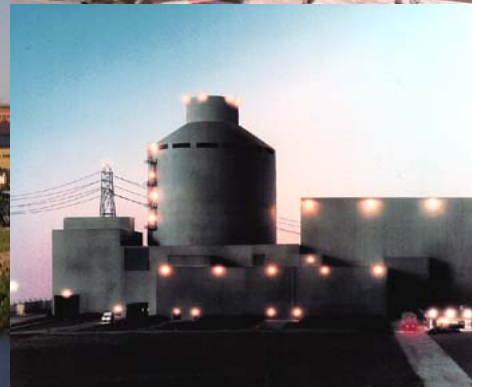


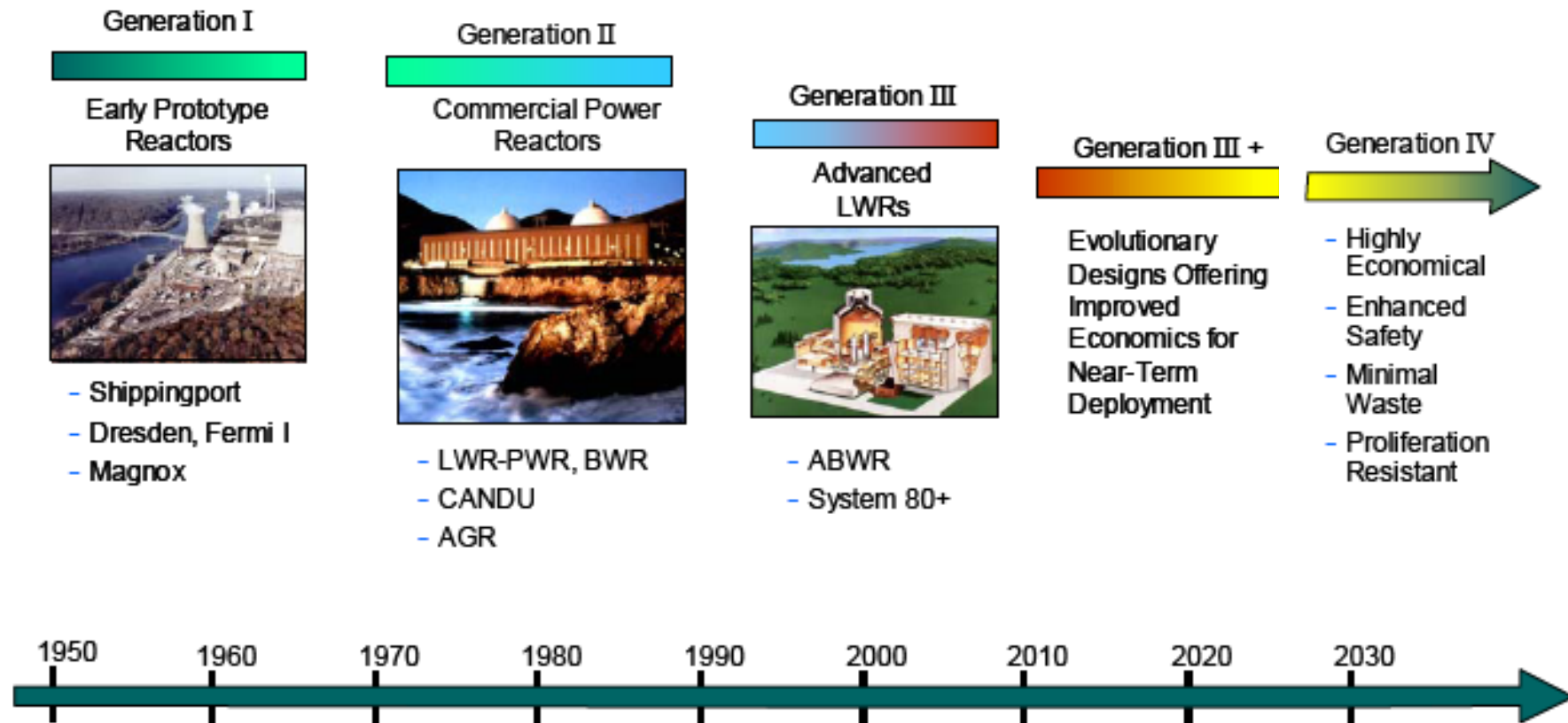
AnsaldoNucleare

Reattori Nucleari: presente e futuro

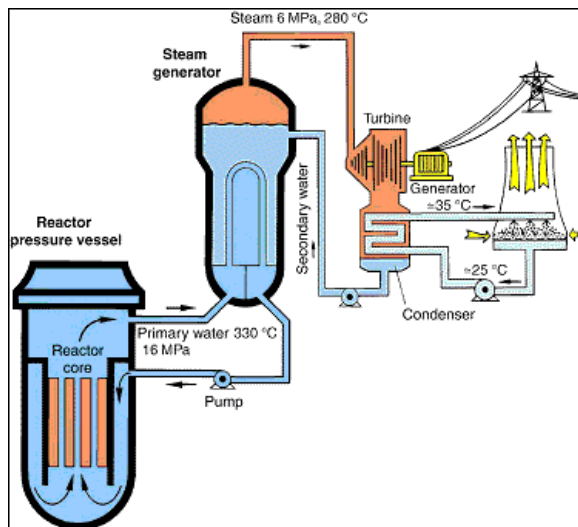
Alessandro.Alemberti@ann.ansaldo.it



Evoluzione dei reattori nucleari



Generazione II: i reattori attuali

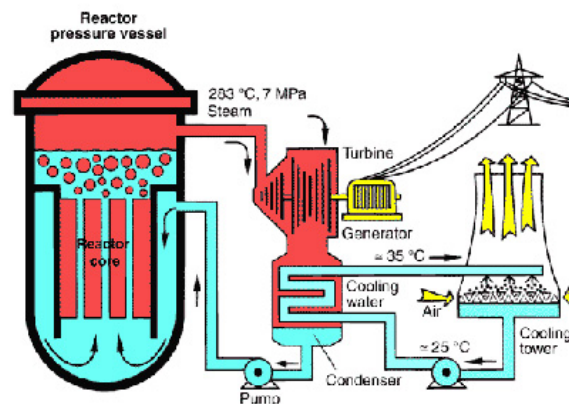


PWR (Reattore acqua pressurizzata)

- UO_2 arricchito
- Refrigerante/moderatore acqua
- Ciclo indiretto

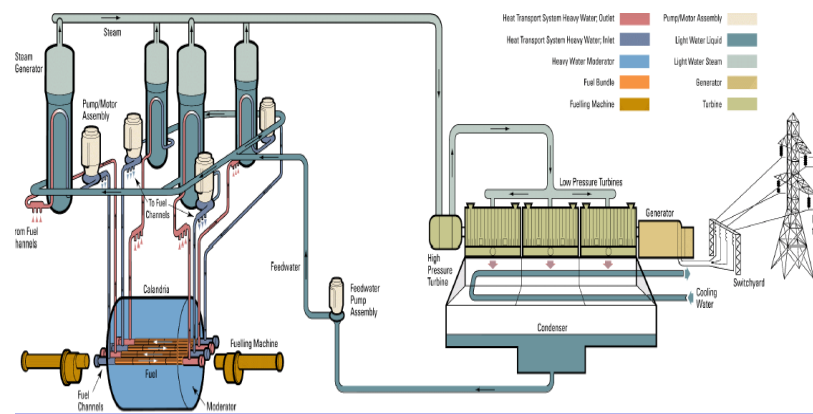
PHWR (Reattore acqua pesante pressurizzata)

- UO_2
- Refrigerante/moderatore acqua pesante
- Ciclo indiretto



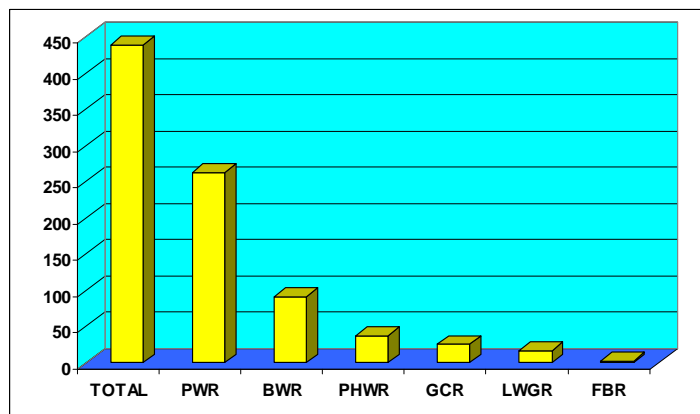
BWR (Reattore acqua bollente)

- UO_2 arricchito
- Refrigerante/moderatore acqua
- Ciclo diretto

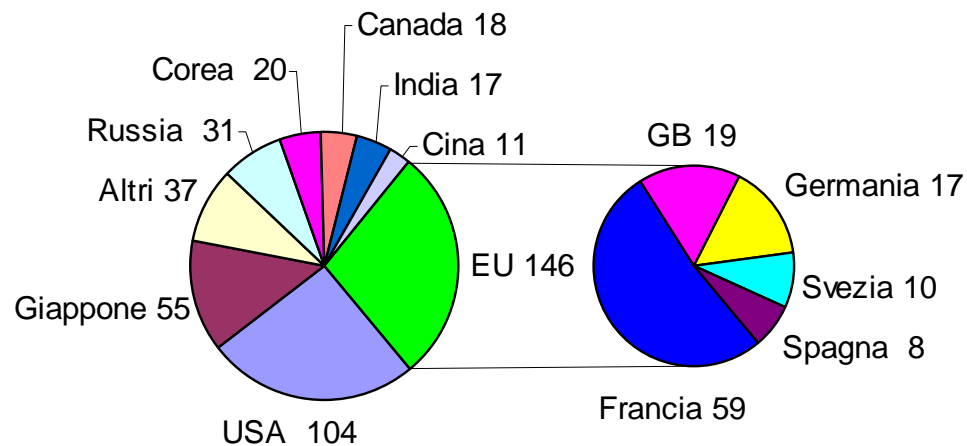


Generazione II: i reattori attuali

Reattori in operazione nel mondo

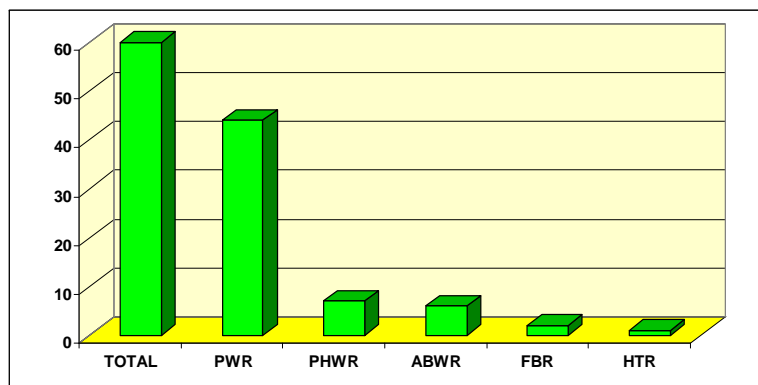


FILIERE

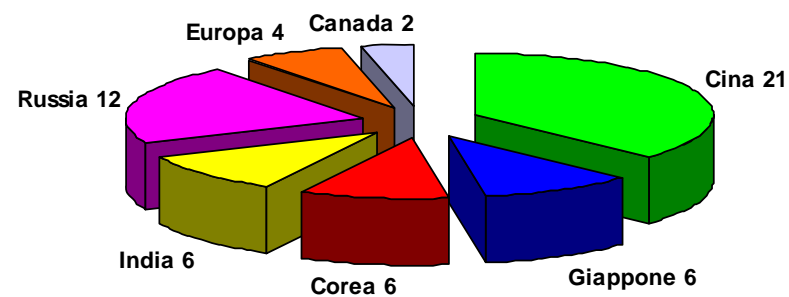


DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

Reattori in costruzione nel mondo



FILIERE



DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

Reattori industriali, disponibili nel breve termine

⇒ L'incidente di Chernobyl ha spinto a cercare un miglioramento nei livelli di sicurezza

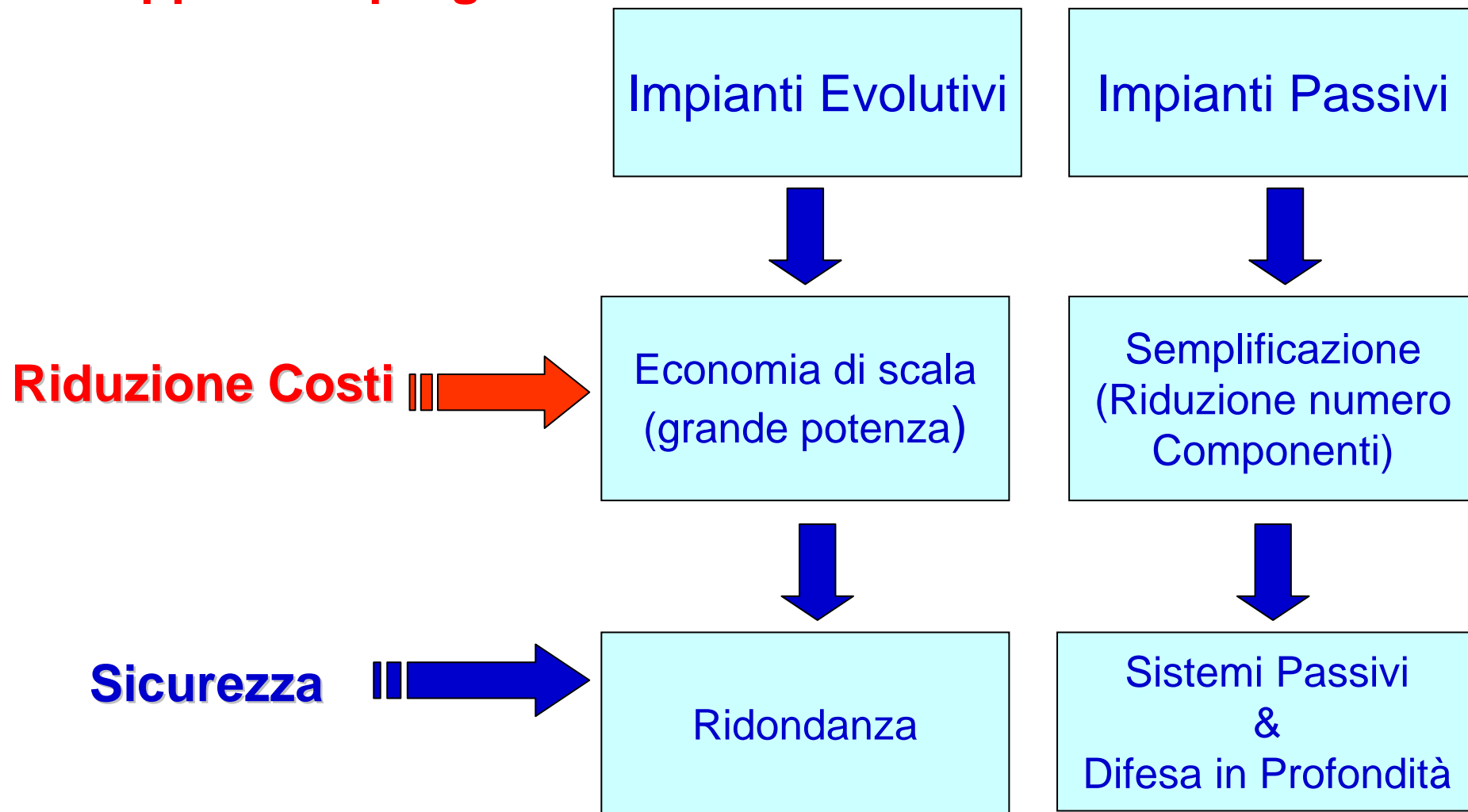
- problematiche legate all'errore umano
- caratteristiche intrinseche di sicurezza
- mitigazione delle conseguenze di un eventuale incidente severo

⇒ Pensati per rispondere alla domanda del mercato energetico

- Economicità nel costo di impianto
- Standardizzazione
- Riduzione nei tempi di realizzazione
- Utilizzo di tecnologie largamente provate

Generazione III/III+: i reattori avanzati

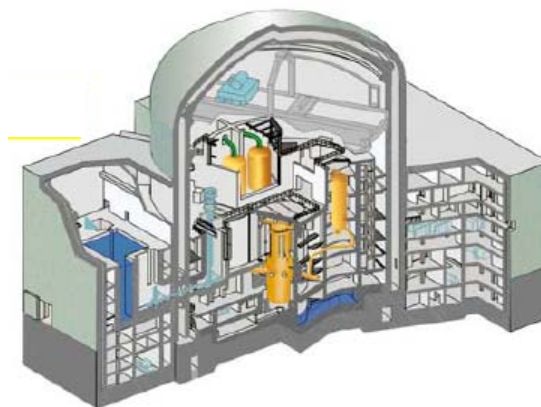
L' approccio progettuale



Generazione III/III+: l'offerta industriale



ABWR (Advanced Boiling Water Reactor)
GE-Hitachi (USA – Giappone)
1400 MWe
4 unità in operazione (Giappone)
3 unità in costruzione (Giappone e Taiwan)



EPR (European Pressurized Water Reactor)
AREVA (Francia – Germania)
1600 MWe
2 unità in costruzione (Finlandia e Francia)



AP1000 (Advanced Passive PWR)
Westinghouse (USA)
1117 MWe
4 unità in costruzione (Cina)

**Partecipazione italiana a
progettazione e costruzione**

Generazione III/III+: l'offerta industriale

- **ESBWR** (GE – Hitachi)
 - ✓ Economic and Simplified BWR
 - ✓ 1500 MWe
 - ✓ Certificazione negli USA prevista per il 2010-2011

- **APWR** (Mitsubishi)
 - ✓ Advanced PWR
 - ✓ 1500 MWe
 - ✓ 2 unità previste in Giappone
 - ✓ Certificazione negli USA prevista per il 2011

- **ACR1000** (AECL)
 - ✓ Advanced Candu Reactor
 - ✓ 1080 MWe
 - ✓ Iter certificazione quasi terminato in Canada

- **IRIS** (International Reactor Innovative & Secure)

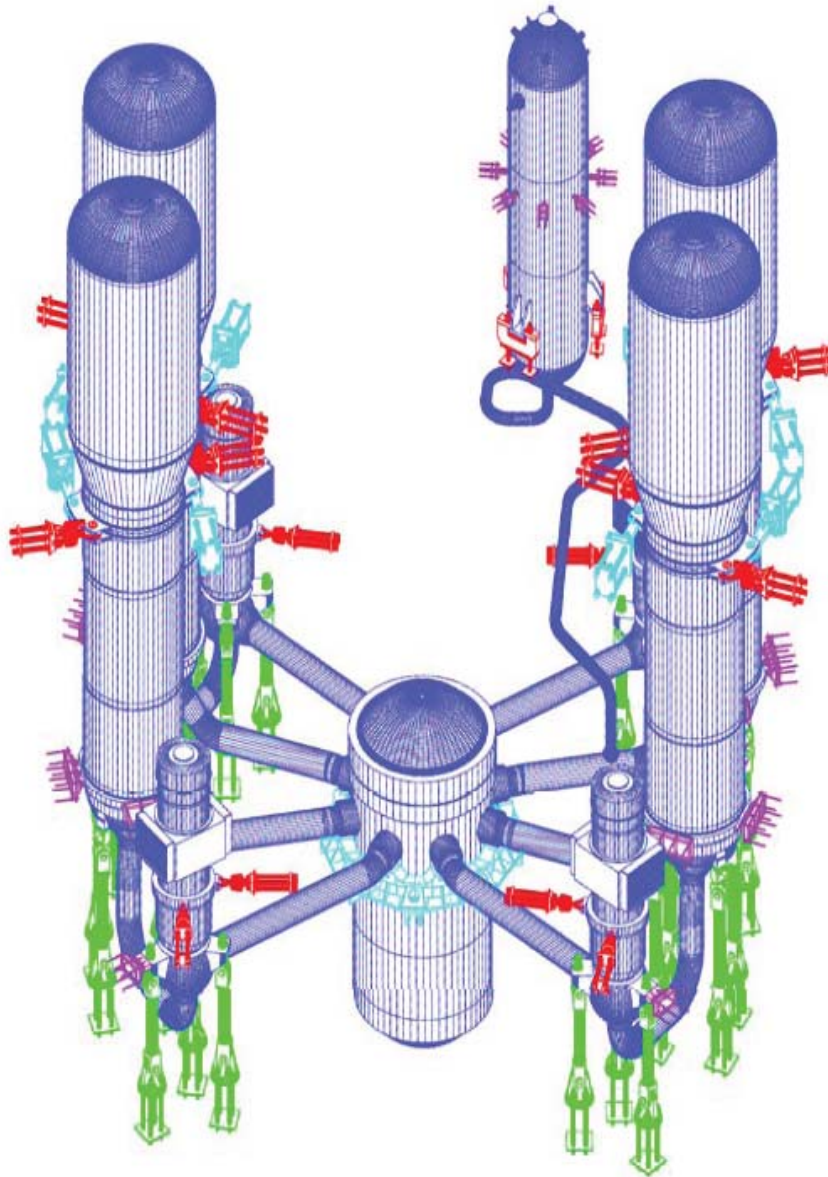
Un consorzio internazionale (con un'importante partecipazione Italiana) sta sviluppando un reattore integrato e modulare di 335 MWe. E' in fase di pre-licensing negli USA

Reattori GEN III di riferimento : EPR

- **Progetto evolutivo**, basato sulla tecnologia PWR esistente e l'esperienza operativa
- **Miglioramento economico**
 - Il costo di produzione diminuisce di circa il 10%
 - L'operazione e la manutenzione dell'impianto sono semplificate
 - Progettato per 60 anni di vita
- **Sicurezza**
 - Riduzione esposizione personale
 - Incremento ridondanza e separazione fisica dei sistemi di sicurezza
 - Riduzione core damage frequency (CDF)
 - Gestione incidenti severi ed eventi esterni



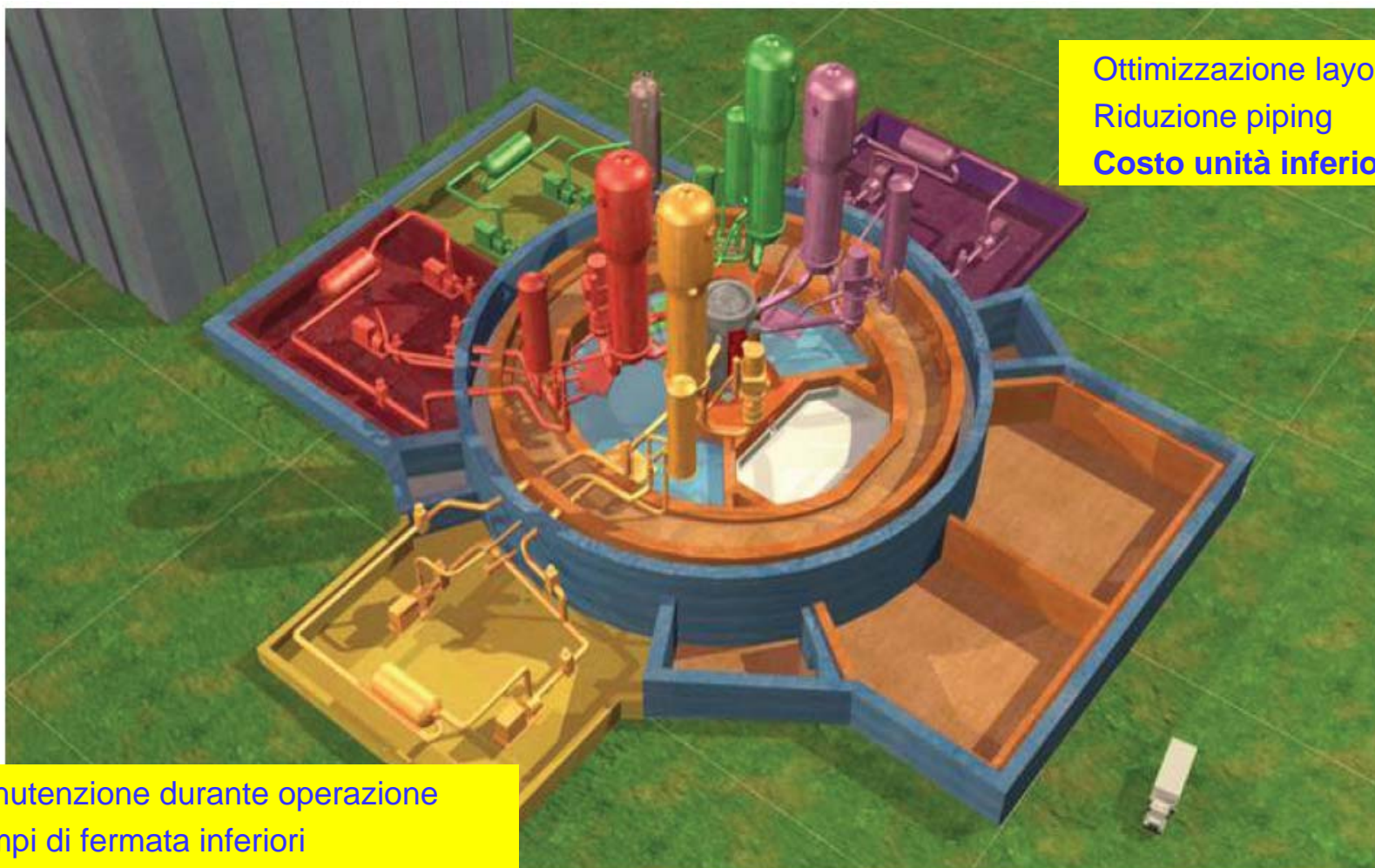
Reattori GEN III di riferimento : EPR



- PWR a 4 loop di tipo standard
- Aumentato il volume dei componenti in modo da incrementare il tempo a disposizione dell'operatore prima di un intervento

Reattori GEN III di riferimento : EPR

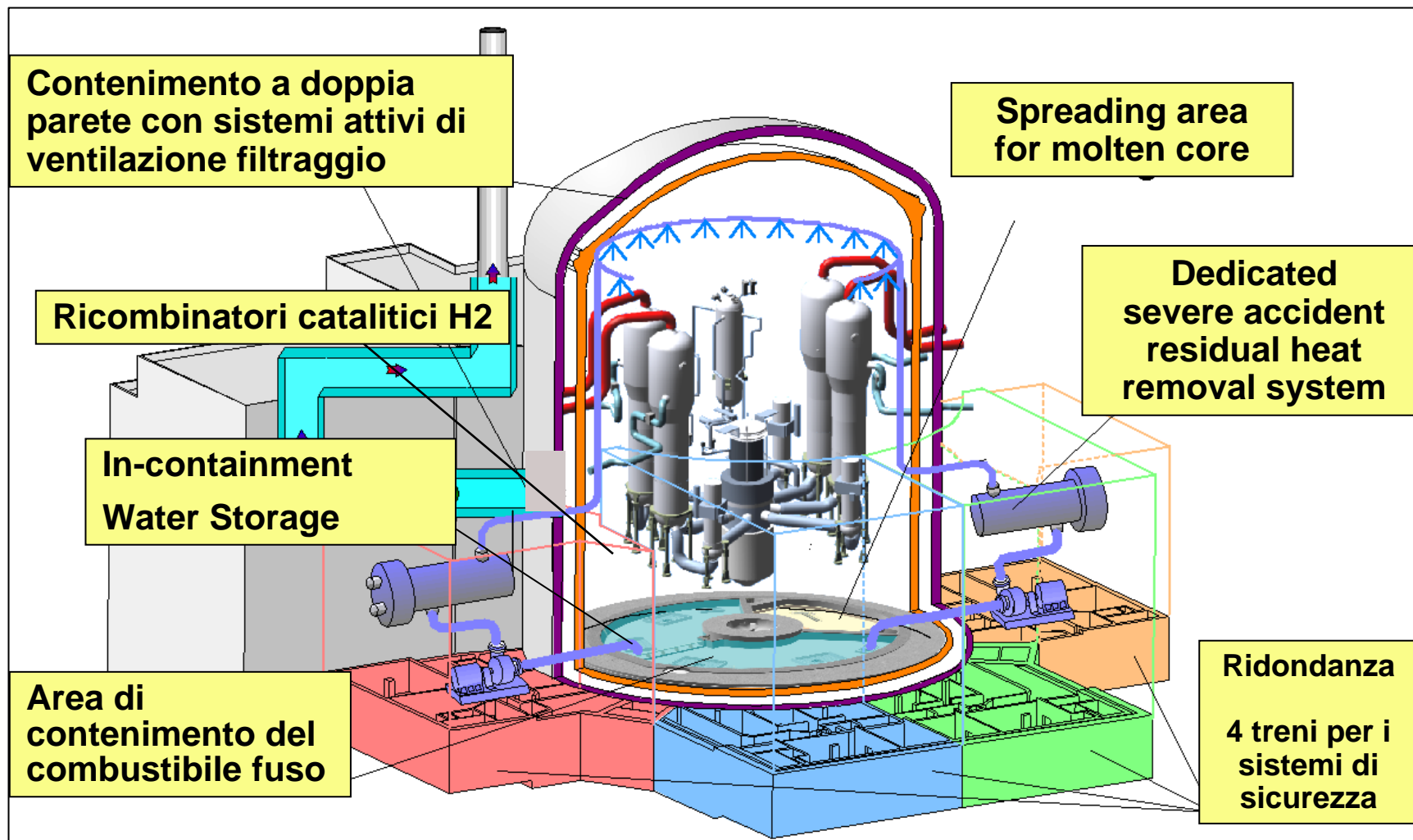
Previsti 4 treni di sistemi di sicurezza indipendenti e collocati in costruzioni separate (al di fuori del contenimento primario)



Ottimizzazione layout
Riduzione piping
Costo unità inferiore

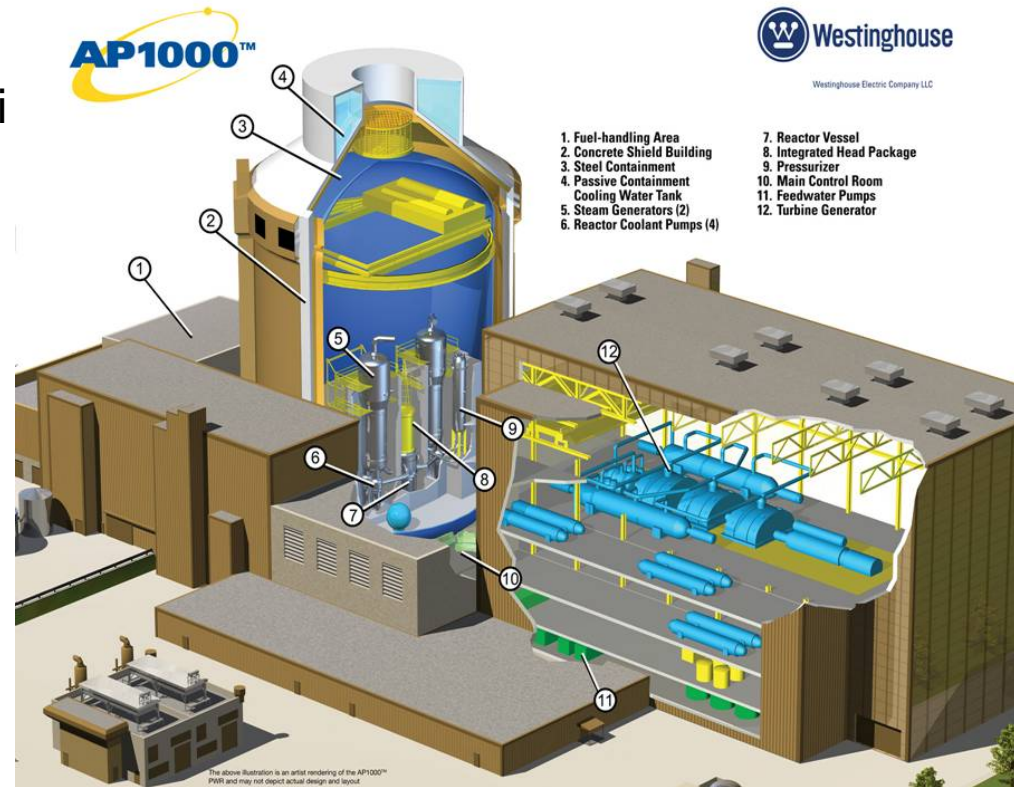
Manutenzione durante operazione
Tempi di fermata inferiori
Maggiore disponibilità dell'impianto

Reattori GEN III di riferimento : EPR

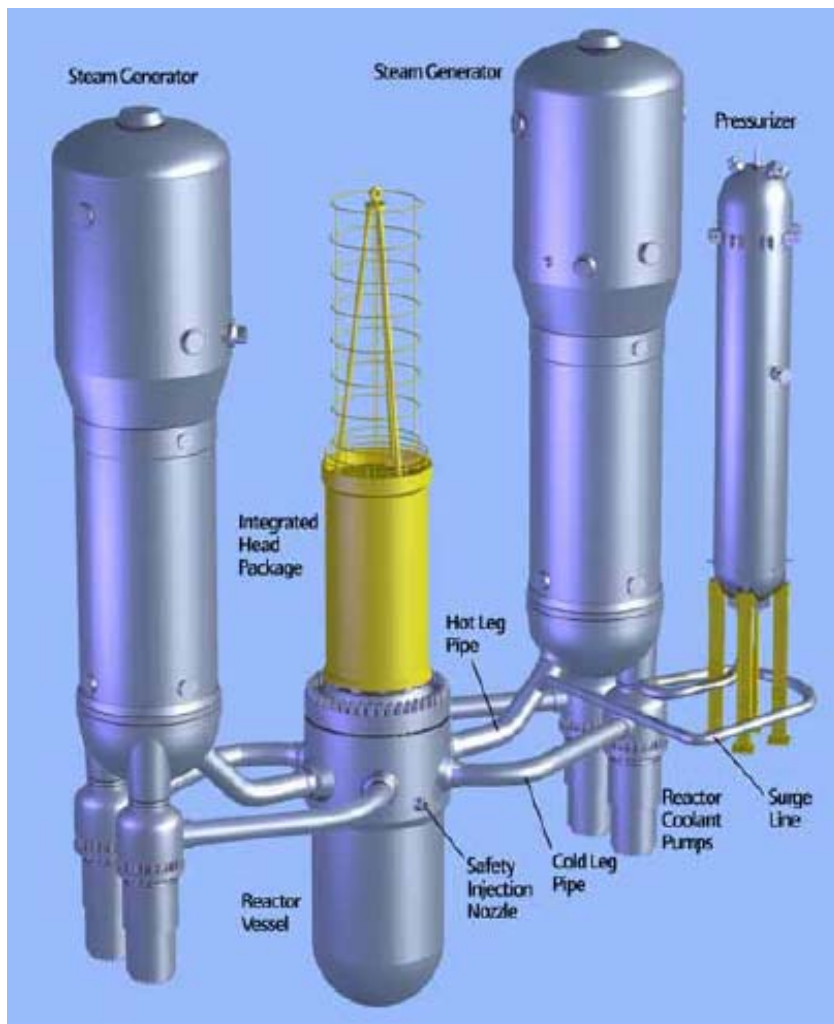


Reattori GEN III di riferimento : AP1000

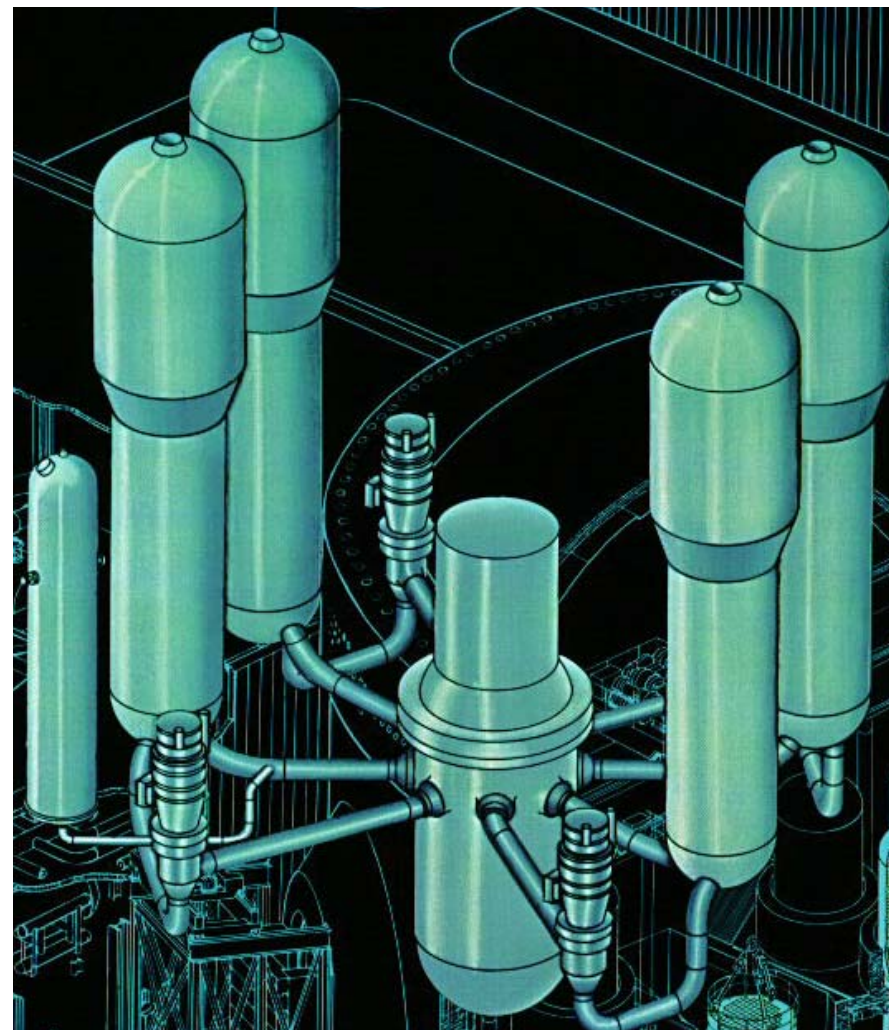
- ✓ Potenza 1117 MWe
- ✓ Sistemi di sicurezza passivi innovativi
- ✓ Semplificazione dell' impianto
- ✓ Costruzione di tipo modulare
- ✓ Progetto dei maggiori componenti basato su tecnologia "provata"
- ✓ E' l'unico reattore di Generazione III+ con Design Certification NRC
- ✓ E' iniziata la costruzione di 4 unità AP1000 in Cina
- ✓ La joint venture Ansaldo-Mangiarotti partecipa alla costruzione (contenimento metallico, PRHR)



Reattori GEN III di riferimento : AP1000

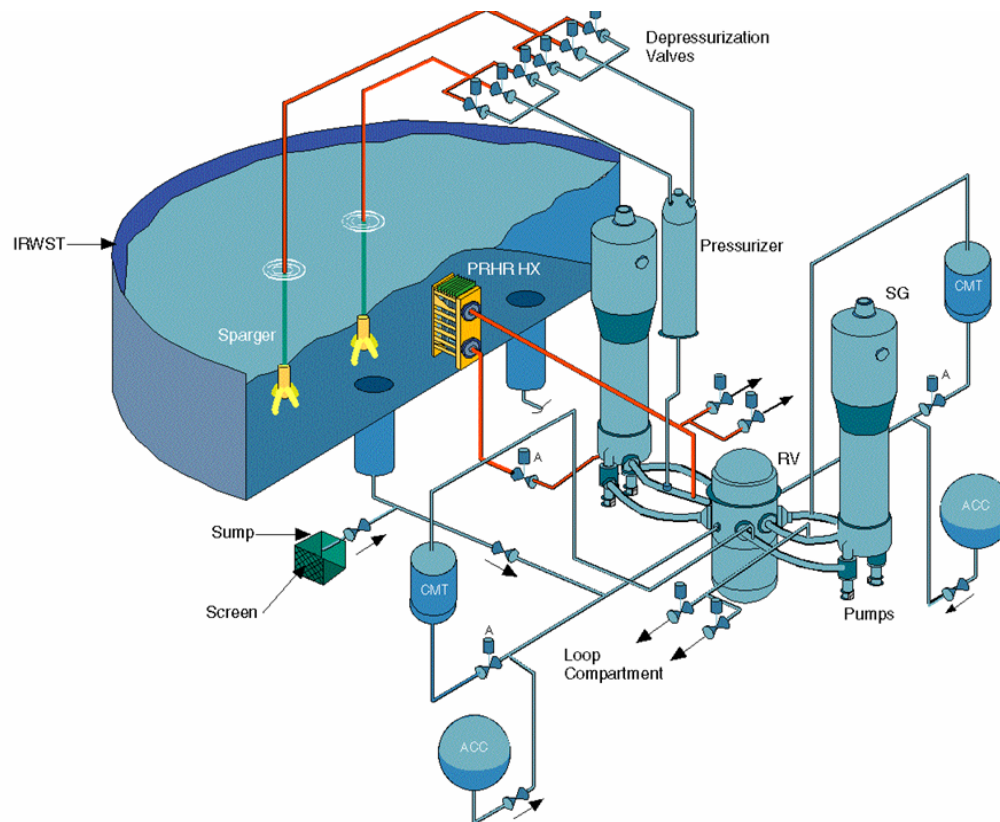


AP1000



PWR attivo

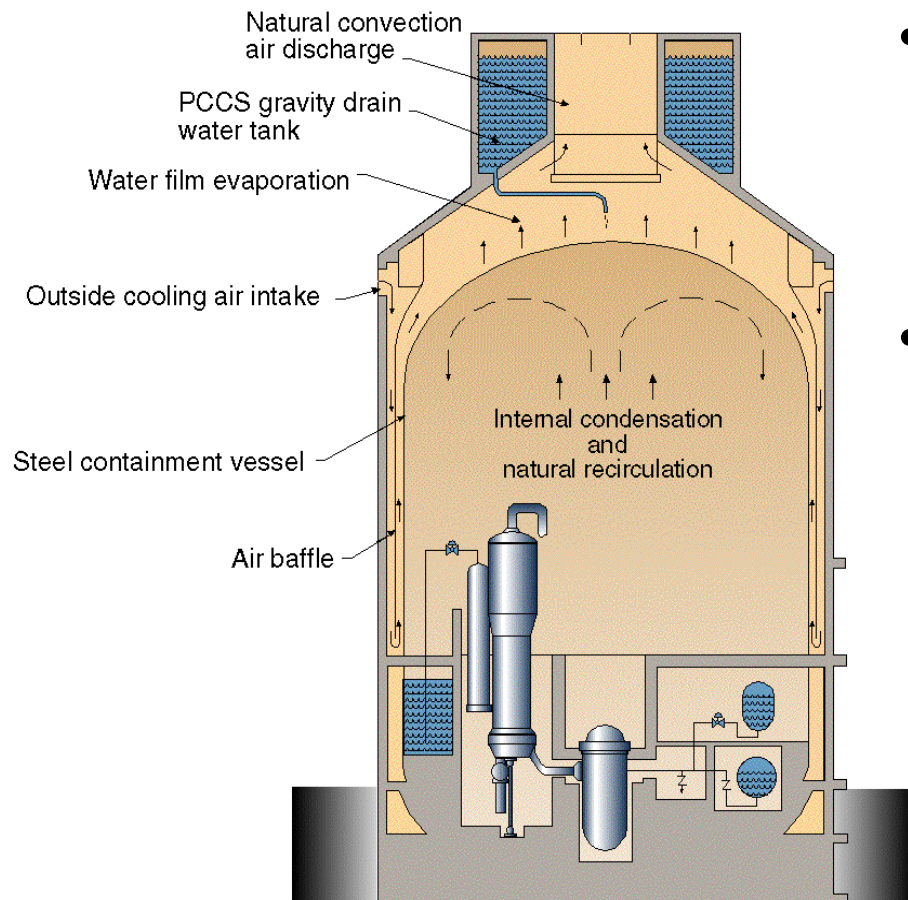
Passive Core Cooling System



- **Funzioni di sicurezza assicurate da fenomeni naturali**
 - Gravità
 - Scambio di calore per conduzione e convezione
 - Evaporazione

- **I sistemi di sicurezza non si basano su componenti attivi → eliminazione di**
 - Diesels di emergenza
 - Pompe di emergenza
 - Sistemi di supporto ai sistemi di sicurezza

Passive Containment Cooling



- l'evaporazione dell'acqua assicura per 72 ore la rimozione del calore dal contenimento
- Anche senza acqua la convezione naturale dell'aria assicura per 24 ore l'integrità del contenimento

Reattori GEN III di riferimento : AP1000

Mitigazione Incidenti Catastrofici

- AP1000 è progettato per contenere il nocciolo fuso all'interno del vessel, evitando che il materiale fuso venga disperso all'interno del contenimento

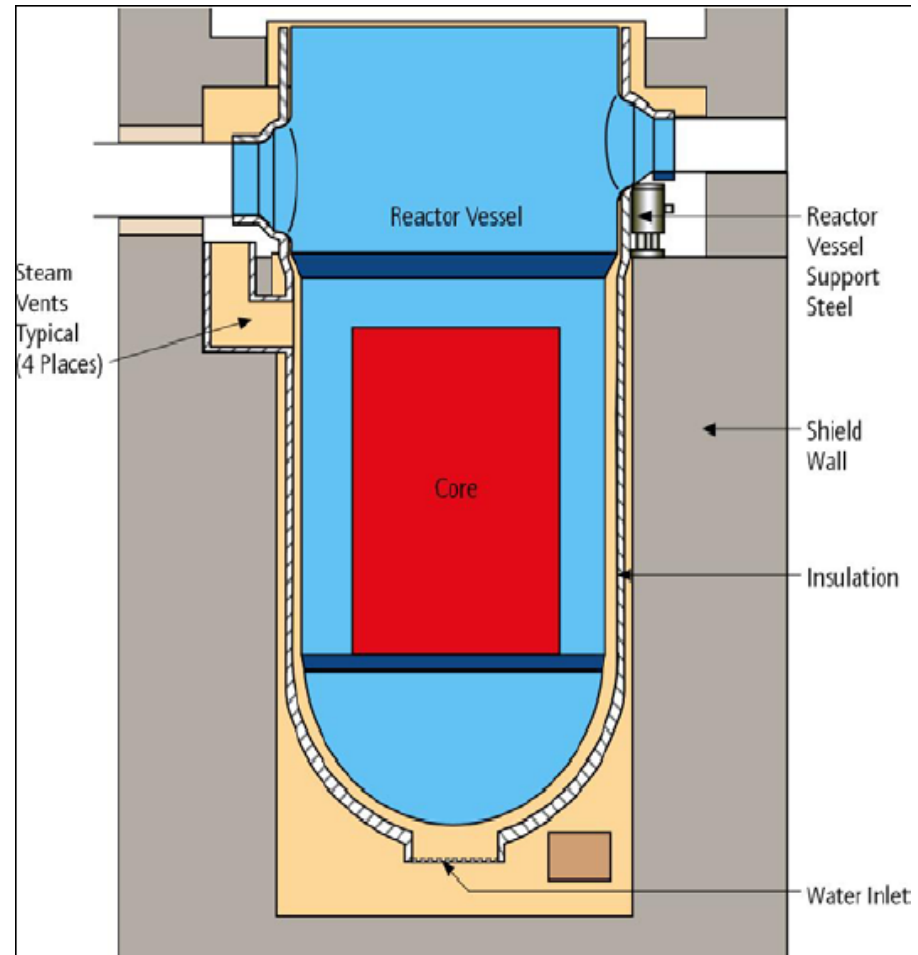
- Probabilità di danneggiamento del nocciolo per anno reattore

US NRC requirement **1×10^{-4}**

Current plants **5×10^{-5}**

Utility requirement **1×10^{-5}**

AP1000 **5×10^{-7}**



Nuovi impianti negli Stati Uniti

Design	COL's	Units
AP1000	7	14
ESBWR	5	6
EPR	6	7
ABWR	1	2
APWR	1	2
Unspecified	2	2

Total of 22 COL's for 33 new units +
about 50 Life extensions approved
18 under review
22 expected in the near future
COL – Construction and Operating License

Generazione IV: i reattori del futuro

- La domanda di energia nucleare è in significativo aumento
- Per un nucleare “sostenibile”, i nuovi requisiti devono tenere conto, oltre a sicurezza ed economia, anche di:
 - ✓ Minimizzazione dei rifiuti
 - ✓ Conservazione delle risorse
 - ✓ Non proliferazione
- Un ciclo del combustibile chiuso (riprocessamento e riciclaggio) permette :
 - ✓ Uso più efficace del combustibile
 - ✓ Riduzione significativa dello spazio di stoccaggio rifiuti
 - ✓ Riduzione rischio di proliferazione (riduzione stoccaggio plutonio)
- Lo sviluppo di nuovi sistemi richiede tempo e la loro introduzione su scala industriale è prevedibile non prima del 2030

Generazione IV: i reattori del futuro

Nel 2000 è stato costituito il Generation IV International Forum (GIF)

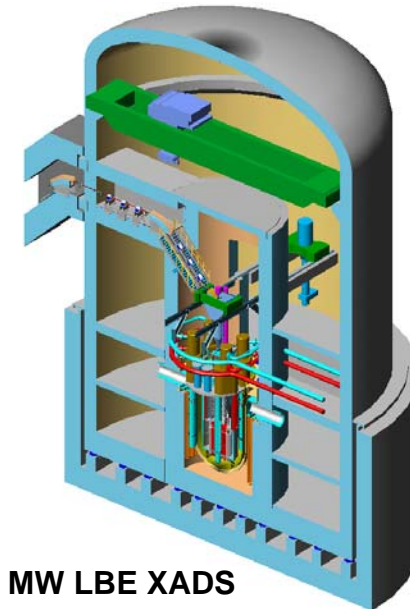
➤ **Definiti obiettivi dei reattori di prossima generazione**

- ✓ **Sostenibilità:** soddisfare requisiti ambientali, efficace sfruttamento del combustibile, minimizzare rifiuti e ridurre tempi per rifiuti a lunga vita
- ✓ **Economia:** costi e life-cycle e rischi finanziari competitivi con altre fonti energetiche
- ✓ **Sicurezza e affidabilità:** eccellere in sicurezza e affidabilità, bassissima probabilità di danneggiamento combustibile, eliminare necessità piani di evacuazione
- ✓ **Resistenza alla proliferazione e protezione :** scarsa attrattività per diversione di materiale strategico, elevata protezione da attacchi terroristici

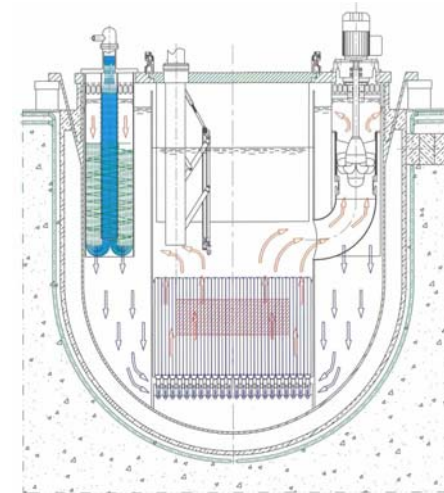
➤ **Selezionati sei concetti: SFR, LFR, MSR, SCR, VHTR,GFR**

Le attività in Italia

- Le attività del “Sistema Italia” si sono sviluppate a partire dal 1996 sulla base di un primo progetto finanziato dal MURST per lo sviluppo di un ADS raffreddato a piombo-bismuto (trasmutatore subcritico alimentato da fascio di protoni)
- Tale progetto ha permesso all’Italia di assumere un ruolo di assoluto rilievo in Europa che ha portato alla proposta di sviluppo di un reattore critico raffreddato a piombo.
- Ansaldo Nucleare dal 2006 è coordinatore del progetto **ELSY** (European Lead System). I partners:
 - **INDUSTRY:** Ansaldo Nucleare, Del Fungo Giera Energia, Empresarios Agrupados
 - **UTILITIES:** EdF
 - **RESEARCH:** CESI-R, CNRS, ENEA, FZK, INR, NRG, UJV-REZ, PSI, SCK•CEN, JRC/IE-Petten
 - **UNIVERSITIES:** AGH, CIRTEN, KTH



80 MW LBE XADS



ELSY

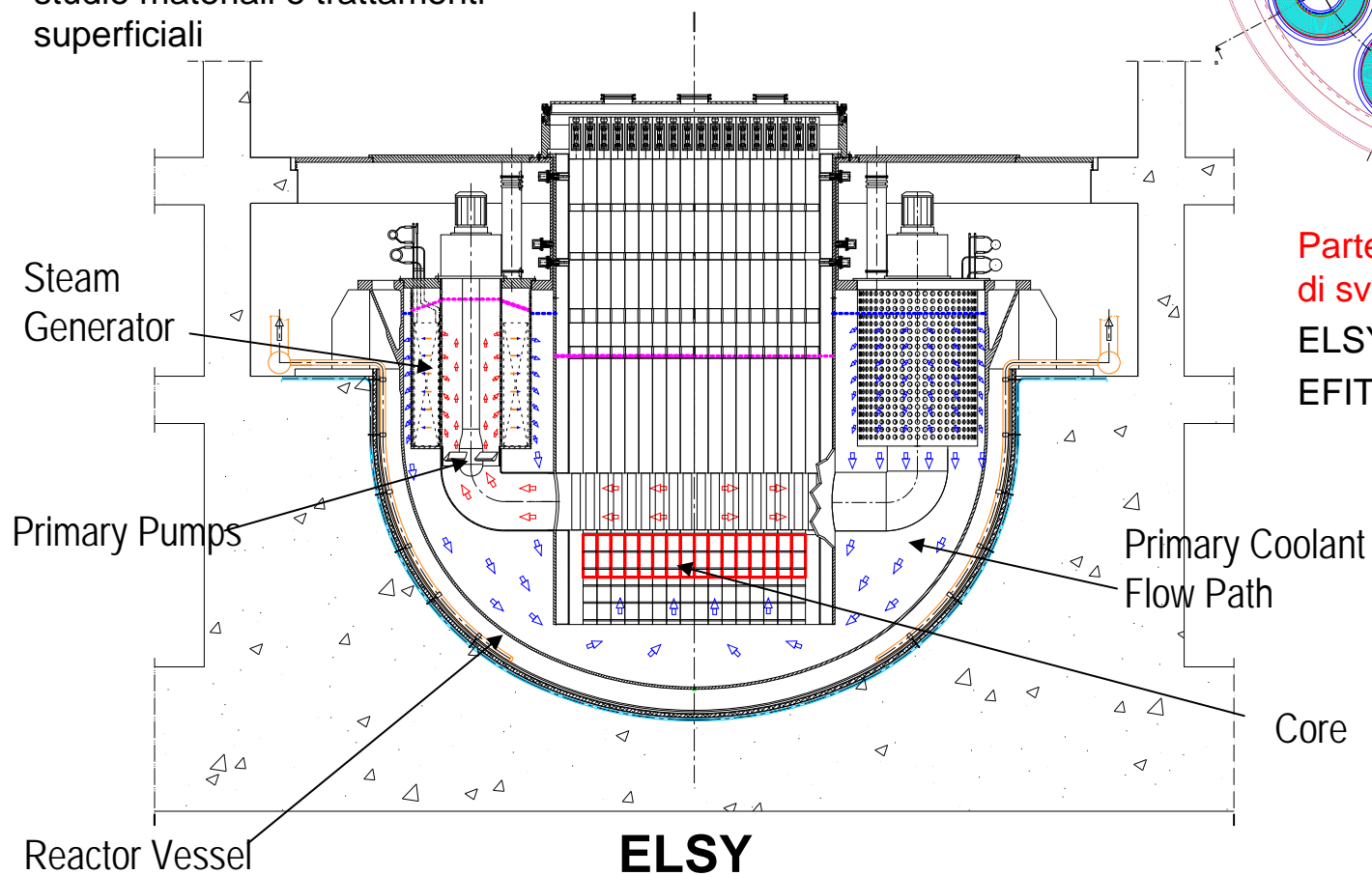
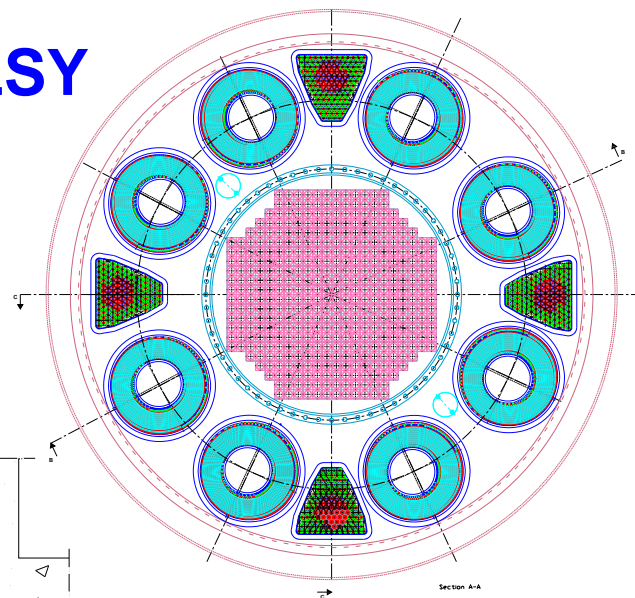
i reattori del futuro: ELSY

Refrigerato a piombo:

Buone caratteristiche neutroniche
Non interagisce con aria e acqua
Problemi di corrosione → allo studio materiali e trattamenti superficiali

Reattore veloce:

Efficace uso Uranio
Bruciamento attinidi minori

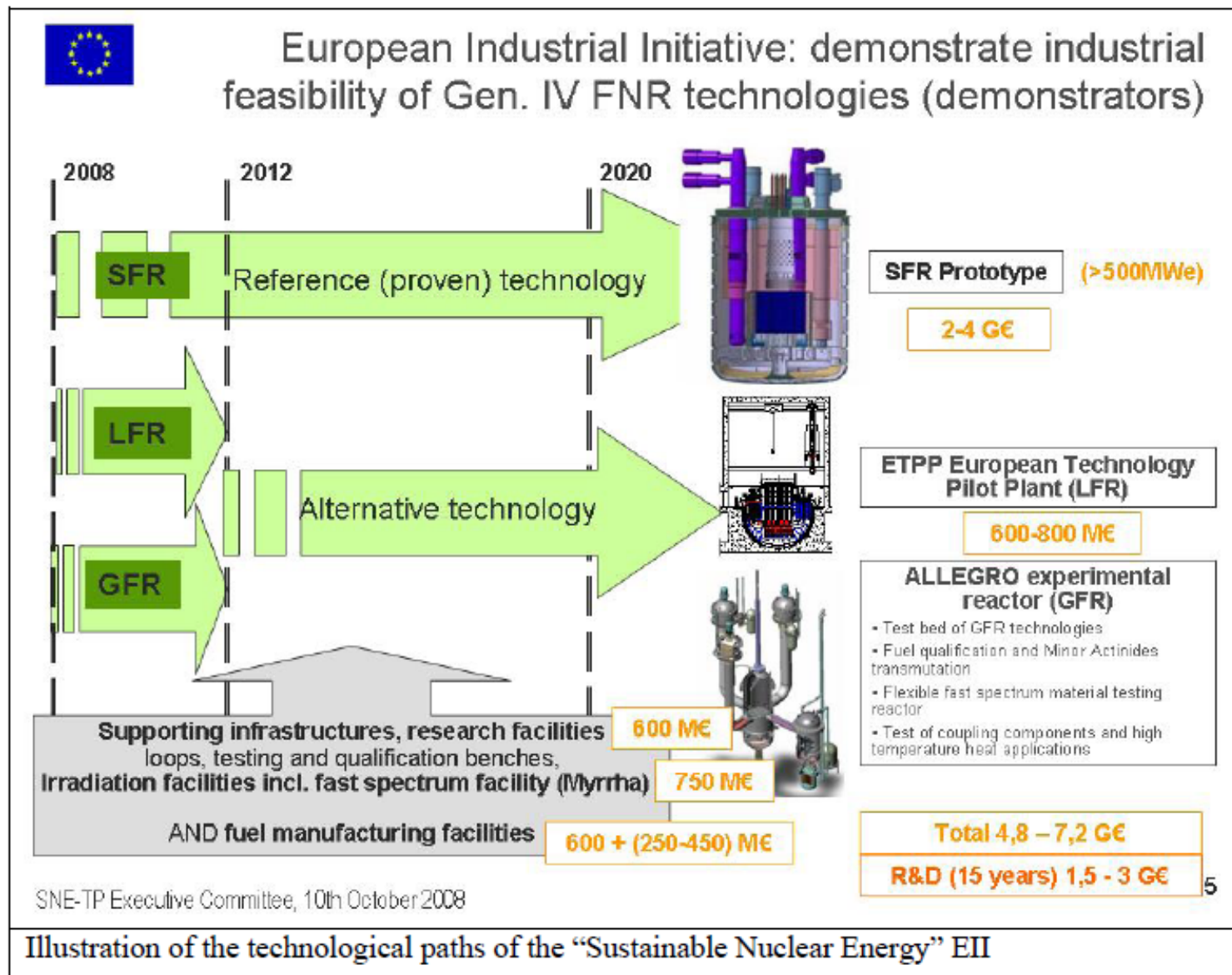


Partecipazione Italiana ai progetti di sviluppo dei reattori a piombo:

ELSY

EFIT (trasmutatore sottocritico)

Sviluppi Gen IV Comunità Europea



Advanced nuclear systems for increased sustainability
FP7-Fission 2009 2.2.1 calls for a:

Conceptual Design for Lead Cooled Fast Reactor Systems

LEADER

(Lead-cooled European Advanced Demonstration Reactor)

- 18 European Organization are preparing a proposal to answer to the EC call
- ANSALDO NUCLEARE is the Project Coordinator
- 3 year Project (2010-2013)

CONCLUSIONI

- Dopo un lungo periodo di stagnazione, ci sono chiari segnali di una nuova, significativa ripresa del nucleare nel mondo
- L'industria nucleare ha sviluppato negli ultimi anni progetti di reattori avanzati caratterizzati da una maggiore sicurezza, semplificazione, disponibilità, economicamente più competitivi
- Alcuni nuovi reattori (AP1000, EPR) sono in fase di costruzione e disponibili sul mercato
- I reattori del futuro dovranno rispondere ai nuovi obiettivi di sviluppo durevole e di minimizzazione dei rifiuti. I reattori innovativi necessitano ancora di intense attività di ricerca e sperimentazione e di prototipi dimostrativi e saranno quindi industrialmente disponibili solo dopo il 2030
- L'industria e la ricerca italiana hanno partecipato in questi anni alle attività di progettazione e sviluppo dei nuovi reattori mantenendo le competenze tecnologiche ed assunto una posizione di leadership a livello Europeo.



AP 1000 – Cina

latest headlines.

Recession could be longest in 70 years

The U.S. jobless rate climbed in March to the highest level since 1983 and manufacturing shrank, putting the recession on the brink of becoming the longest in seven decades, economists said before reports this week. Unemployment jumped to 8.5% from 8.1% in February, according to the median estimate of analysts surveyed by Bloomberg News before the Labor Department's report on Friday. The figures may also show payrolls fell by 660,000 workers, bringing total job losses since the contraction began to 5 million. Factories are projected to keep cutting staff and output to reduce inventories that piled up after sales sank in the U.S. and abroad. The deteriorating outlook means President Obama's plan to save or create 3.5 million jobs by boosting government spending and cutting taxes will still leave the country shy of pre-recession employment levels.

Jury selection for Brooke Astor's son set

The son of the late Brooke Astor and a once-suspended lawyer he hired will go on trial on charges he robbed the \$198 million estate of the beloved socialite and philanthropist. After more than a year of delays, jury selection begins today in Manhattan's state Supreme Court for the trial of Anthony Marshall and his attorney, Francis Morrissey. Selection is expected to take two weeks; the trial might last two months and involve some 60 witnesses. Possible witnesses include Annette de la Renta, wife of fashion designer Oscar de la Renta and Astor's court-appointed personal guardian; former secretary of State Henry Kissinger; and banker David Rockefeller. Many of Astor's household staff are expected to testify for the prosecution.

Gold may rebound this week

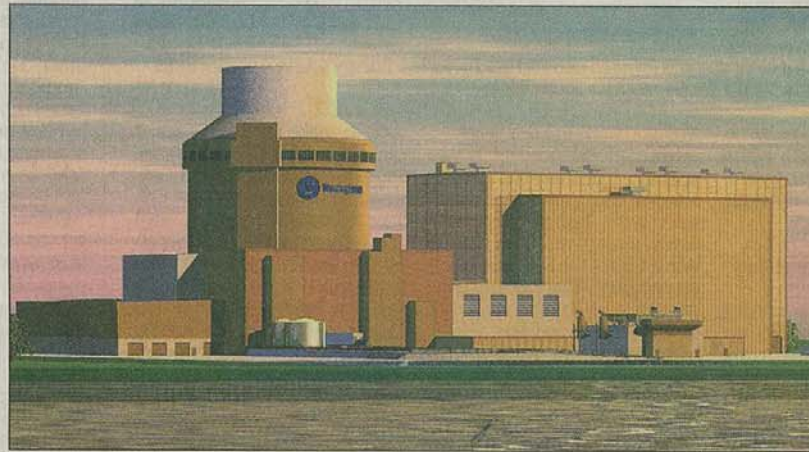
Gold may rebound this week as currencies weaken following interest rate cuts by central banks, boosting the appeal of the metal as an alternative asset. Twelve of 22 traders, investors and analysts surveyed from London to Chicago last week advised buying gold, which fell 3.2% last week to \$925.30 an ounce in New York. Six said to sell, and four were neutral. Gold's decline last week surprised most traders surveyed March 19 and March 20. The survey has forecast prices accurately in 151 of 255 weeks, 59% of the time.

Hyundai rising amid crisis

they should, too. "I wouldn't take this as a signal stocks are expensive, because they are not," says

money is causing companies to hoard record amounts of cash as they slash jobs and cut divi-

ners. "Companies don't want to leave themselves cash poor," she says.



Proposed nuclear power plants

Seventeen companies are seeking federal licenses to build 26 nuclear reactors in the USA, the first applications since the 1979 Three Mile Island accident. In 2007, 19% of the nation's electricity was generated by nuclear reactors. 2007 percentages by state:



Sources: U.S. Dept. of Energy, Nuclear Regulatory Commission

By Robert W. Ahrens, USA TODAY

Cover story

Nuclear inches back into energy spotlight

Utilities revive reactor plans

By Paul Davidson
USA TODAY

The nation's nuclear power industry — stuck in a decades-long deep freeze — is thawing.

Utilities are poised to build a new generation of nuclear plants 30 years after the Three Mile Island accident, whose anniversary was Saturday, halted new reactor applications. The momentum is being driven by growing public acceptance of relatively clean nuclear energy to combat global warming.

Several companies have taken significant steps that will likely lead to completion of four reactors by 2015 to 2018 and up to eight by 2020. All would be built next to existing nuclear plants.

Southern Co. says it will begin digging an 86-foot-deep crater this June in Vogtle, Ga., to make way for two reactors after recently winning state approval, though it won't pour concrete until it gets a federal license, likely in 2011. At least five power companies have signed contracts with equipment vendors. And Florida and South Carolina residents this year began paying new utility fees to finance planned reactors.

Please see COVER STORY next page ▶