, crisi che è la causa della maggiore contrazione del commercio mondiale, dal dopoguerra ad oggi.

Nonostante la crisi, nel 2010 il PIL mondiale è cresciuto di circa il 5% rispetto al 2009, soprattutto grazie ad il contributo delle economie emergenti.

Nel il 2011, il PIL dell'area euro, è cresciuto di circa lo 0,3%.

Nel aprile 2011, mese in cui ho iniziato la stesura del seguente lavoro, il Fondo monetario internazionale stimava una crescita del 2%.

Questa crescita, spinge in alto il prezzo del petrolio, che per effetto anche della crisi Libica, ha ripetutamente superato la soglia, dei 100 dollari al barile.

Insieme alla domanda, di petrolio, continuano ad aumentare le emissioni di anidride carbonica.

L'Accordo di Copenhagen, di limitare l'aumento della temperatura media globale, entro la soglia di rischio dei 2°C, resta un'aspirazione perseguita attraverso misure di controllo delle emissioni, del tutto insufficienti.

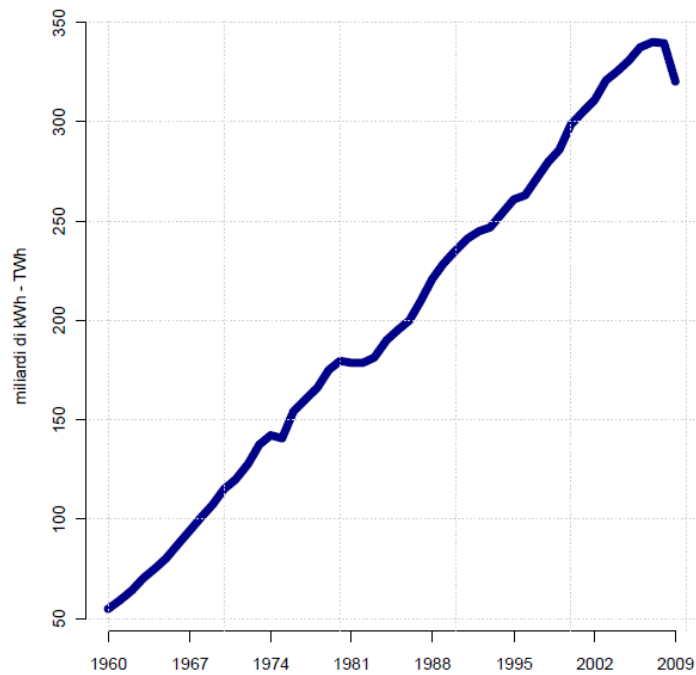
È senza dubbio necessario, che il nostro paese riduca la dipendenza energetica dall'estero e al contempo, contribuisca agli obiettivi previsti in riguardo alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, attraverso il risparmio di energia, l'uso delle energie rinnovabili e una maggiore efficienza energetica.

La domanda di energia primaria (quantità di energia prodotta a livello nazionale, più quella importata al netto delle esportazioni e delle variazioni di scorte) come visto nel secondo capitolo nel 2010, si è attestata su i 185,3 Milioni di TEP.

Dal 2010, l'aumento della domanda di energia, evidenzia un'inversione, del trend di riduzione dei consumi, registratosi nei precedenti quattro anni, anche se il valore del 2010 è ben lontano dal massimo di 197,8 milioni di TEP raggiunto nel 2005.

Nel secondo capitolo, si è illustrato come sia evidente una riduzione dei consumi nazionali di petrolio, e di come il gas naturale risultasse l'unica risorsa fossile, la cui domanda sia cresciuta nell'ultimo decennio.

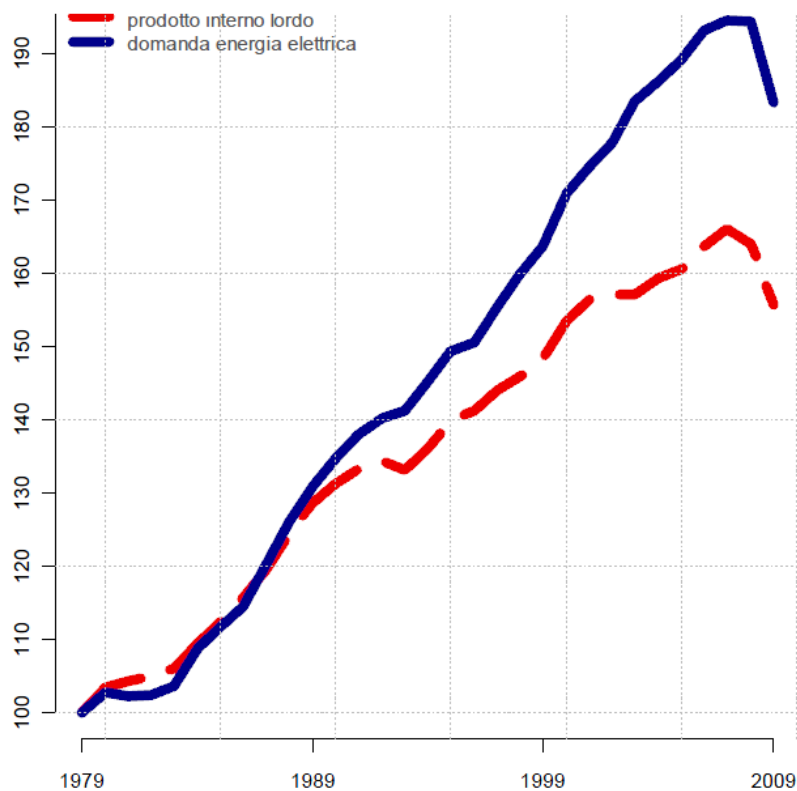
L'andamento degli ultimi cinquanta anni, della domanda di energia elettrica in Italia è rappresentata dal grafico sottostante:



Dal 1960 a oggi

- Il PIL è aumentato di circa 3,5 volte
- Il consumo di energia elettrica è aumentato di cinque volte.

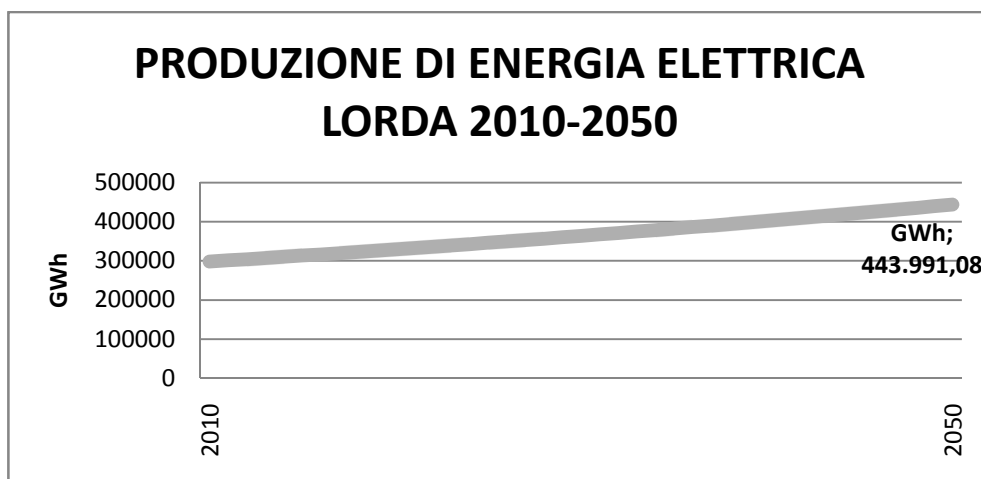
Nel grafico sottostante si pone a paragone la crescita del PIL con quella della domanda di energia .



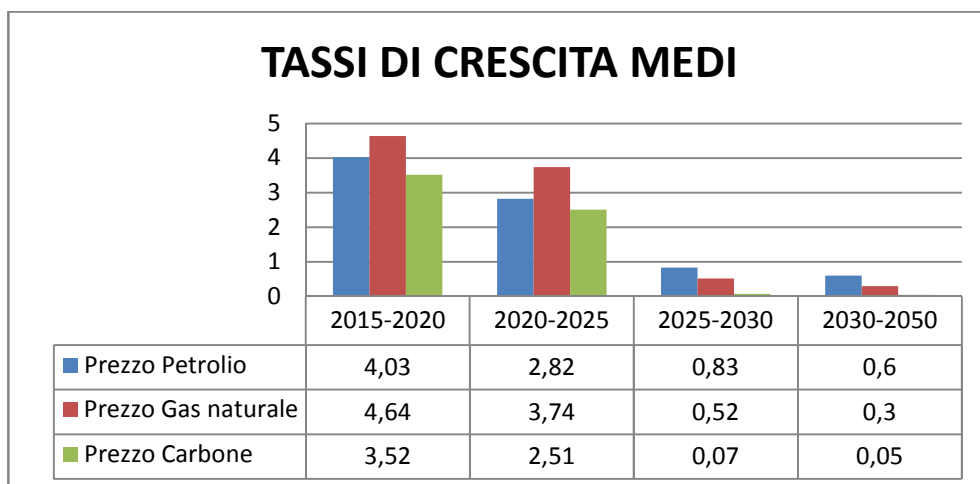
Il legame tra i due tracciati è abbastanza chiaro, l'elasticità tra il reddito e il consumo elettrico è unitaria.

Ipotizzando, una crescita del PIL dell'1% annuo, nei prossimi quaranta anni, ne seguirà, una crescita pari all'1% annua della produzione di energia elettrica.

Tale crescita porterà, il livello di produzione elettrica del 2050, a 443.991 GWh.



L'andamento della crescita dei prezzi, dei principali combustibili fossili è rappresentato dal grafico sottostante¹⁷

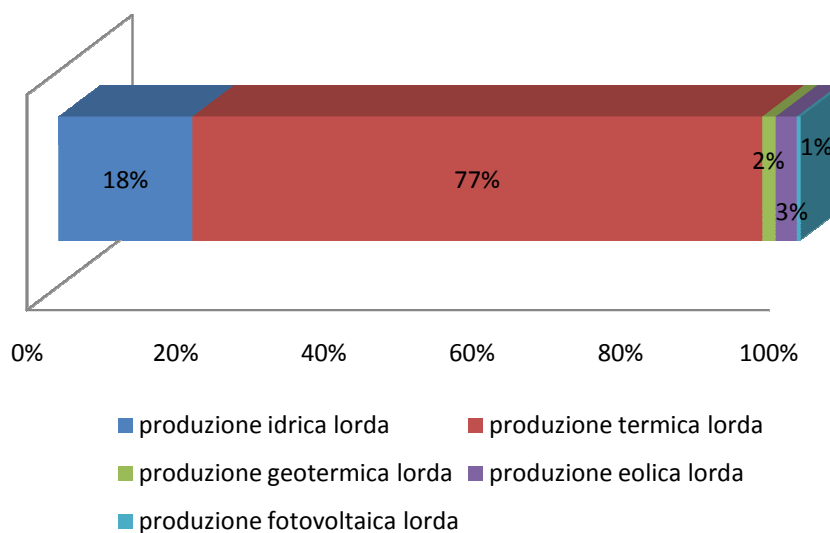


4.1 MIX ELETTRICO

Nel 2010, la produzione di energia elettrica italiana, è composta del seguente mix¹⁸.

	GWh	%
Produzione idrica lorda	53.771,00	18%
Produzione termica lorda	229.030,00	77%
Produzione geotermica lorda	5.358,00	2%
Produzione eolica lorda	8.449,00	3%
Produzione fotovoltaica lorda	1.600,00	1%

Un istogramma di rappresentazione:



Il consumo interno di energia, è affidato per il 65% a fonti tradizionali (gas petrolio, carbone), per il 20% a fonti rinnovabili (idrica, geotermica, eolica), ed il resto è importato.

4.2 INSERIMENTO PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA DA FONTE NUCLEARE

Ipotizziamo l’inserimento, di quattro reattori nucleari di ultima generazione.

La produzione di energia, come detto, aumenterà in maniera lineare ogni anno dell’1%, così da raggiungere, il target di produzione di 443.991 GWh nel 2050.

L’introduzione dei reattori, comporterà la dismissione delle soli fonti termoelettriche, le altre fonti continueranno a crescere al ritmi dell’ 1% annuo.

L’inserimento, avverrà in due fasi:

Il 2020, data in cui si ipotizza l’accensione delle prime due centrali, e il 2030, quando saranno attivate le seconde ed ultime due centrali.

Dettaglio della variazione, della produzione anno per anno.

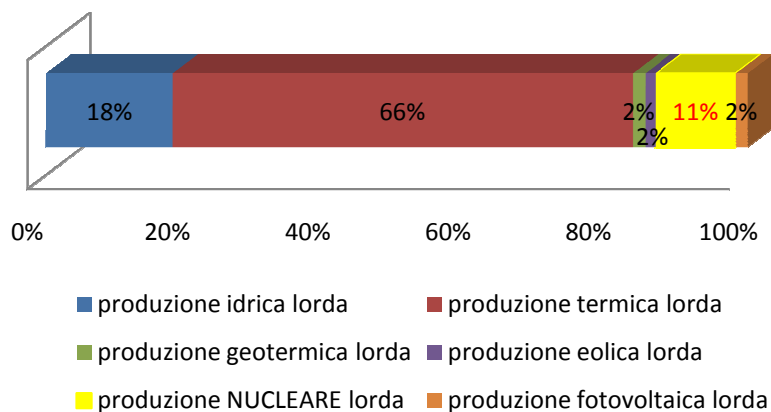
PRODUZIONE LORDA DI ENERGIA													
GWh	IDROELETTRICA		TERMOELETTRICA		GEOTERMICA		FOT.CO		EOLICA		NUCLEARE		TOT
2010	53.771,0	18,03%	229.030,0	76,80%	5.358,0	1,80%	1.049,0	0,35%	9000,00	3,02%	0,0	0,00%	298.208,0
2011	54.309	18,03%	231.320	76,80%	5.412	1,80%	1.059	0,35%	9090,00	3,02%	0	0,00%	301.190,1
2012	54.852	18,03%	233.634	76,80%	5.466	1,80%	1.070	0,35%	9180,90	3,02%	0	0,00%	304.202,0
2013	55.400	18,03%	235.970	76,80%	5.520	1,80%	1.081	0,35%	9272,71	3,02%	0	0,00%	307.244,0
2014	55.954	18,03%	238.330	76,80%	5.576	1,80%	1.092	0,35%	9365,44	3,02%	0	0,00%	310.316,4
2015	56.514	18,03%	240.713	76,80%	5.631	1,80%	1.103	0,35%	9459,09	3,02%	0	0,00%	313.419,6
2016	57.079	18,03%	243.120	76,80%	5.688	1,80%	1.114	0,35%	9553,68	3,02%	0	0,00%	316.553,8
2017	57.650	18,03%	245.551	76,80%	5.745	1,80%	1.125	0,35%	9649,22	3,02%	0	0,00%	319.719,3
2018	58.226	18,03%	248.007	76,80%	5.802	1,80%	1.136	0,35%	9745,71	3,02%	0	0,00%	322.916,5
2019	58.809	18,03%	250.487	76,80%	5.860	1,80%	1.147	0,35%	9843,17	3,02%	0	0,00%	326.145,7
2020	59.397	18,03%	227.992	69,21%	5.919	1,80%	1.159	0,35%	9941,60	3,02%	25.000	7,59%	329.407,2
2021	59.991	18,03%	230.522	69,29%	5.978	1,80%	1.170	0,35%	10041,02	3,02%	25.000	7,51%	332.701,2

2022	60.591	18,03%	233.077	69,36%	6.038	1,80%	1.182	0,35%	10141,43	3,02%	25.000	7,44%	336.028,2
2023	61.196	18,03%	235.658	69,44%	6.098	1,80%	1.194	0,35%	10242,84	3,02%	25.000	7,37%	339.388,5
2024	61.808	18,03%	238.264	69,51%	6.159	1,80%	1.206	0,35%	10345,27	3,02%	25.000	7,29%	342.782,4
2025	62.426	18,03%	240.897	69,58%	6.220	1,80%	1.218	0,35%	10448,72	3,02%	25.000	7,22%	346.210,2
2026	63.051	18,03%	243.556	69,65%	6.283	1,80%	1.230	0,35%	10553,21	3,02%	25.000	7,15%	349.672,3
2027	63.681	18,03%	246.241	69,72%	6.346	1,80%	1.242	0,35%	10658,74	3,02%	25.000	7,08%	353.169,1
2028	64.318	18,03%	248.954	69,79%	6.409	1,80%	1.255	0,35%	10765,33	3,02%	25.000	7,01%	356.700,7
2029	64.961	18,03%	251.693	69,86%	6.473	1,80%	1.267	0,35%	10872,98	3,02%	25.000	6,94%	360.267,8
2030	65.611	18,03%	229.460,1	63,06%	6.538	1,80%	1.280	0,35%	10981,71	3,02%	50.000	13,74%	363.870,4
2031	66.267	18,03%	232.254,7	63,20%	6.603	1,80%	1.293	0,35%	11091,53	3,02%	50.000	13,61%	367.509,1
2032	66.930	18,03%	235.077,3	63,33%	6.669	1,80%	1.306	0,35%	11202,44	3,02%	50.000	13,47%	371.184,2
2033	67.599	18,03%	237.928,0	63,47%	6.736	1,80%	1.319	0,35%	11314,47	3,02%	50.000	13,34%	374.896,1
2034	68.275	18,03%	240.807,3	63,60%	6.803	1,80%	1.332	0,35%	11427,61	3,02%	50.000	13,20%	378.645,0
2035	68.958	18,03%	243.715,4	63,73%	6.871	1,80%	1.345	0,35%	11541,89	3,02%	50.000	13,07%	382.431,5
2036	69.647	18,03%	246.652,6	63,86%	6.940	1,80%	1.359	0,35%	11657,31	3,02%	50.000	12,94%	386.255,8
2037	70.344	18,03%	249.619,1	63,99%	7.009	1,80%	1.372	0,35%	11773,88	3,02%	50.000	12,82%	390.118,4
2038	71.047	18,03%	252.615,3	64,11%	7.079	1,80%	1.386	0,35%	11891,62	3,02%	50.000	12,69%	394.019,5
2039	71.758	18,03%	255.641,4	64,24%	7.150	1,80%	1.400	0,35%	12010,53	3,02%	50.000	12,56%	397.959,7
2040	72.475	18,03%	258.697,8	64,36%	7.222	1,80%	1.414	0,35%	12130,64	3,02%	50.000	12,44%	401.939,3
2041	73.200	18,03%	261.784,8	64,49%	7.294	1,80%	1.428	0,35%	12251,95	3,02%	50.000	12,32%	405.958,7
2042	73.932	18,03%	264.902,7	64,61%	7.367	1,80%	1.442	0,35%	12374,47	3,02%	50.000	12,19%	410.018,3
2043	74.671	18,03%	268.051,7	64,73%	7.441	1,80%	1.457	0,35%	12498,21	3,02%	50.000	12,07%	414.118,5
2044	75.418	18,03%	271.232,2	64,85%	7.515	1,80%	1.471	0,35%	12623,19	3,02%	50.000	11,95%	418.259,7
2045	76.172	18,03%	274.444,5	64,97%	7.590	1,80%	1.486	0,35%	12749,42	3,02%	50.000	11,84%	422.442,3
2046	76.934	18,03%	277.689,0	65,08%	7.666	1,80%	1.501	0,35%	12876,92	3,02%	50.000	11,72%	426.666,7
2047	77.703	18,03%	280.965,9	65,20%	7.743	1,80%	1.516	0,35%	13005,69	3,02%	50.000	11,60%	430.933,4
2048	78.480	18,03%	284.275,5	65,31%	7.820	1,80%	1.531	0,35%	13135,75	3,02%	50.000	11,49%	435.242,7
2049	79.265	18,03%	287.618,3	65,43%	7.898	1,80%	1.546	0,35%	13267,10	3,02%	50.000	11,37%	439.595,1
2050	80.058	18,03%	290.994,5	65,54%	7.977	1,80%	1.562	0,35%	13399,77	3,02%	50.000	11,26%	443.991,1

Nel 2050 la produzione di energia elettrica italiana sarà composta dal seguente mix:

	GWh	%
Produzione idrica lorda	80.058	18%
Produzione termica lorda	2290.994	77%
Produzione geotermica lorda	7.977	2%
Produzione eolica lorda	13.399	3%
Produzione fotovoltaica lorda	1.562	1%

Di seguito è proposto il nuovo istogramma:



La produzione da fonte nucleare si attesta all'11%.

La produzione lorda, di energia da fonte termica,

dal 2010 al 2020, cala dal 76% al 69%,

dal 2020 al 2030 passa dal 69% al 63%, fino ad arrivare a un 65% finale.

E' senza dubbio palese, che la soprastante analisi, contiene alcune forzature concettuali.

L'aumento lineare delle fonti energetiche, non tiene conto di molteplici valutazioni, in primis l'avanzamento tecnologico, soprattutto delle fonti rinnovabili, e la variabilità dei prezzi delle fonti.

Come visto nei precedenti capitoli, i prezzi dei combustibili fossili e di conseguenza il loro peso, all'interno della produzione elettrica nazionale, nell'arco di 15 anni, possono variare di quote superiori al 50%.

Prevedere, per un lasso temporale così lungo, come sarà l'offerta energetica di queste fonti, sarebbe un esercizio utopico.

Discorso simile, vale per le fonti rinnovabili, le scoperte tecnologiche, non possono essere ipotizzate con un probabilità accettabile.

Per questi motivi l'analisi svolta, non prende in considerazione ipotesi di scarsa certezza, mostra come, l'inserimento di quattro reattori nucleari, alle condizioni tecnologiche odierne, porti ad un calo del 11% della produzione elettrica da fonte fossile.

4.3 PRINCIPALI CRITICITA NELLA MODIFICA DEL MIX ELETTRICO

Lo spostamento della produzione, da fonte termica a fonte nucleare, ha ovvie criticità su molti fronti.

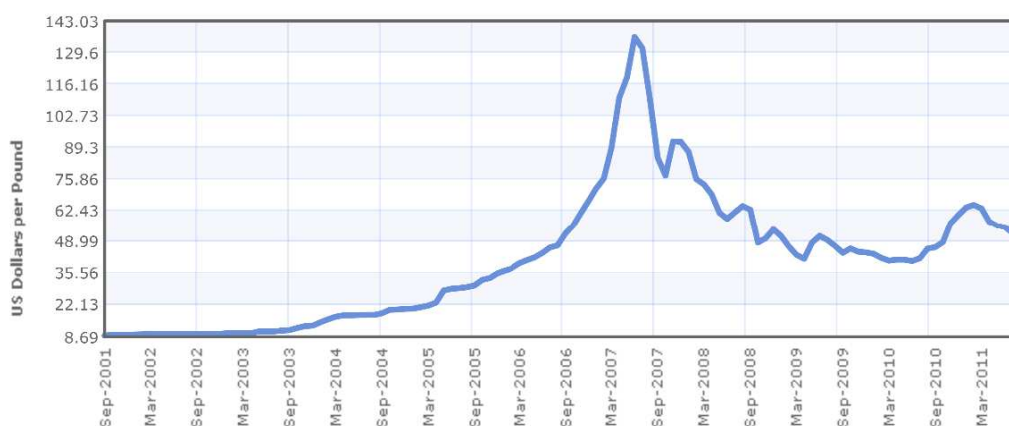
Le principali le troviamo sul fronte dell'approvvigionamento, sul fronte formativo e su quello della sicurezza.

4.3.1 Approvvigionamento

Per molti anni, il prezzo dell'uranio, non è stato un parametro molto importante per l'industria nucleare.

Il prezzo degli impianti era il costo da ponderare.

Il grafico, illustra l'andamento del prezzo dell'uranio sul mercato americano.



L'uranio, a differenza del petrolio, è un minerale abbondante nella crosta terrestre.

Il problema è che è difficile trovarlo sufficientemente concentrato, da poter essere considerato estraibile a prezzi competitivi.

I giacimenti di uranio concentrato, sono stati in gran parte sfruttati, ora è necessario estrarre da giacimenti più diluiti, questo richiede forti investimenti, il che spiega l'andamento dei prezzi, sui quali i maggiori costi di estrazione si riflettono.

Per l'uranio si sta replicando, lo stesso andamento che si è visto con il petrolio, dove i costi di estrazione sempre maggiori, causano quello che è chiamato il picco, del petrolio, o in questo caso dell'uranio.

L'uranio, possiede la grande criticità, nel fatto che per essere usato da combustibile, ha bisogno di essere trattato, e divenire arricchito.

Per ottenere un materiale fissile, che sia adatto a scopi nucleari, è necessario aumentare la sua concentrazione, portando l'isotopo ^{235}U dallo 0,71% a valori superiori al 3%.

Il processo di concentrazione dell'uranio, è un compito estremamente difficile, non è possibile procedere per via chimica.

Per arricchirlo, si fa reagire l'uranio metallico, con fluoro ottenendo esafluoruro di uranio.

Dopo l'arricchimento, l'esfluoruro è decomposto, riottenendo uranio metallico e fluoro gassoso, dopodiché è ossidato, a formare diossido di uranio UO_2 .

Il processo di arricchimento, produce grandi quantità di uranio impoverito, ossia uranio cui manca la corrispondente quantità di ^{235}U .

Per dare un'idea della tipica proporzione tra uranio arricchito e uranio impoverito, da 100 kg di uranio metallico, pronto per l'arricchimento si possono ottenere al massimo 12,5 kg di uranio arricchito al 3,6% e 87,5 kg di uranio impoverito allo 0,3%.

Questo processo, ha bisogno d'impianti di trasformazione e competenze elevatissime, per ovvi motivi non presenti in Italia, il paese più all'avanguardia in questo processo è la Francia, che si pone come uno dei principali produttori ed esportatori di Uranio, sfruttando le miniere del Niger.

4.3.2 Formazione

Prendiamo a parametro, uno studio condotto dalla Cogent, società che ha sviluppato il programma nucleare inglese.

Le valutazioni, per la costruzione e la messa in funzione, di una centrale di terza generazione, senza prendere in considerazione la produzione di componenti è di:

12.000 uomini in tutto.

2.000 lavoratori l'anno su un arco temporale di sei anni, (nel nostro studio, si ipotizza che per la costruzione servano dieci anni, il numero salirebbe a 20.000 uomini)

Di questi il 15% devono essere laureati in materie nucleari

Il 60% tecnici specializzati, il restante 25% operai

Nel momento in cui la centrale entra in funzione, si stima una necessita di

- 3.200 addetti in totale, suddivisi in:
- 2.100 laureati in materie nucleari,
- 500 ingegneri
- 600 tecnici.

L'università italiana, oggi sforna 100 laureati nucleari l'anno, negli anni 80, dove la quota era di 300.

Risultano in forte criticità, anche le scuole professionali che sfornano figure come i saldatori, ad oggi in netto calo di iscrizione.

Di questo passo anche con tempistiche decennali, il nostro sistema scolastico, non sarebbe in grado di adeguarsi alla richiesta di esperti nucleari entro il 2020, anno in cui entrerebbero in funzione le due centrali, il governo si vedrebbe costretto a importare, personale specializzato.

4.3.3 Sicurezza

Le centrali nucleari, quanto sono sicure?

Esiste, in termini tecnici, la possibilità di quantificare il rischio di effetti negativi di ogni attività umana.

Se il rischio, viene rappresentato, come prodotto tra fattori:

In cui il primo, esprime la frequenza attesa, con la quale accade un certo evento;

Ed il secondo, esprime il livello di danno arrecato dall'evento.

La probabilità di un incidente nucleare, è oggettivamente bassissima, secondo l'unico studio pubblicato da una fonte governativa, il "Rapporto Rasmussen", condotta negli Stati Uniti nella metà degli anni 70, si stima che la frequenza attesa di un incidente, sfiora il rapporto 1/1.000.000, che l'evento si verifichi.

Le probabilità di un incidente, in presenza di una centrale E.P.R., è praticamente inesistente, da 10 a 100 volte inferiore rispetto a quella già bassissima, dei reattori della generazione precedente.

Dal punto di vista delle serie storiche, bisogna considerare, che l'unico incidente di rilievo, in 50 anni di vita della tecnologia nucleare a scopo civile, che si è registrato, è stato Chernobyl.

Incidente, causato da una serie di concause, che vanno da problemi relativi

al progetto dell'impianto, alla formazione del personale, Chernobyl non è un caso paragonabile alla realtà occidentale, l'impianto aveva carenze gravi a livello concettuale di progetto, che lo rendevano intrinsecamente insicuro e non autorizzabili dalle autorità occidentali.

Per quanto riguarda, le radiazioni che emana una centrale, queste (come tutte le radiazioni) vengono misurate con i MSV, un'unità di misura internazionale che stabilisce le dosi di radiazioni limite alle quali il corpo umano può essere esposto senza danni.

La dose di riferimento è 1 MSV all'anno.

La dose a cui sono esposti, i lavoratori e la popolazione, che vivono vicino ad una centrale, è 0,001 MSV, dose inferiore, a quella, cui sono sottoposti i piloti di linea, o i tecnici di radiologia.

Per quanto riguarda i rifiuti, che si producono nel normale esercizio dell'impianto e alla fine della sua vita utile, questi si classificano in:

Bassa, Media e Alta Radioattività,

I primi anno un tempo di decadimento della loro radioattività di 20/30 anni,

I secondi di circa 300 anni.

I rifiuti ad alta radioattività migliaia di anni.

I rifiuti a bassa e media attività, se opportunamente trattati, posti in appositi contenitori e stoccati in depositi superficiali, garantiscono standard di sicurezza pari a quelli delle centrali tradizionali.

Depositi di questo genere, esistono in tutto il mondo.

I rifiuti ad alta attività, sono invece stoccati inizialmente in apposite piscine, all'interno delle centrali, successivamente disposti in apposite strutture per lo stoccaggio temporaneo, alla fine di questo periodo vengono stoccati in siti geologicamente idonei.

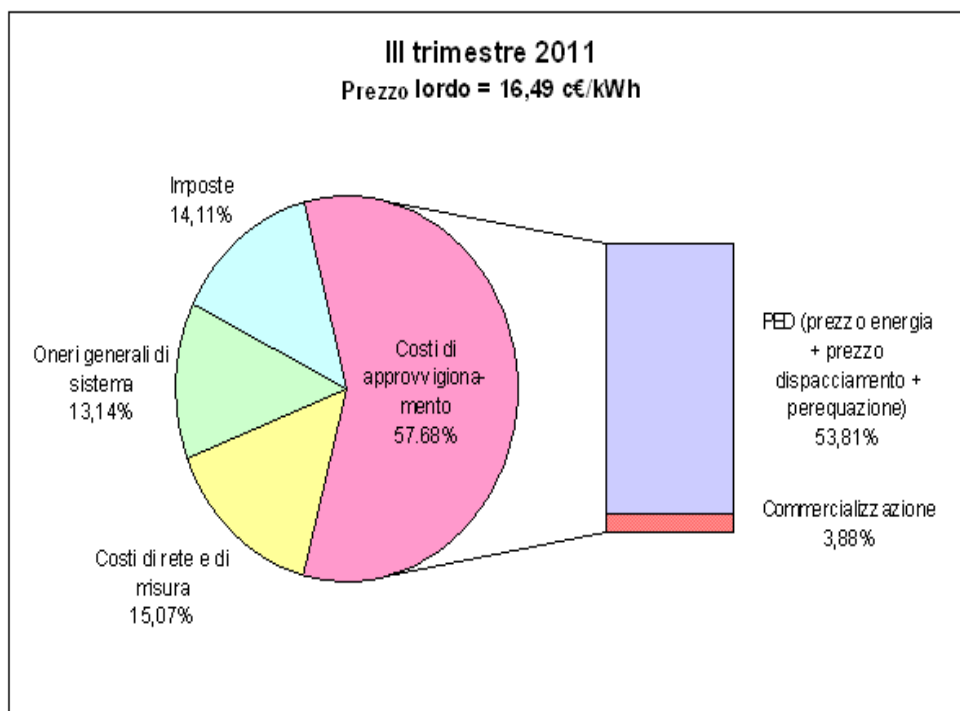
Le centrali nucleari, ed i loro rifiuti, sono sicure, affidabili, a basso impatto inquinante.

5 CONCLUSIONI

Sulla composizione del prezzo, dell'energia elettrica per il consumatore, la produzione industriale, incide per circa il 50%.

Per gli attori industriali, le percentuali sono leggermente diverse.

Il grafico, fornito dall'autorità per l'energia elettrica ed il gas, ci mostra come si compone, il prezzo finale per un consumatore privato, dell'energia elettrica.¹⁹



Sul prezzo finale del terzo trimestre 2011, gravano:

- Costi di rete e di misura: 2,49 centesimi di euro
- Oneri generali di sistema: 2,17 centesimi di euro
- Imposte: 2,33 centesimi di euro
- **Prezzo energia:** **8,87 centesimi di euro**
- Commercializzazione: 0,64 centesimi di euro

Totale al lordo delle imposte: 16,49 centesimi di euro

Nella nostra analisi il valore di maggior interesse, è ovviamente il prezzo energia, prezzo che nel caso in esame, copre tutti i costi per acquistarla.

Il prezzo dispacciamento, copre i costi che garantiscono in ogni istante, l'equilibrio tra l'energia immessa e quella prelevata dalle reti elettriche.

Il prezzo commercializzazione, rappresenta, i costi fissi di gestione commerciale dei clienti, che vengono sostenuti mediamente dagli operatori del mercato libero.

Arrivati a questo punto, è utile richiamare alcuni dati, esposti in precedenza:

Il prezzo della produzione di energia, da petrolio si attesta a circa 7,5 centesimi di euro, questo prezzo, risente molto della forte elasticità del prezzo del greggio.

Il prezzo della produzione da GAS si attesta intorno a 5 centesimi di kWh, in questo caso, la volatilità degli approvvigionamenti, è un dato certamente da tenere in considerazione.

Il prezzo della produzione di energia, da carbone, si attesta a circa 3.5 centesimi di euro, è il meno sfruttato sul nostro territorio.

Il prezzo da fonte nucleare a circa 6.7 centesimi.

Nel valutare i costi da fonte rinnovabili, bisogna assumere che, una ipotetica centrale nucleare, produce energia per 8.760 ore l'anno ($365 \cdot 24$), con il sole o con la pioggia, di giorno e di notte, con o senza vento.

Il solare anche in Italia, paese del sole, lavora in media per 1.000-1.500 ore l'anno, l'eolico per 1.800-2.500.

Mentre un solo reattore, di terza generazione, coprirebbe il fabbisogno di energia elettrica, di una città come Milano, per avere la medesima produzione, ricorrendo esclusivamente a fonti rinnovabili, dovremmo installare oltre 15.000 ettari di pannelli fotovoltaici, od in alternativa 3.000 pale eoliche.

Di seguito la produzione energetica nel 2050, con o senza energia Nucleare.

	CON NUCLEARE		SENZA NUCLEARE	
produzione idrica lorda	80.058,00	18%	80.058,00	18%
produzione termica lorda	290.994,50	66%	340.994,50	77%
produzione geotermica lorda	7.977,00	2%	7.977,00	2%
produzione eolica lorda	7.000,00	2%	7.000,00	2%
produzione NUCLEARE lorda	50.000,00	11%	0,00	0%
produzione fotovoltaica lorda	7.962,00	2%	7.962,00	2%
	443.991,50		443.991,50	

Come detto, la variazione, incide esclusivamente sulla fonte termica, non potendo, ipotizzare con sufficiente realismo, in un periodo temporale così esteso, i progressi nel campo delle fonti rinnovabili.

Il prezzo dell'energia, resterebbe a pieno regime, sostanzialmente invariato.

Anche se l'esborso di circa 20 miliardi di euro (ammortizzati in trenta anni) per la costruzione delle quattro centrali, appare in questo momento economico, insostenibile.

Rendere più eterogeneo, il mix elettrico Italiano, aggiungendo una nuova fonte, non deve essere visto, solo come un mero risparmio economico di produzione, anche perché questo risparmio potrebbe non verificarsi.

Le componenti economiche, e politiche da tirare in ballo, sono troppe, e il periodo temporale eccessivamente lungo, per un realistico calcolo economico.

Si potrebbe ipotizzare, che tra cinque anni venga scoperta una gigantesca sacca di gas naturale a largo dell'atlantico, questo spingerebbe certamente il prezzo del gas naturale, a ribasso, così come, in caso di un lungo conflitto, anche con l'impiego di armi nucleari, tra Iran e Stati Uniti, il prezzo del petrolio andrebbe alle stelle.

Questi due esempi, per quanto, il secondo poco augurabile, non sono poi così utopici.

L'energie alternative, sono una valida fonte energetica, ma il loro impiego in scala massiccia, è ancora poco ipotizzabile, ed a meno di scoperte sensazionali, lo saranno anche tra quarant'anni.

L'energia nucleare, non è, e non deve essere solo un risparmio di denaro.

L'energia nucleare è una possibilità.

La possibilità che potrebbe traghettarci, fuori da una dipendenza energetica, che dura da sempre, liberandoci, almeno in parte, dal dover pianificare le strategie energetiche ed industriali dell'intera nazione, tenendo costantemente conto, degli umori di zone del pianeta, ad alta instabilità politica.

Non ci renderebbe totalmente autosufficienti, ma estenderebbe il nostro rapporto clientelistico, a paesi come la Francia o gli Stati Uniti, certamente più in linea, con il nostro contesto economico e politico.

In aggiunta contribuirebbe in maniera sensibile, all'abbattimento di emissioni nocive nell'ambiente.

Questa possibilità, si configura, come un elemento industriale, dove tutti gli attori chiamati in causa, Stato, l'università e componenti private, debbano compiere la loro attività, in maniera efficiente, ineccepibile e soprattutto cristallina, solo così questa fonte energetica, può essere un vantaggio per l'intera collettività.

Il prezzo da pagare, per l'inefficienza, di una sola delle componenti chiamate in causa, sarebbe altissimo.

Forse è questo prezzo così alto, che spinge l'elettorato italiano, a riversarsi in massa, ad ogni consultazione popolare, per dire fortemente il proprio no, ad ogni tentativo di apertura a questa fonte energetica e di conseguenza, a questa nuova possibilità.

La preoccupazione, che in un processo industriale, così lungo e impegnativo, qualcuno degli attori chiamati in causa, non possa poi essere così efficiente e cristallino, come richiesto, da un esercizio così complesso, è forte.

In aggiunta ormai il gap formativo universitario, in materie nucleari sta assumendo dimensioni preoccupanti, alle quali per porvi rimedio servirebbe una pianificazione universitaria almeno decennale.

Chiudersi a questa possibilità, appare a chi scrive, come chiudersi al progresso, nel raccogliere il materiale ho trovato conforto in una frase.

«L'energia nucleare non va guardata con gli occhi del pregiudizio ideologico, ma con quelli dell'intelligenza, della ragionevolezza umana e della scienza, accompagnate dall'esercizio sapiente della prudenza, nella prospettiva di realizzare uno sviluppo integrale e solidale dell'uomo e dei popoli»

Cardinale Renato Martino

¹ Paesi appartenenti all'OCSE: "Australia, Austria, Belgio, Canada, Corea, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Giappone, Gran Bretagna, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lussemburgo, Messico, Norvegia, Nuova Zelanda, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Repubblica Ceca, Repubblica Slovacca, Spagna, Svezia, Svizzera, Stati Uniti, Ungheria, Turchia";

² BP "Statistical Review of World Energy";

³ La potenza di un impianto di generazione elettrica, è espressa in WATT e nei suoi multipli:

1 MEGAWATT = un milione di watt

1 GIGAWAT = un miliardo di watt

Il WATT (W) indica la potenza, ed equivale a uno voltampere, mentre il WATTORA (Wh) è un misuratore di energia.

Per comprendere meglio, si consideri un personale computer che assorbe 100 Watt, in tre ore avrà consumato 300 Wh.

La potenza di un impianto di generazione, può essere indicata in diversi modi.

- La potenza efficiente, è la massima potenza erogabile in un prefissato periodo di tempo, supponendo che tutti gli elementi dell'impianto, siano in condizioni ottimali e che la disponibilità della fonte primaria (combustibile, acqua, vento, irraggiamento solare, ecc.), sia largamente sufficiente ad alimentare il generatore.
- La potenza efficiente lorda, quando si considera soltanto ed unicamente le potenzialità del generatore elettrico.
- Potenza efficiente netta, quando vengono sottratte, la potenza assorbita dai servizi ausiliari della centrale e le perdite dei trasformatori di tensione presenti nella centrale medesima;

⁴ The Guardian

⁵ Price Waterhouse Coopers "The World in 2050";

⁶ World Energy Technology Outlook – WETO H2;

⁷ Rapporto di goldmansachs;

⁸ World Population Prospects: The 2006 Revision, Highlight;

⁹ Unione petrolifera "Data Book 2011 Energia e petrolio";

¹⁰ Rapporto tra, l'energia ottenibile da un prodotto e quella spesa per la sua realizzazione;

¹¹ AIE "Energy technology perspectives";

¹² Intergovernmental panel on climate change 2007;

¹³ Tutti i dati del seguente capitolo,ove non segnalato diversamente, sono estratti dalla pubblicazione "dati statistici sull'energia elettrica in Italia" società TERNA;

¹⁴ ENI "scenario energetico italiano";

¹⁵ TERNA "dati statistici sull'energia elettrica in Italia" tabella numero 52;

¹⁶ TERNA “dati statistici sull’energia elettrica in Italia, quadro di sintesi al 11 marzo 2011”
tabella numero 5;

¹⁷ ENEA settembre 2011”Indagine conoscitiva sulla strategia energetica nazionale”;

¹⁸ TERNA “dati statistici sull’energia elettrica in Italia, quadro di sintesi al 11 marzo 2011”;

¹⁹ Autorità per l’energia elettrica ed il gas;