

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

***Relazione per la prova finale  
«Turbine a vapore negli impianti  
nucleari ad acqua leggera»***

Tutor universitario:

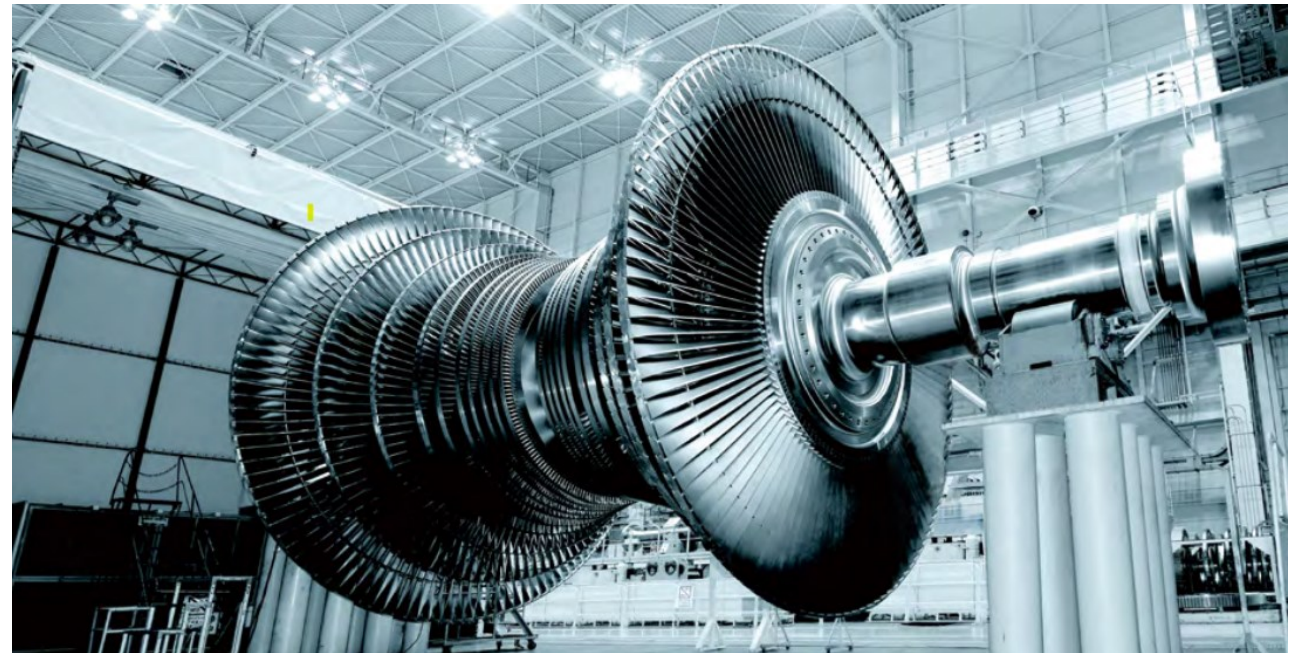
Prof. Anna Stoppato

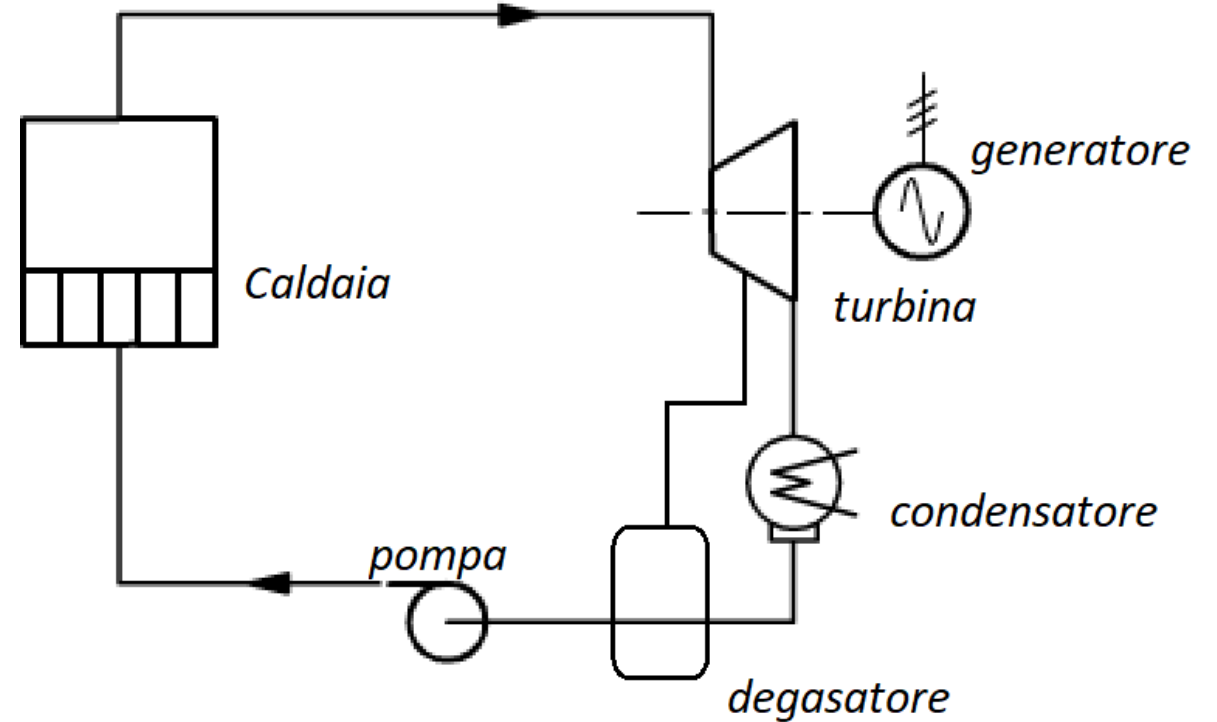
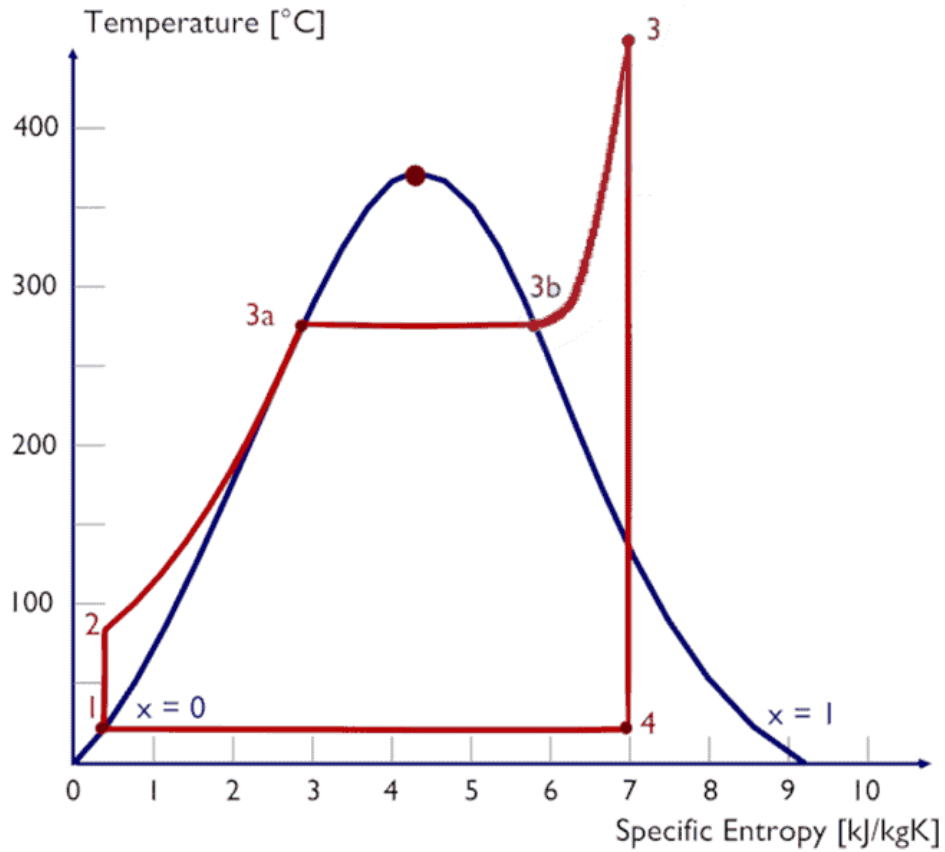
Padova, 15/07/2022

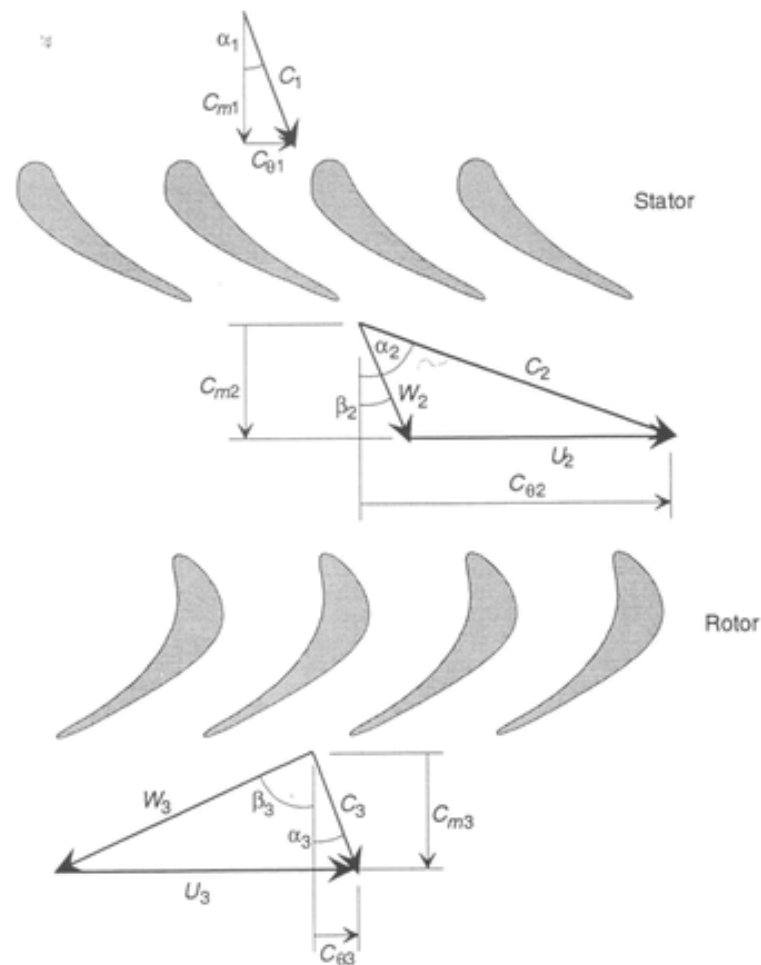
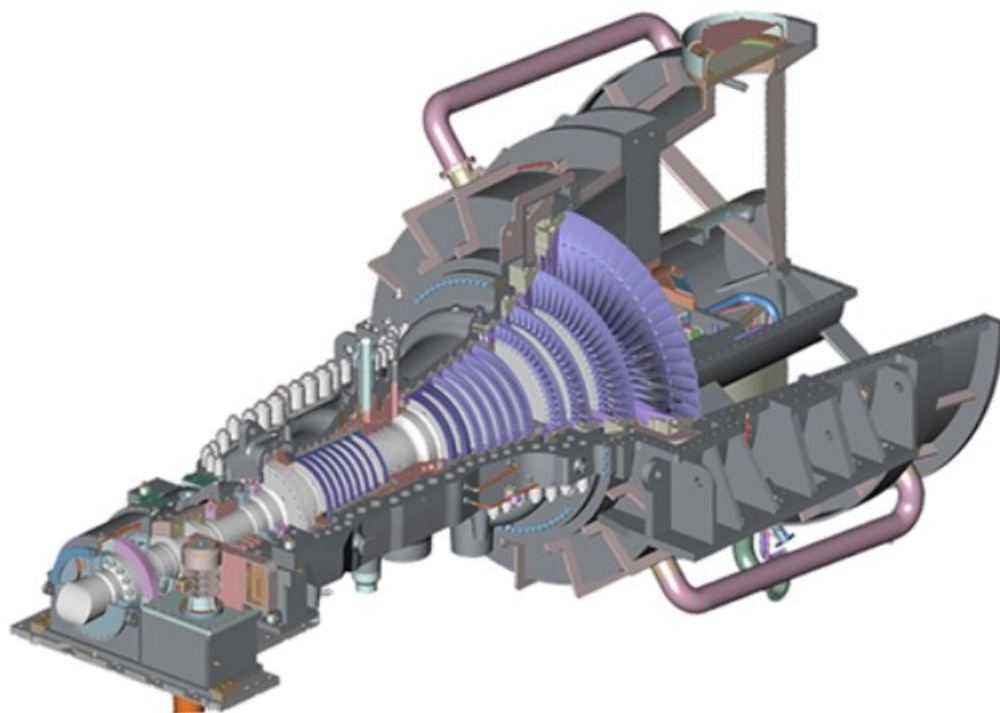
Laureando: *Vincenzo Maiorana*



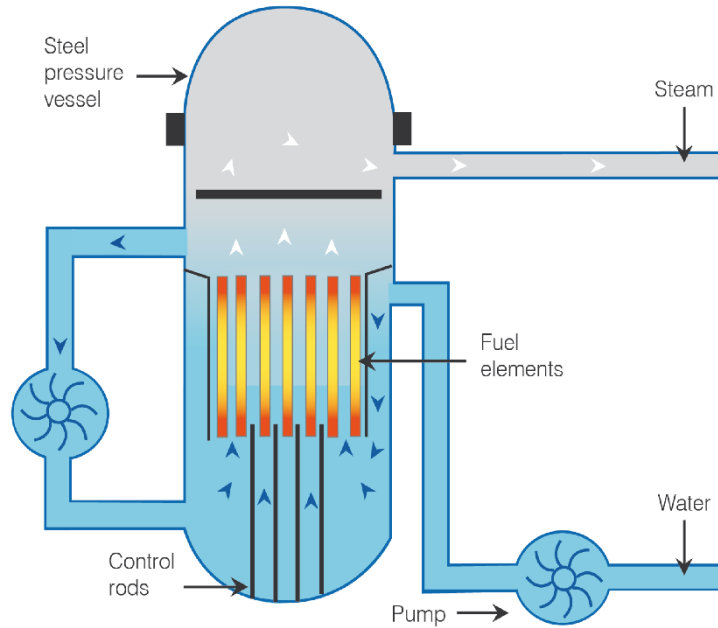
- Comprendere i principi di funzionamento di un impianto a vapore e delle turbine a vapore
- Conoscere la fisica di base e le tecniche costruttive di un reattore nucleare
- Sapere come viene influenzata la progettazione della turbina in base alle condizioni di generazione del vapore e i principi di sicurezza



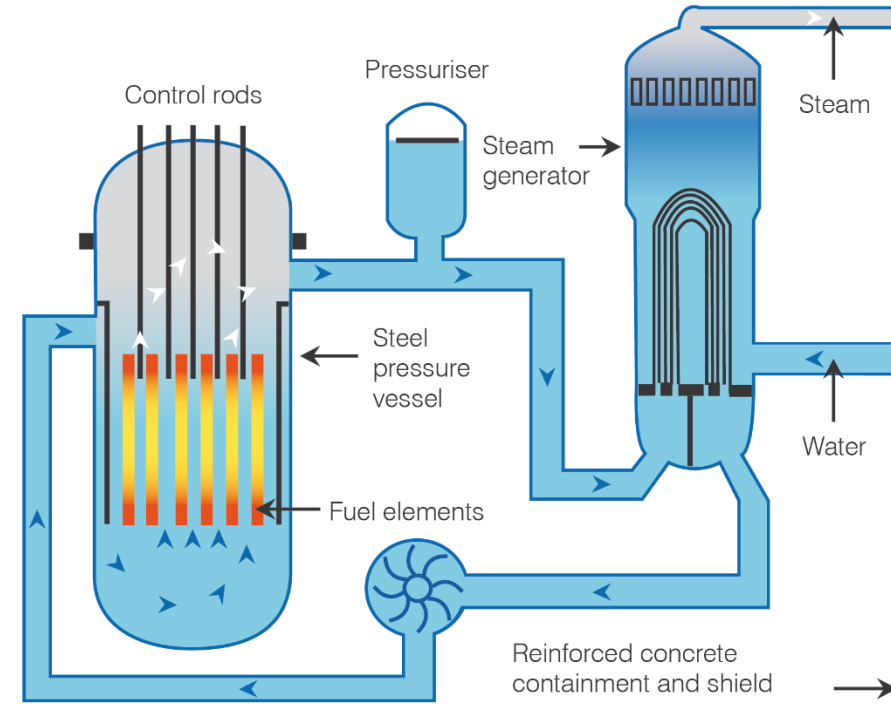




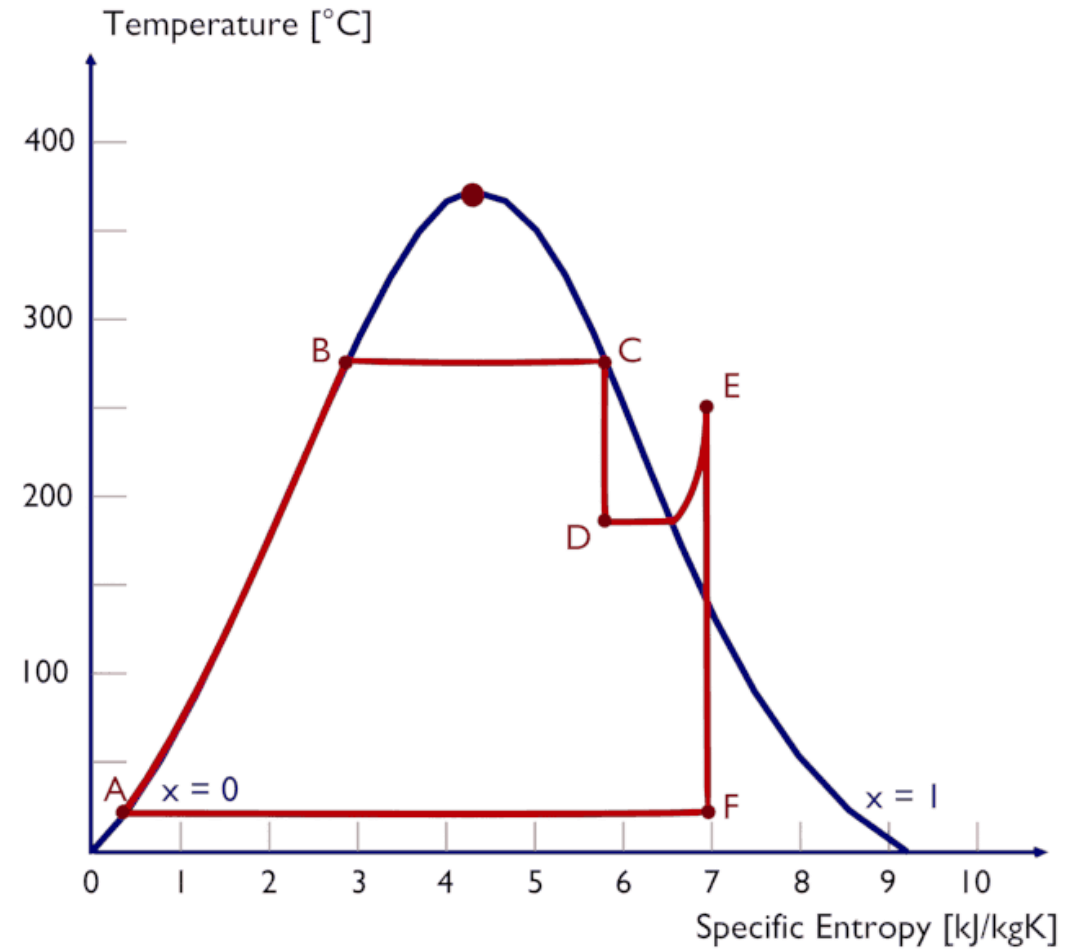
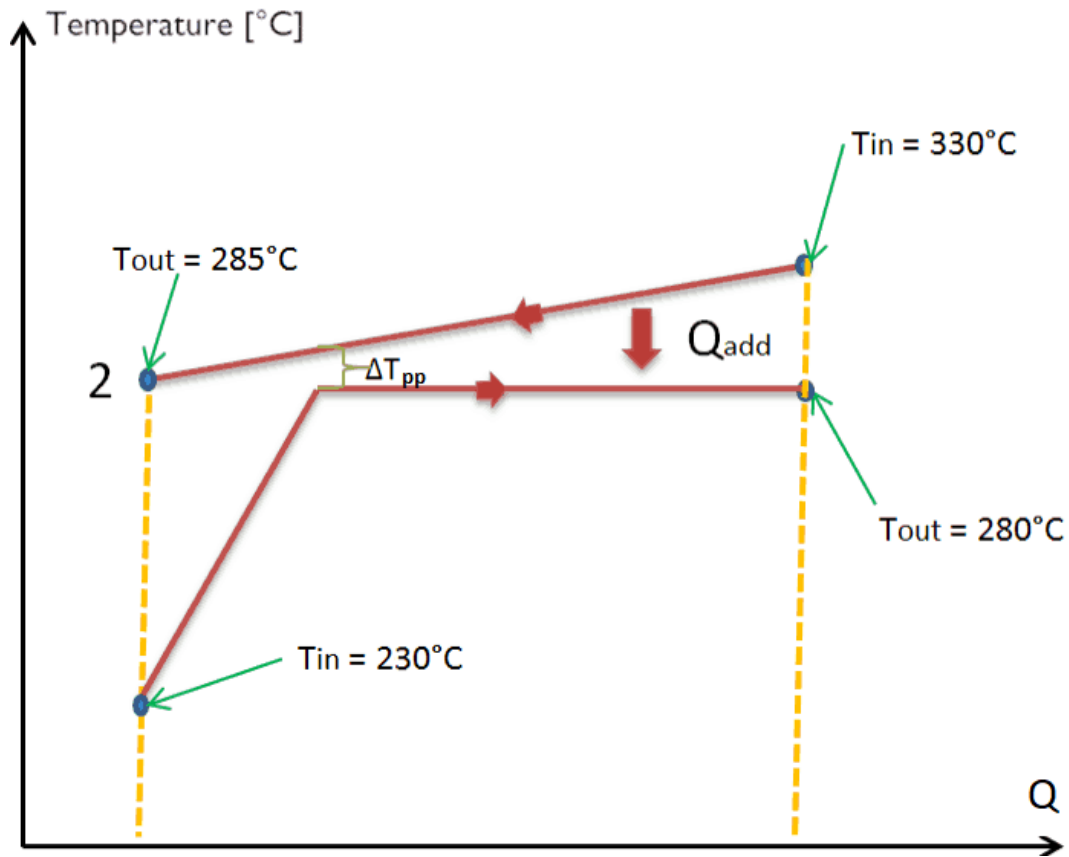
## REATTORI AD ACQUA LEGGERA



Reattore ad acqua bollente (BWR)



Reattore ad acqua pressurizzata (PWR)



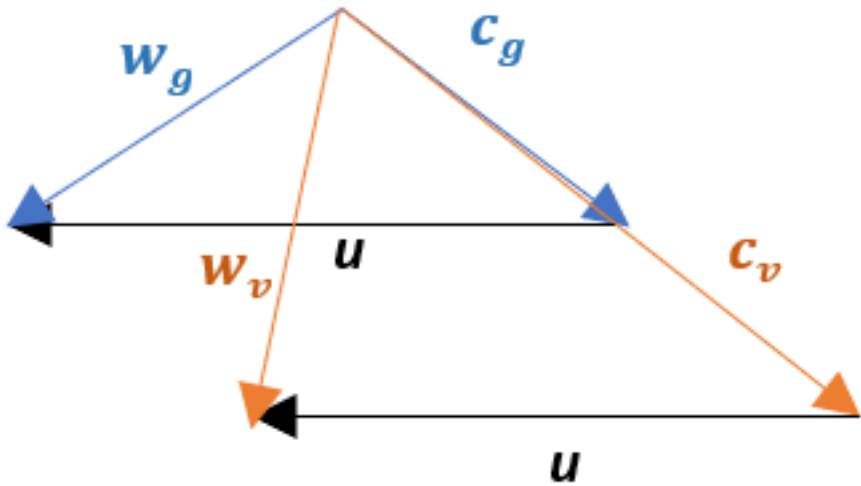
$$\dot{V} \propto \frac{1}{n^2}$$

- $\dot{V}$  è la portata di vapore allo scarico
- $n$  sono il numero di giri al minuto a cui ruota la turbina

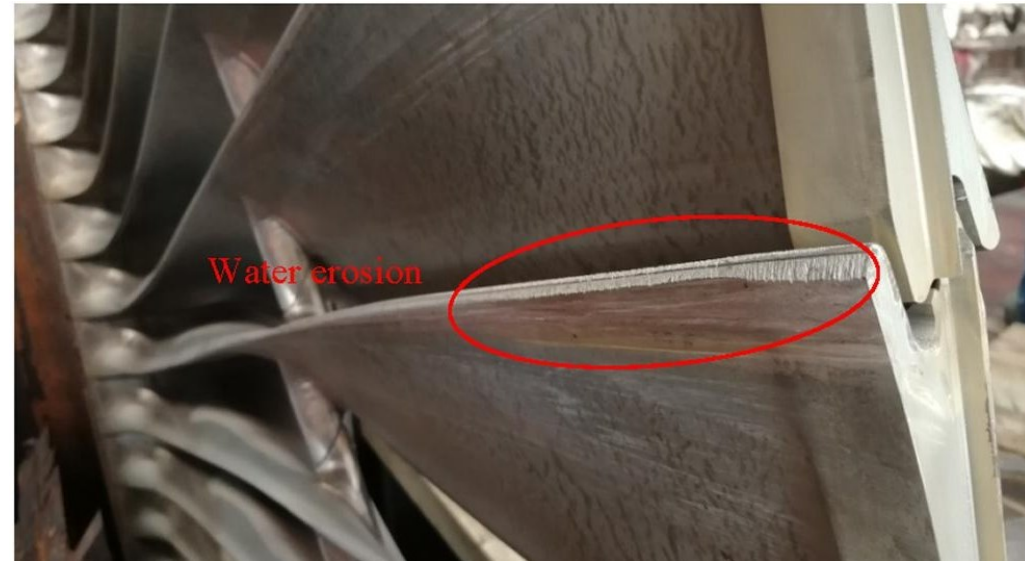
	ARABELLE 1700	ARABELLE 1000
Reactor Type	EPR	CPR1000
Configuration	Combined HIP	Combined HIP
HP/HIP Turbine Type	25NHIP17	25NHIP10
Number of LP Turbines	3	2
LP Turbine Type	LP69	LP57
Frequency (Hz)	50	50
Speed (rpm)	1500	1500
Output (MWe)	1750	1080
Heaviest Lift - LP Rotor (tons)	280	190
Power Train Width (m)	20	17
Hook Height (m)	15	14.5
Power Train Length including Generator (m)	70	56

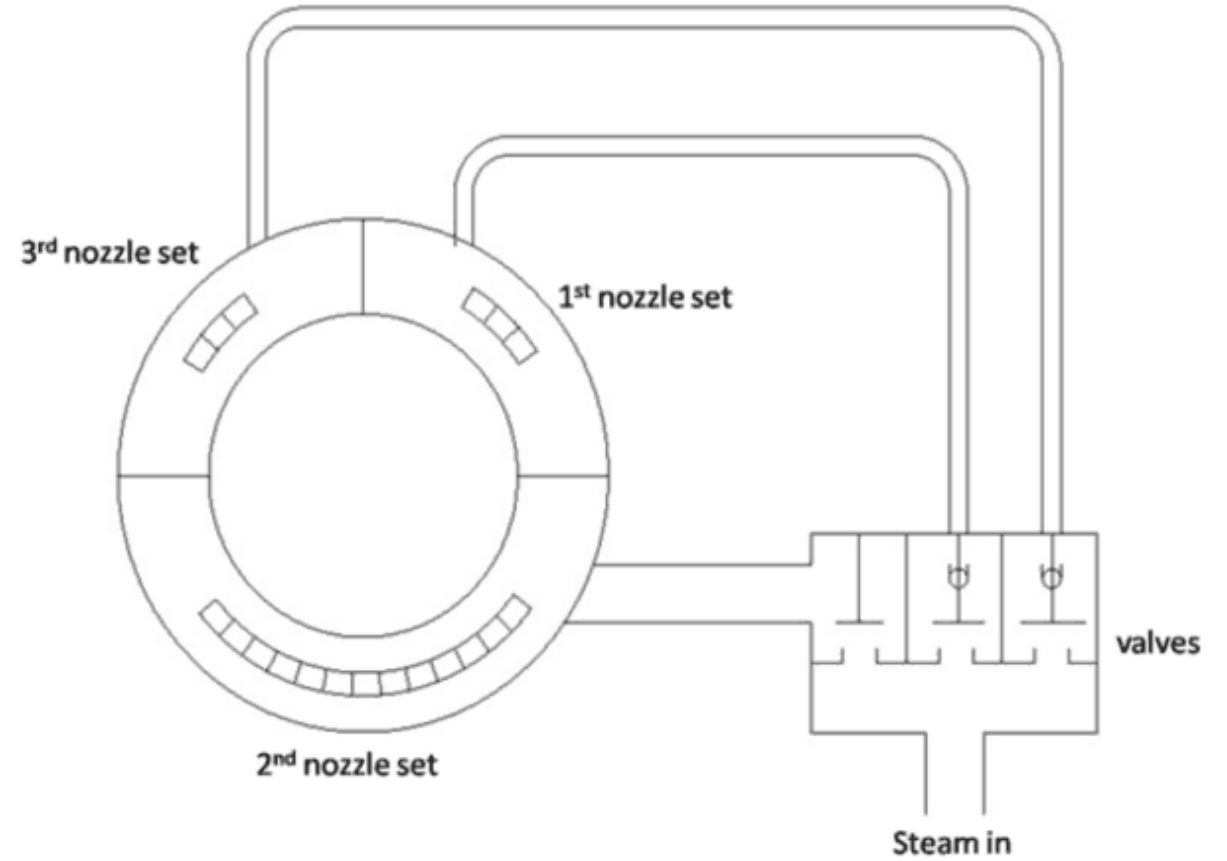
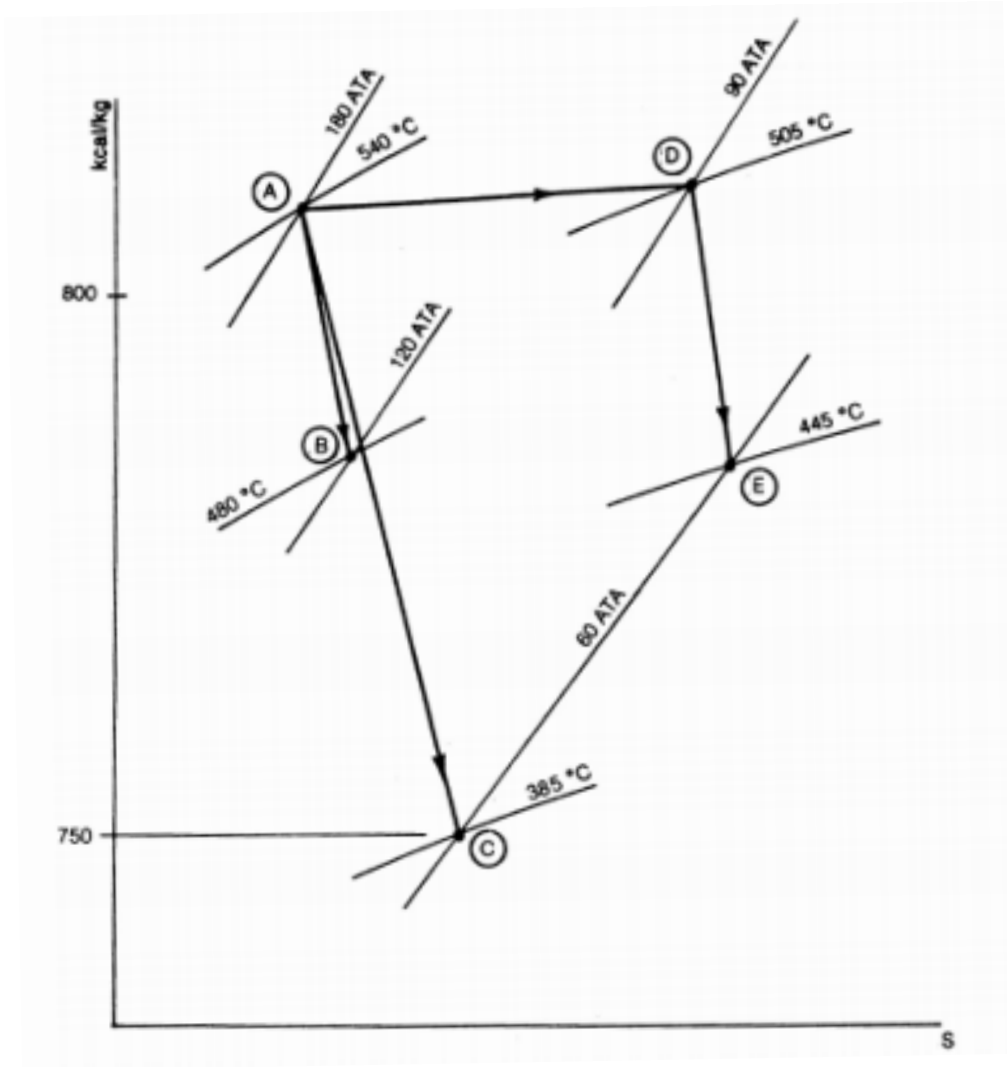
	D200
Reactor Type	PHWR
Configuration	Double flow HP
HP/HIP Turbine Type	50NH2F07
Number of LP Turbines	3
LP Turbine Type	LP39
Frequency (Hz)	50
Speed (rpm)	3000
Output (MWe)	715
Heaviest Lift - LP Rotor (tons)	80
Power Train Width (m)	17
Hook Height (m)	15
Power Train Length incl. Generator (m)	53





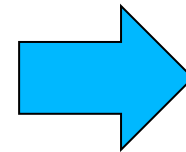
Triangolo delle velocità delle gocce e del vapore





Le possibili cause di un guasto possono essere:

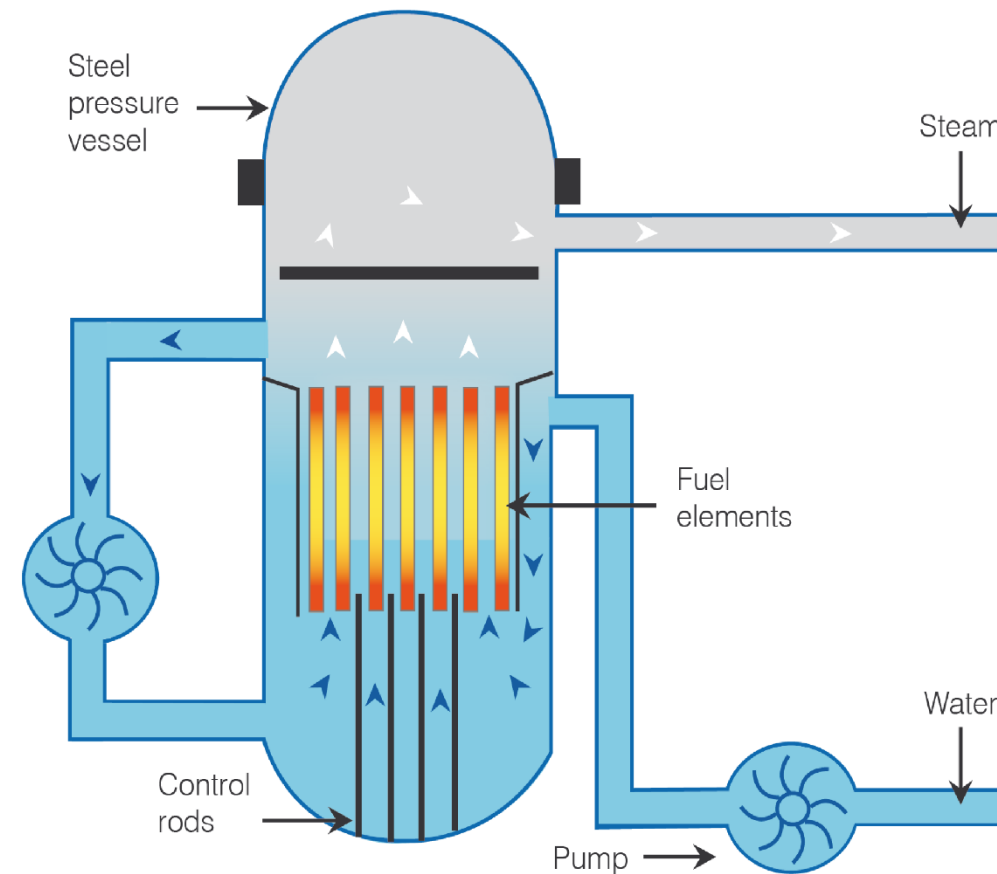
1. un aumento della velocità dell'albero della turbina superiore ai valori consentiti (generalmente il 110%);
2. un bilanciamento della turbina disturbato da alte vibrazioni
3. il guasto del sistema di lubrificazione
4. il vuoto non perfetto nel condensatore
5. una emergenza azionata manualmente



**ARRESTO AUTOMATICO E  
CHIUSURA DI TUTTE LE  
VALVOLE DI AMMISSIONE**

Il fluido che circola nelle turbine a ciclo diretto è radioattivo a causa di:

1. attività intrinseca per reazioni dell'ossigeno con i neutroni
2. attività proveniente dai prodotti di fissione, specialmente gassosi
3. attività da prodotti di corrosione



Impianti a  
fissione nucleare



Impianti a  
combustibili fossili



Steam turbine type	Output SPP MW	Output CCPP MW	Net efficiency SPP %	Net efficiency CCPP %	Grid Frequency Hz	Inlet pressure bar/psi	Inlet temperature °C/°F	Reheat temperature °C/°F
SST-9000	1,000–1,900				50/60	80/1,160	310/590	
SST-6000	300–1,200		46,5 (Double reheat 48)		50/60	330/4,786	610/1,130	630/1,166
SST-5000	200–500	120–700	43 (subcritical) 46,4 (supercritical)	64	50/60	260/3,771 (SPP) 177/2,567 (CCPP)	600/1,112 (SPP) 600/1,112 (CCPP)	610/1,130 (SPP) 610/1,130 (CCPP)
SST-4000		100–500			50/60	105/1,523	600/1,112	
SST-3000		90–275			50/60	177/2,567	600/1,112	610/1,130



Steam turbine type	Output SPP MW	Output CCPP MW	Rotational Speed rpm	Last stage blade length 50 Hz cm/inches	Last stage blade length 60 Hz cm/inches
SST-9000	1,000–1,900		1,500–1,800	117 to 183 / 46 to 72	107 to 142 / 42 to 56
SST-6000	300–1,200		3,000–3,600	66 to 142 / 26 to 56	66 to 103 / 26 to 41
SST-5000	200–500	120–700	3,000–3,600	66 to 142 / 26 to 56	66 to 103 / 26 to 41
SST-4000		100–500	3,000–3,600	80 to 115 / 31 to 45	76 to 95 / 30 to 38
SST-3000		90–275	3,000–3,600	80 to 124 / 31 to 49	76 to 103 / 30 to 41