



Superleghe di Nichel per applicazioni in impianti UltraSuperCritici Avanzati

A. Di Gianfrancesco – S. Budano – F. Troiani
Compusystem s.r.l. - ROMA

Giornata di Studio AIM
Leghe di nichel e superleghe
28 maggio 2019, Milano



Compusystem è un srl costituita da un team di consulenti, ingegneri senior e tecnici, di elevato livello professionale acquisito in molteplici anni di attività di ricerca e sviluppo nei settori della metallurgia, della meccanica e della qualificazione meccanica di materiali e componenti.

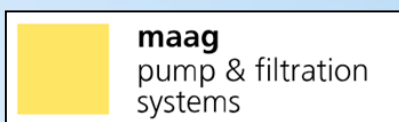
Compusystem opera nello sviluppo di nuove tecnologie per i settori industriali, impianti produttivi e laboratori di prova.

Compusystem ha competenze nei settori:

- Aeronautica, elicotteri e spazio
- Generazione di energia e turbine a gas
- Oil & gas
- Standards

Compusystem ha competenze nelle seguenti aree:

- Proprietà e caratterizzazione dei materiali (acciai, leghe di Ti e superleghe)
- Progettazione e conduzione di programmi di ricerca
- Prove meccaniche, set-up e up-grade di apparecchiature di prova, sviluppo di metodologie di prova e del loro software di gestione, ottimizzazione laboratori prova
- Failure & stress analysis , emissione acustica
- Software, automazione, analisi dati, loro elaborazione e sviluppo di banche dati
- Formazione del personale



Compusystem:



initamente a Franchini Acc
AIL, CNR-IENI, POLIMI, RTM

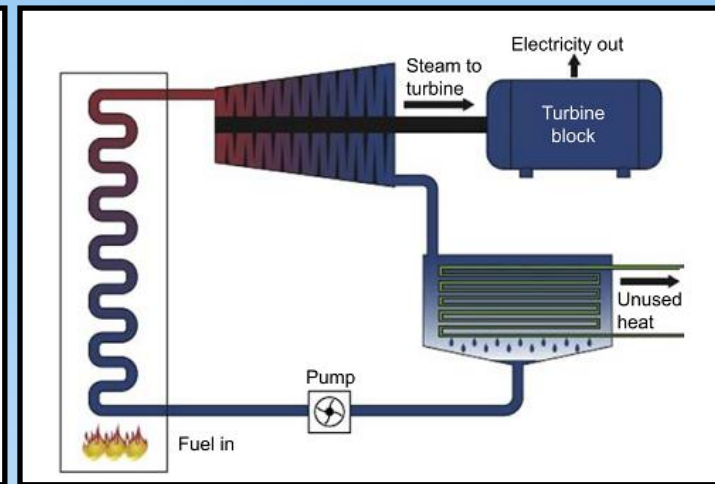
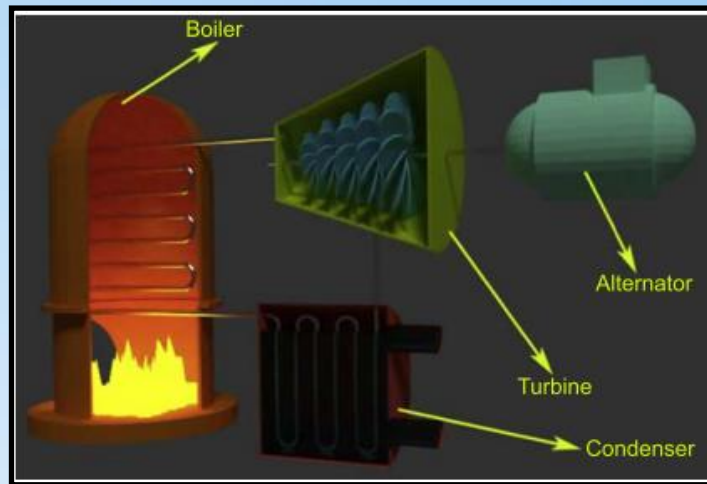
Test (Regione Lazio) per lo s
n Creep Test (elettromecca
temperature e per la valuta
ER, UNICAS, Italsigma.

luppando:

di creep

g machine in Argon a peso m





**Schemi di
impianti a
polverino di
carbone per la
generazione di
energia**

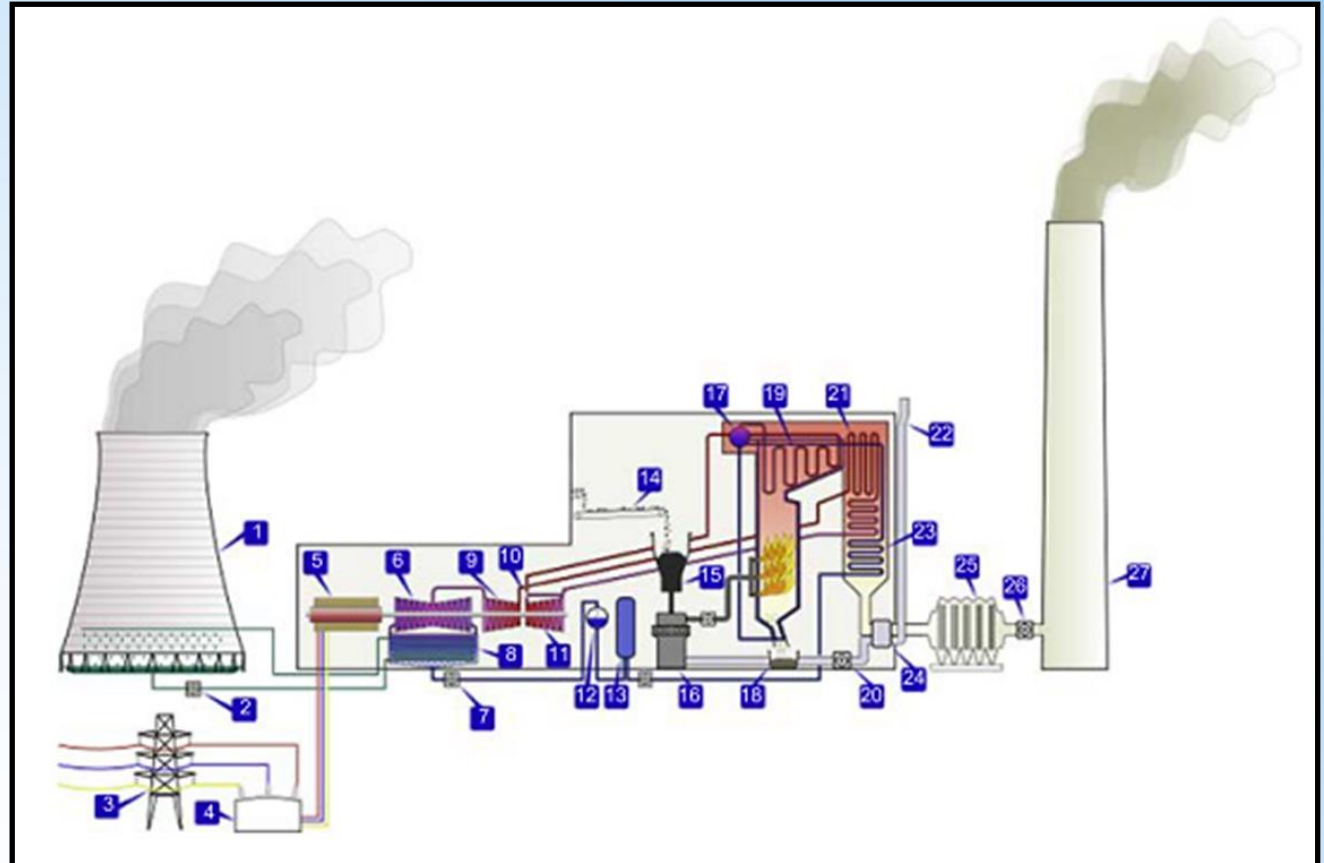
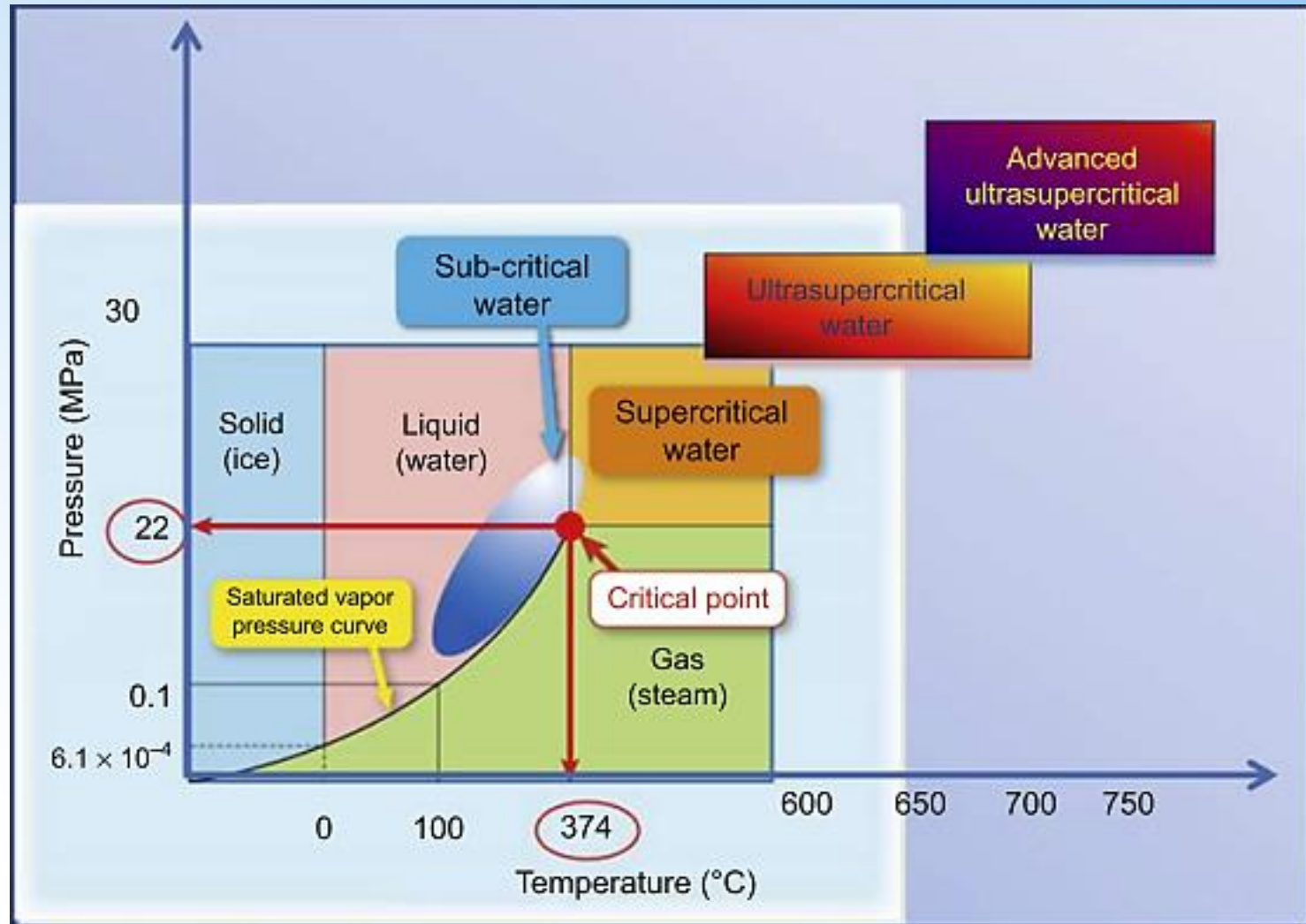
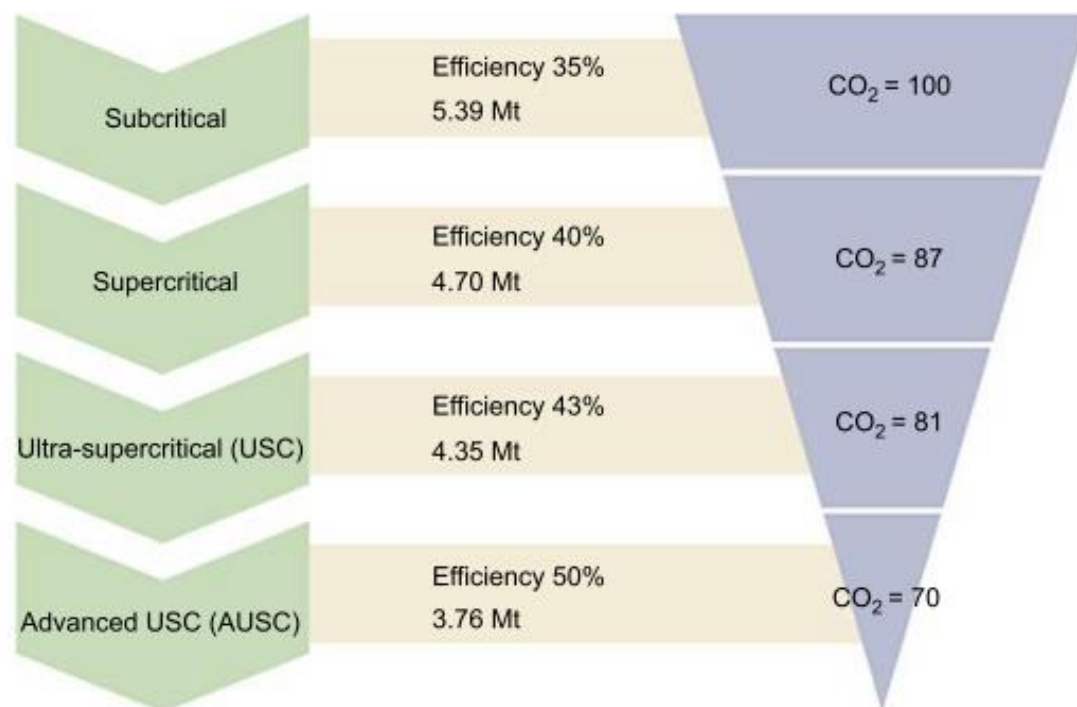
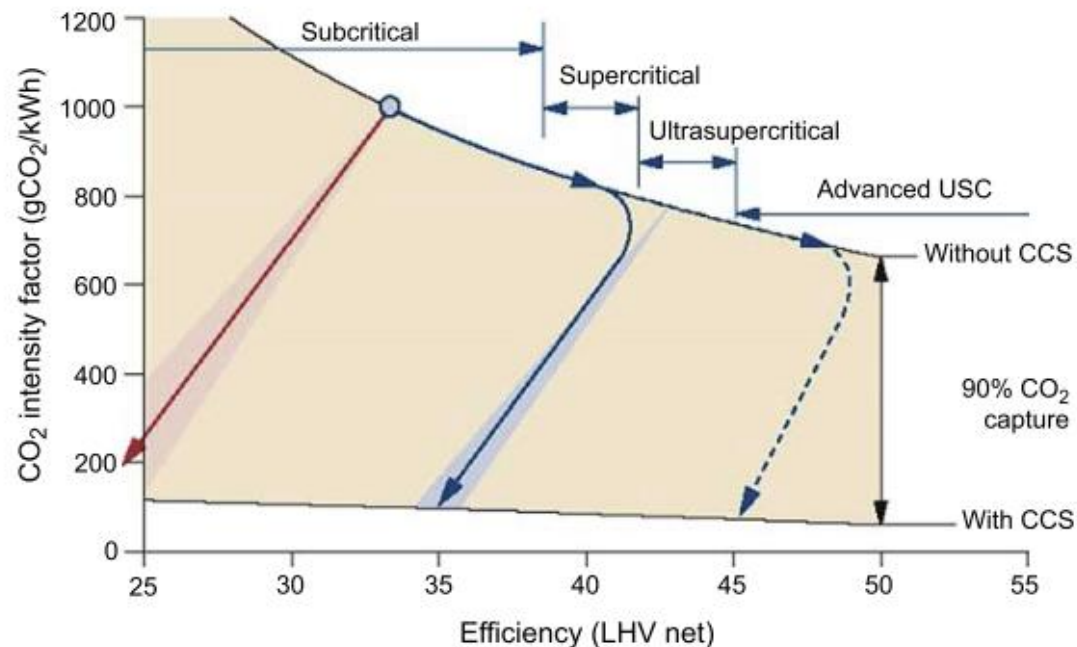


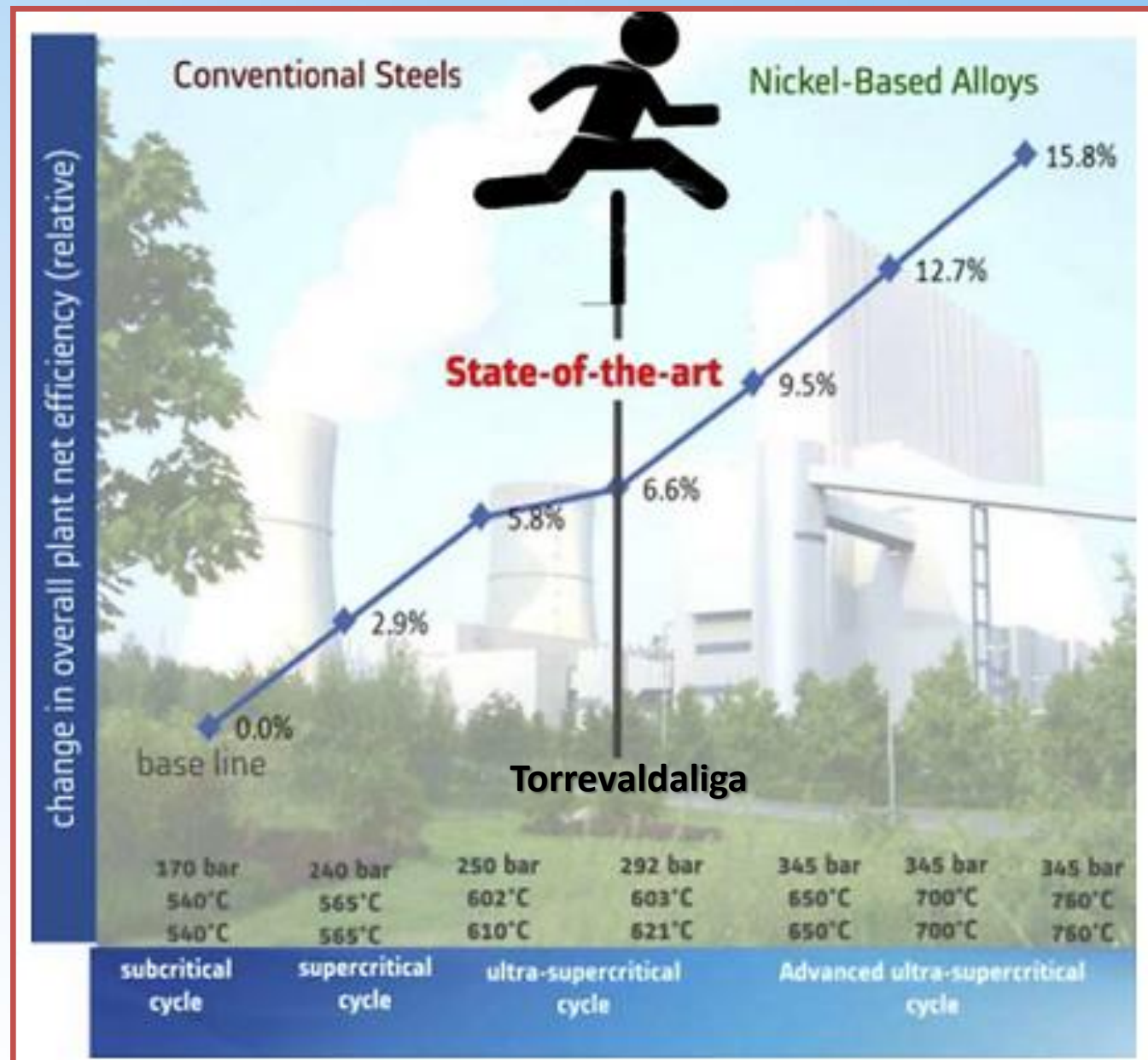
Diagramma di equilibrio dell'acqua



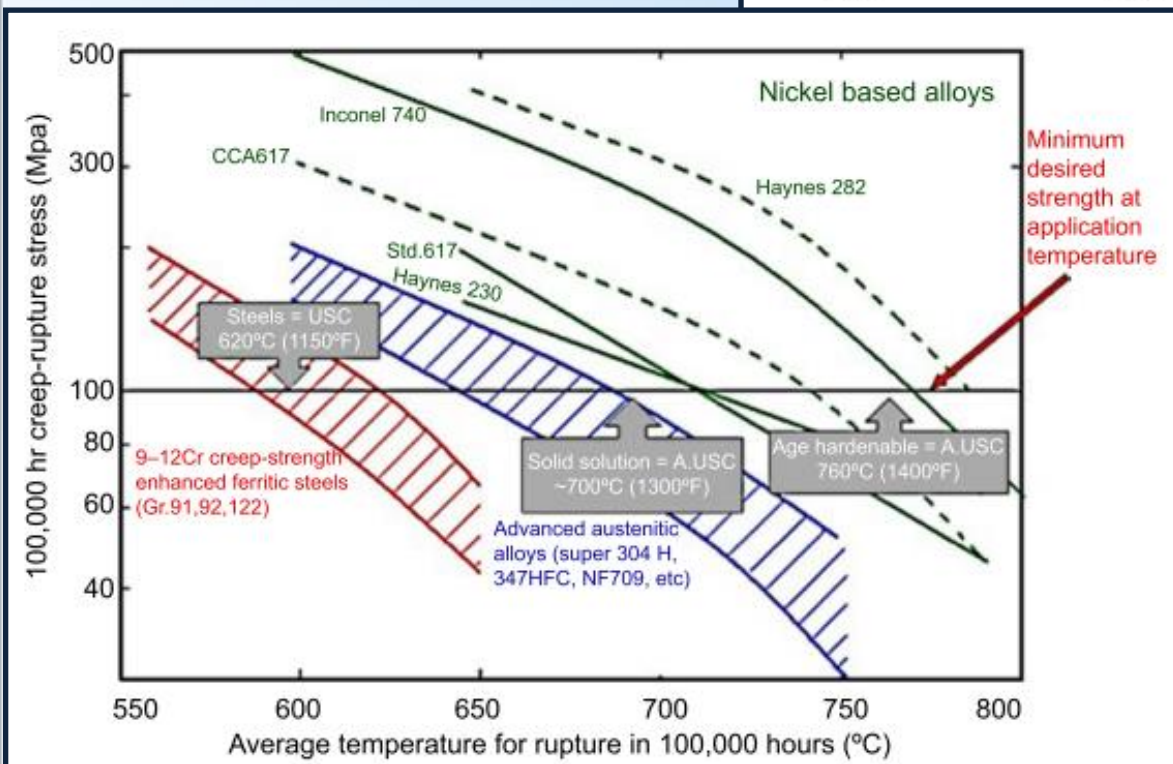
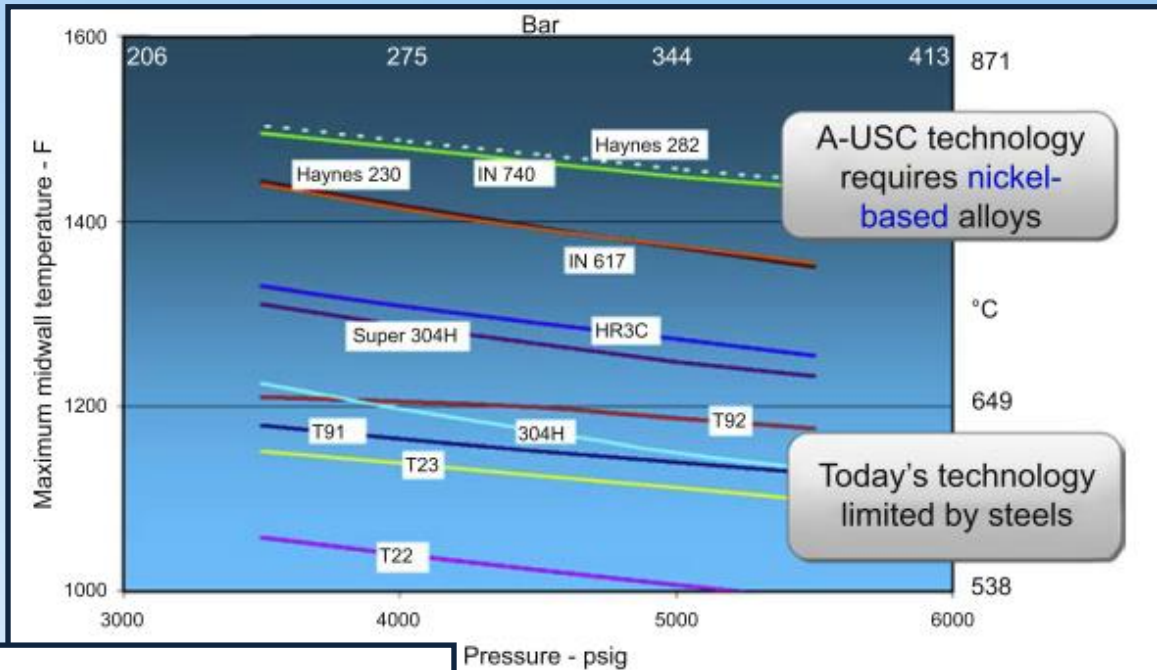
Riduzione delle emissioni di CO₂ da impianti per la generazione di energia a polverino di carbone



Aumento della efficienza netta da impianti subcritici a impianti A-USC

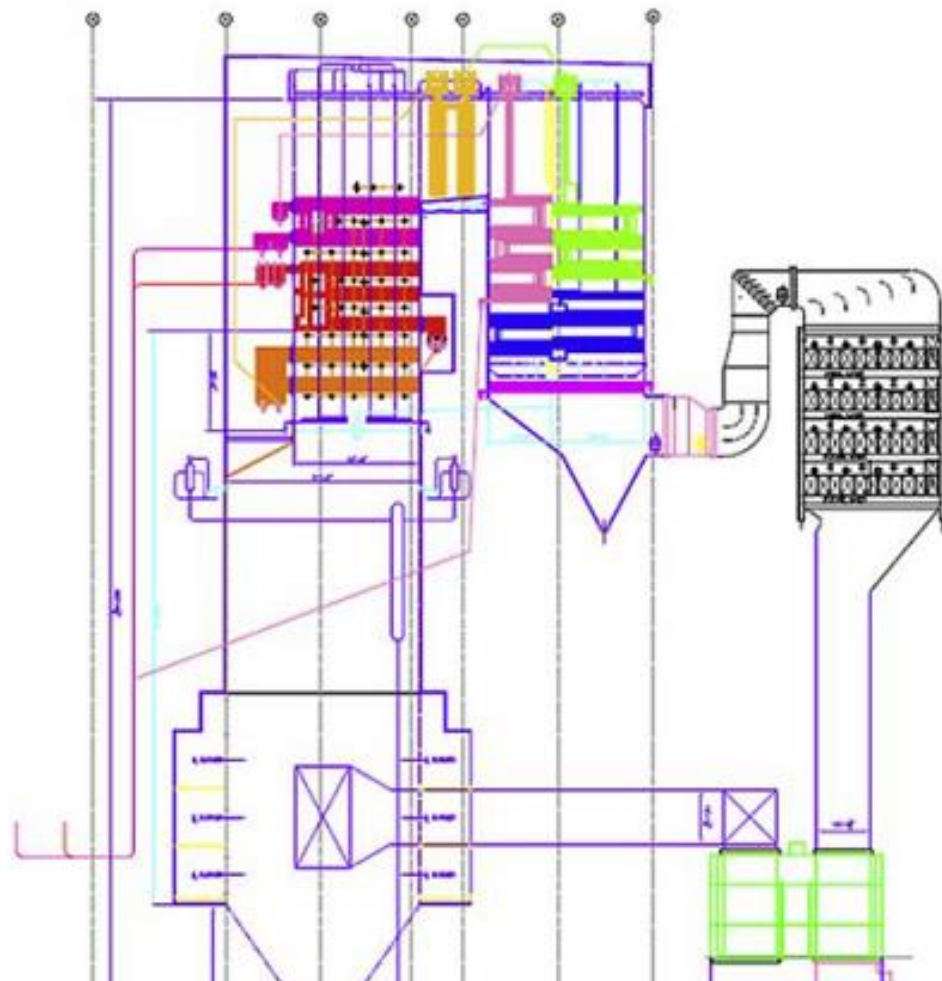


Massime temperature e pressioni operative di differenti materiali



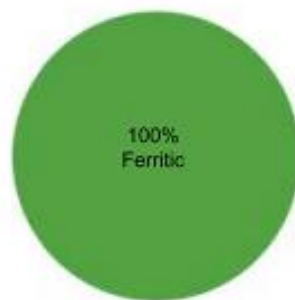
Resistenza a rottura in creep a 100.000 ore per acciai e superleghe potenzialmente candidati per impianti USC e >700°C A-USC

Disegno concettuale di una caldaia a doppia torre di 800-MW modificata per un impianto A-USC

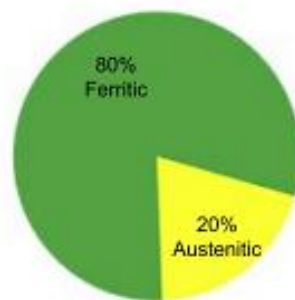


**Mix di materiali
usati per una
caldaia SC, USC e
A-USC**

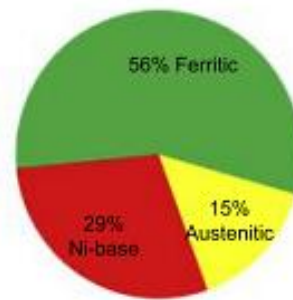
250 bar 540°C/ 520°C



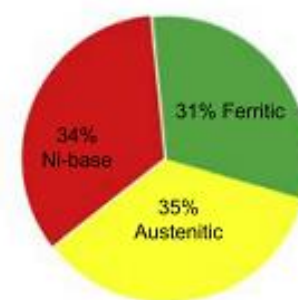
280 bar / 600°C/ 620°C



360 bar / 700°C / 720°C



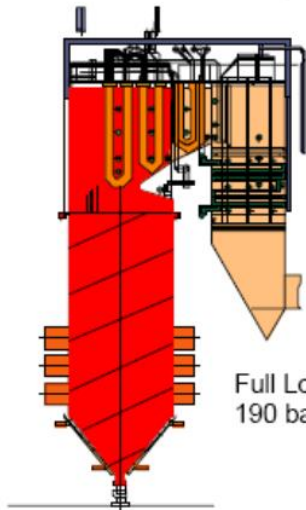
350 bar / 730°C / 760°C



Pareti d'acqua = Waterwalls

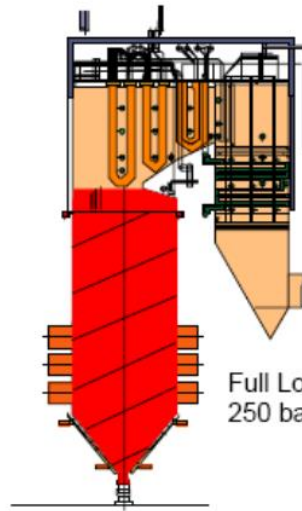
Zones of Evaporation (at Part Load)

**Sub-
critical**



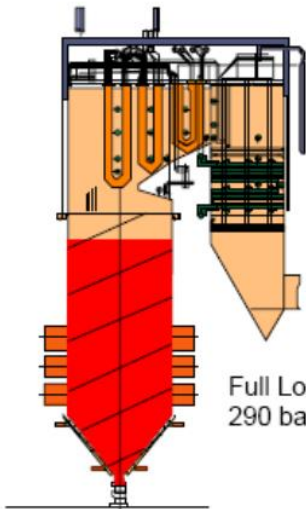
Full Load Steam Conditions
190 bar / 535 °C / 535 °C

**Super-
critical**



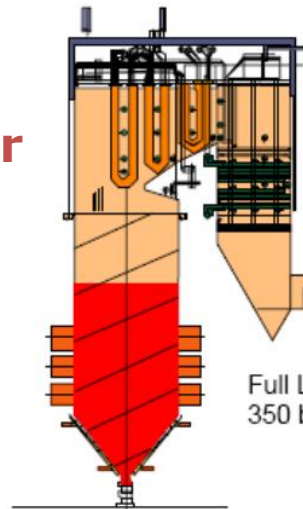
Full Load Steam Conditions
250 bar / 540 °C / 560 °C

**Ultrasuper
critical**



Full Load Steam Conditions
290 bar / 600 °C / 620 °C

AD700

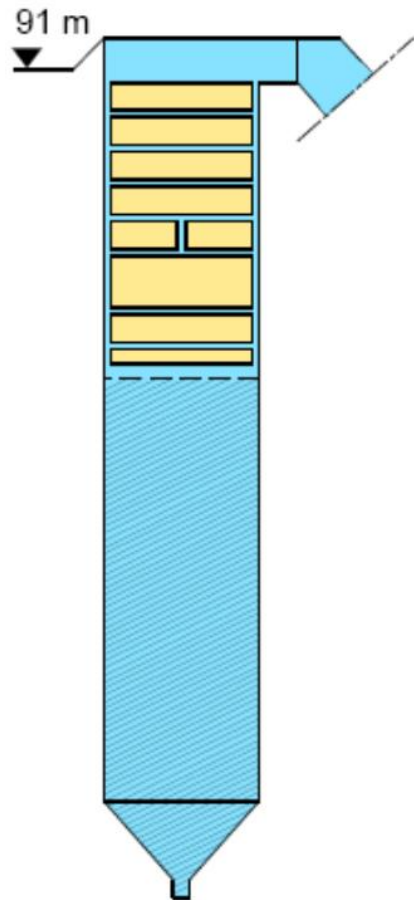


Full Load Steam Conditions
350 bar / 700 °C / 720 °C

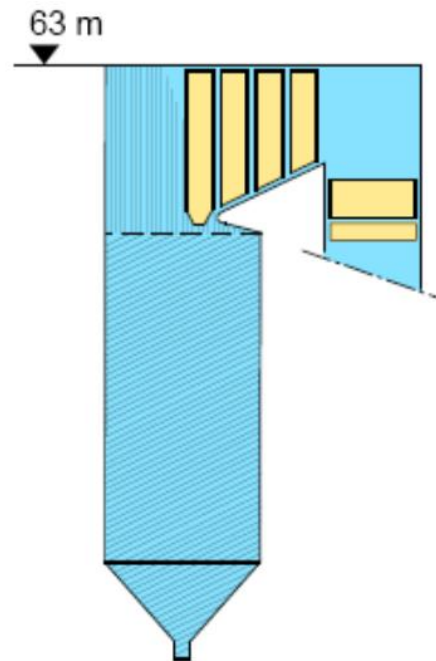
**Aumentando la
temperatura di
ingresso del
vapore in
turbina una
parte rilevante
delle pareti
d'acqua c'è
vapore in
pressione**

**Area rossa =
zona di acqua
liquida**

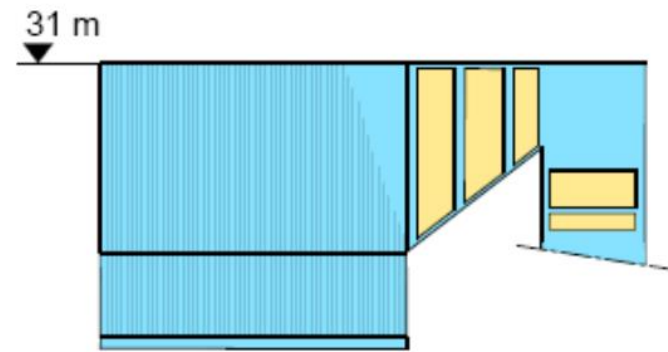
Boiler design



Tower



Two Pass

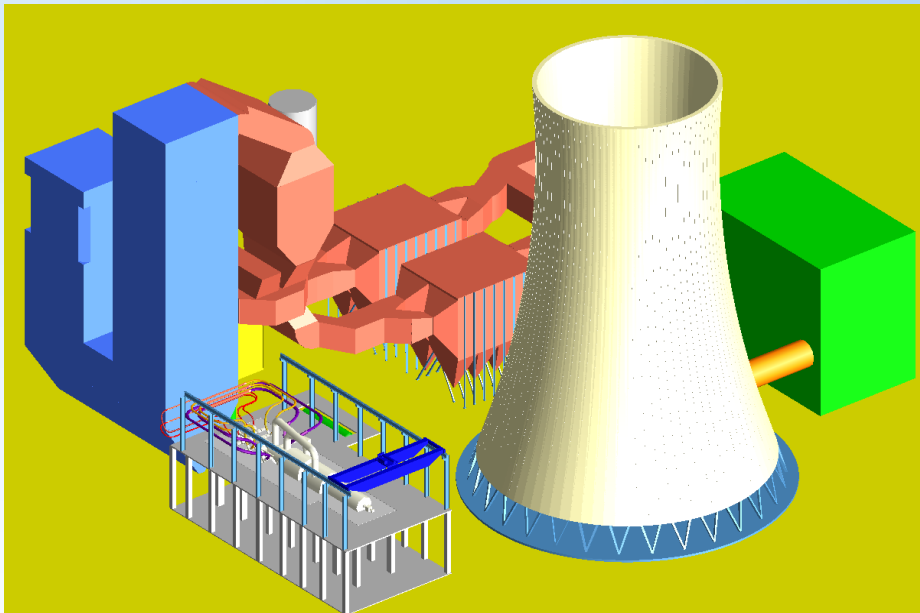


Horizontal

**Progetto di
caldaia compatta**

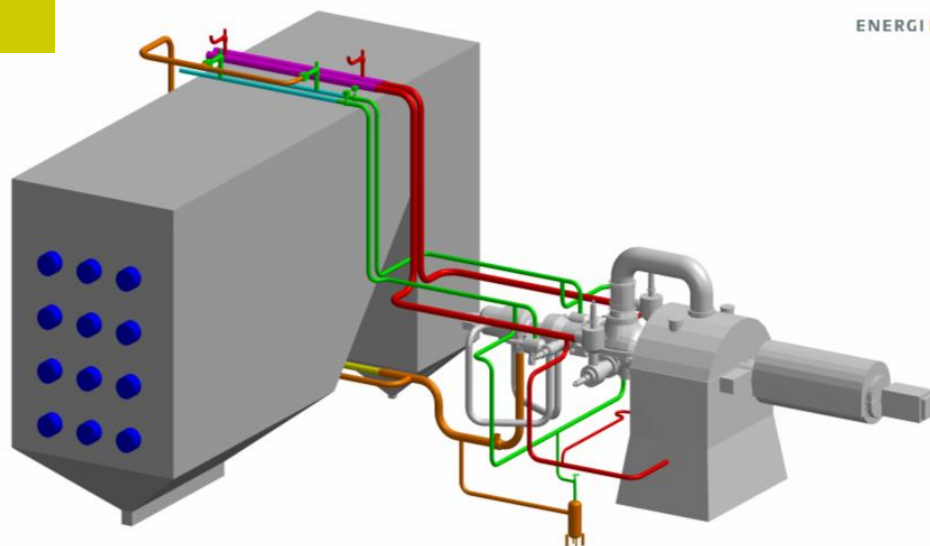
← State of the art boilers →

← Innovation →

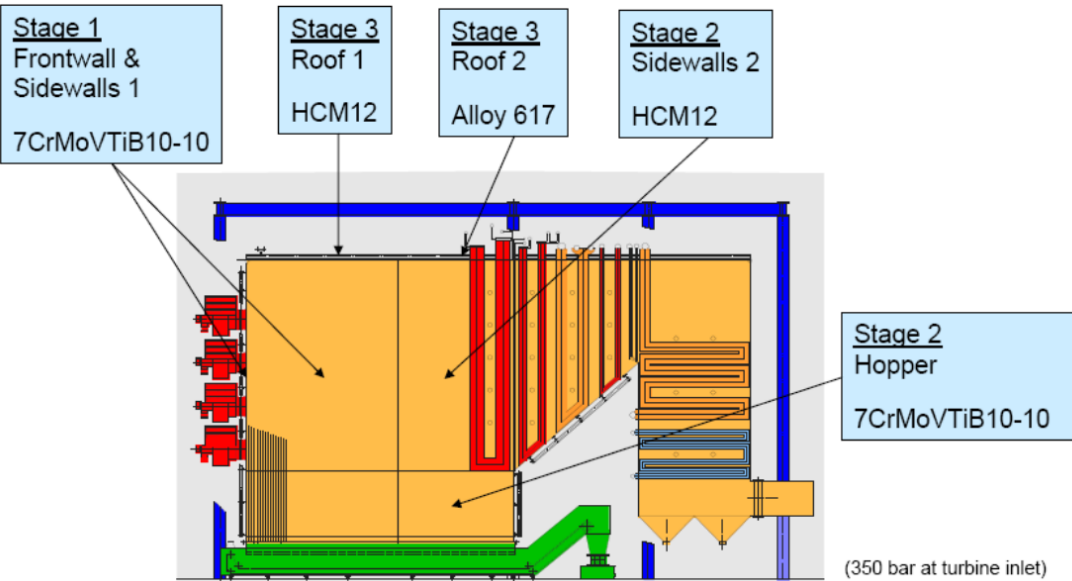


**Caldaia a
doppia torre
(Alstom)**

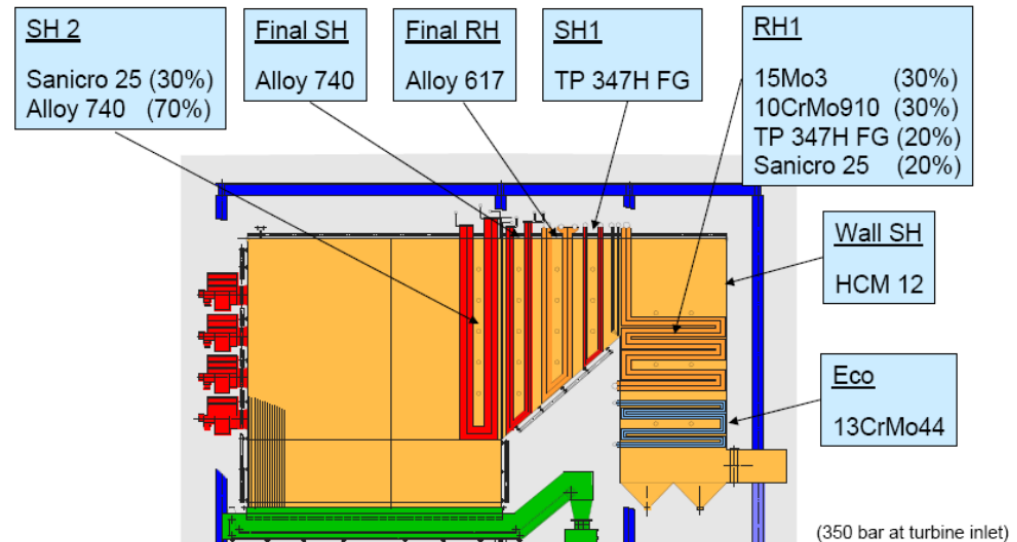
**Caldaia orizzontale
(Siemens)**



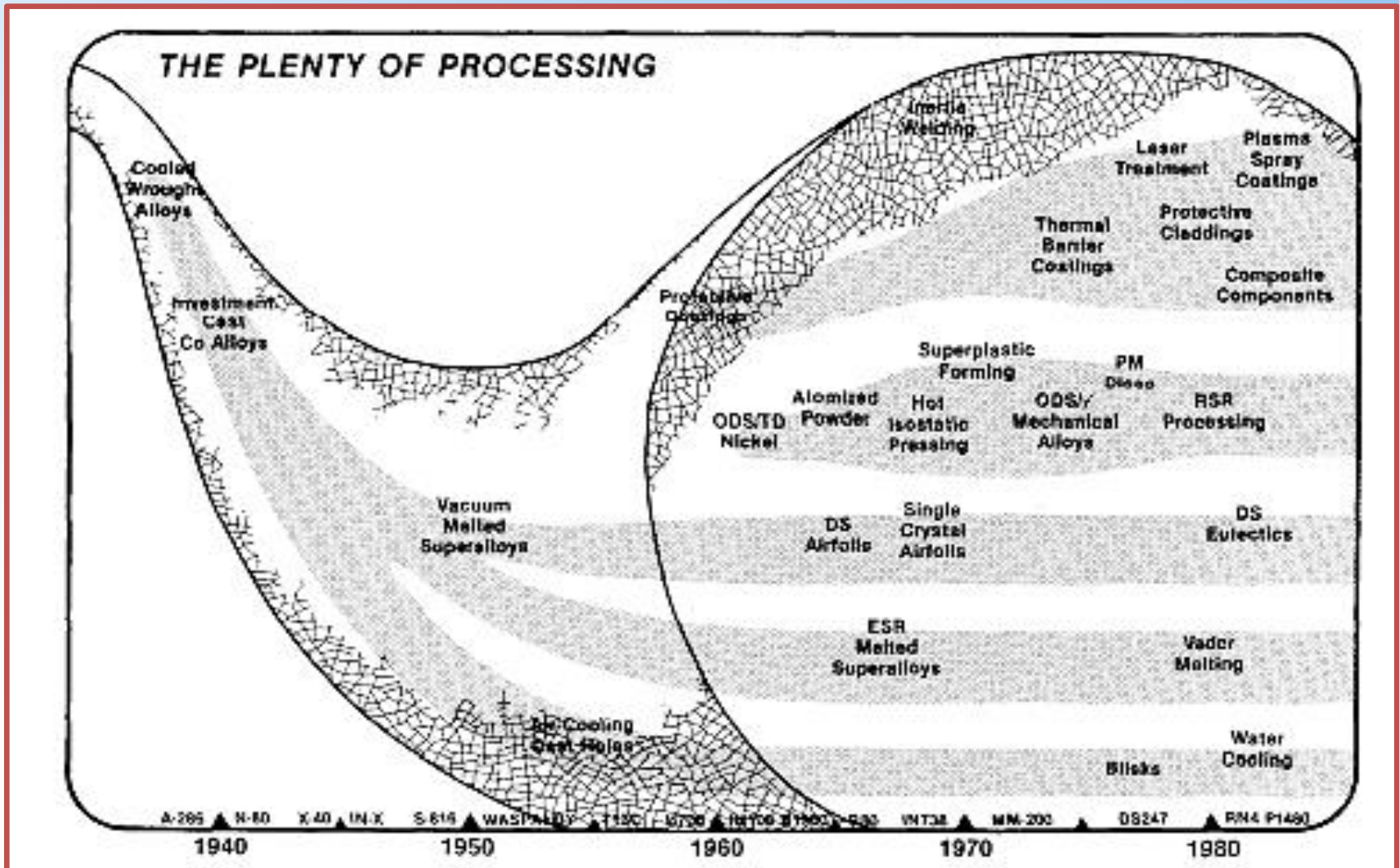
Materiali candidati per caldaie compatte



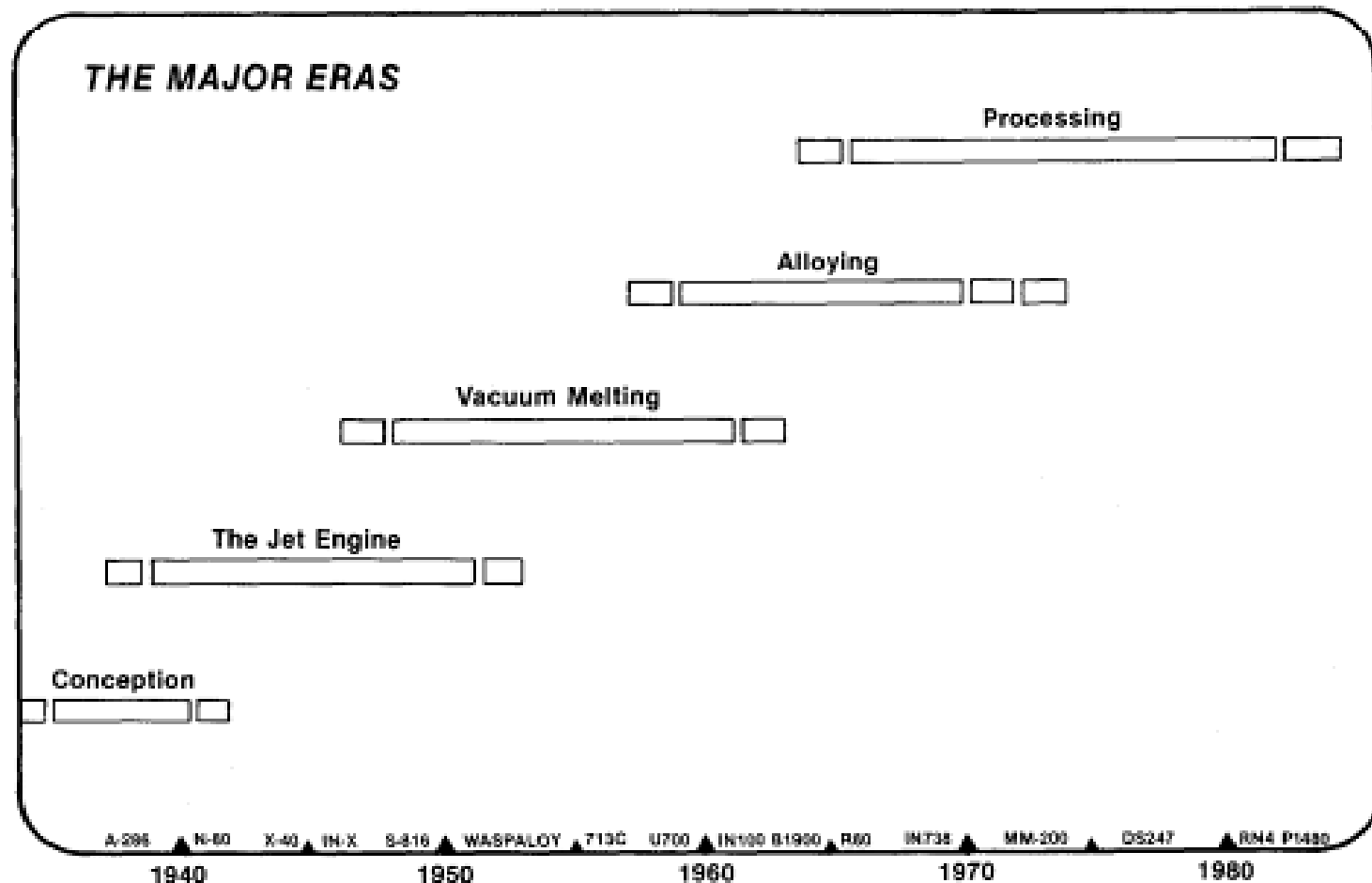
Per esempio l'acciaio HCM12 (Grado 122) inizialmente previsto non si è dimostrato idoneo per il decadimento delle proprietà di creep a tempo lunghi



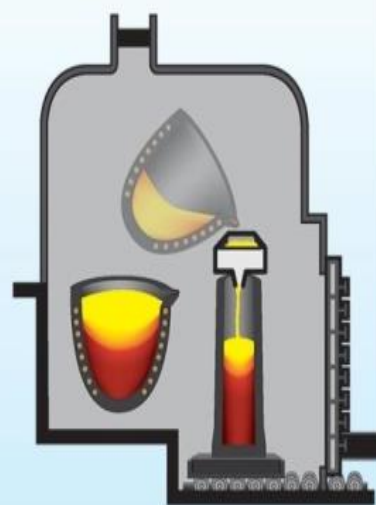
Sviluppo delle superleghe e dei processi tecnologici (1940-1985)



Schematizzazione delle fasi di sviluppo delle tecnologie di fabbricazione delle superleghe



TRIPLE MELT PROCESS

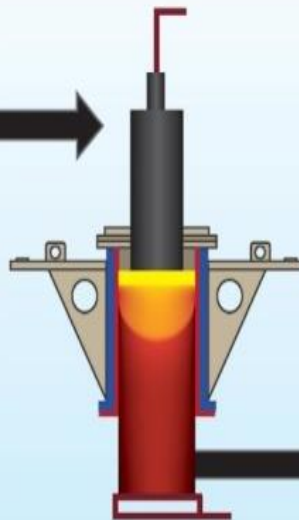


VIM

Vacuum Induction Melting

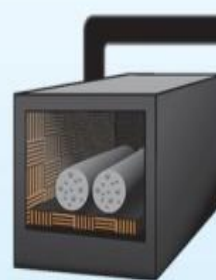


**HEAT
TREATMENT**

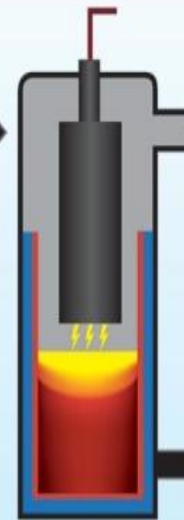


ESR

Electroslag Remelting

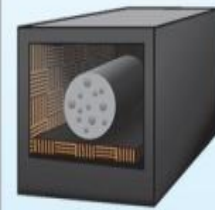


**HEAT
TREATMENT**



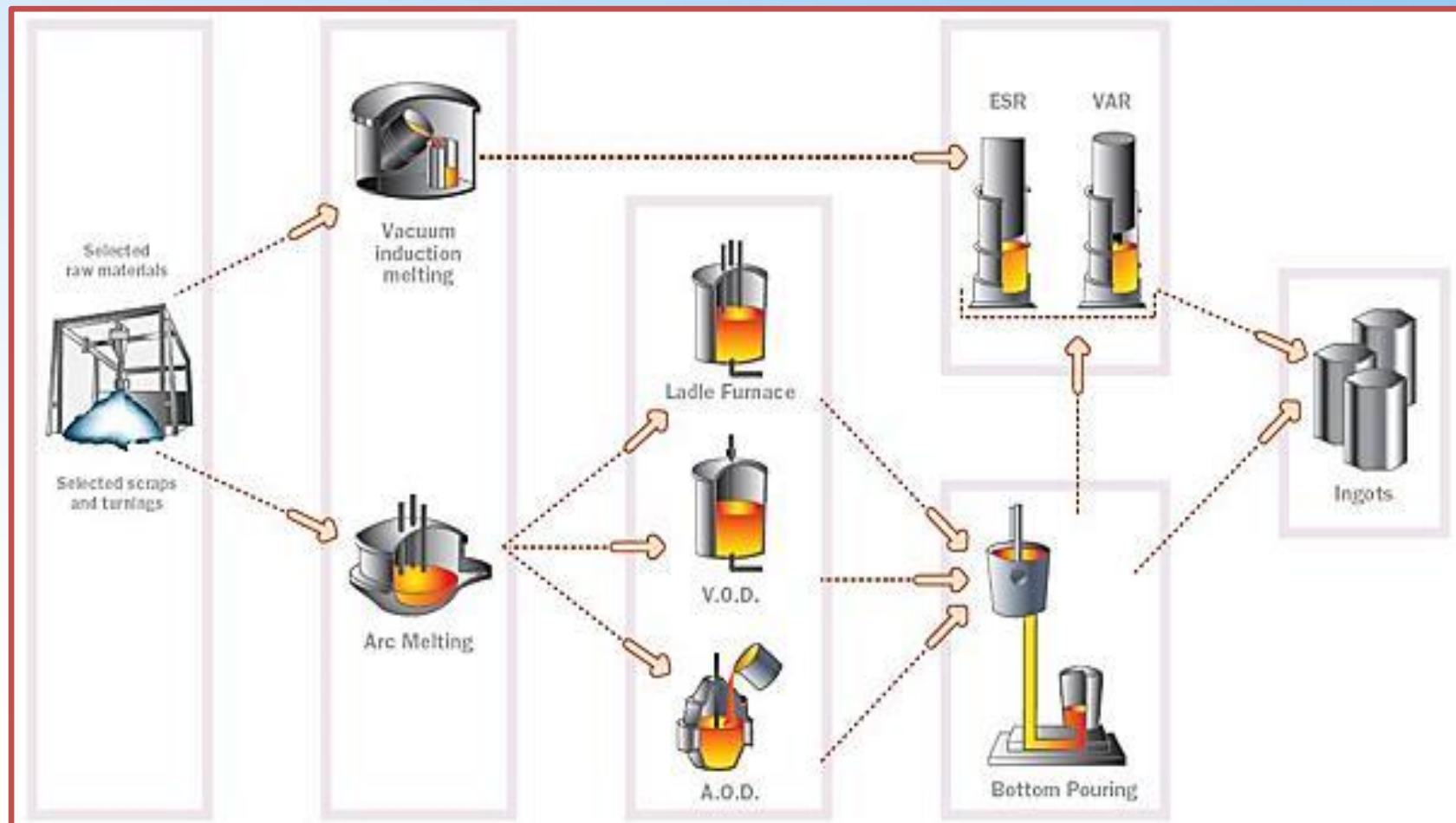
VAR

Vacuum Arc Remelting



**HEAT
TREATMENT**

Diagramma di flusso delle tecnologie usate per la produzione di lingotti in superlega



Metodologie di fusione e rifusione utilizzate per la produzione primaria di superleghe

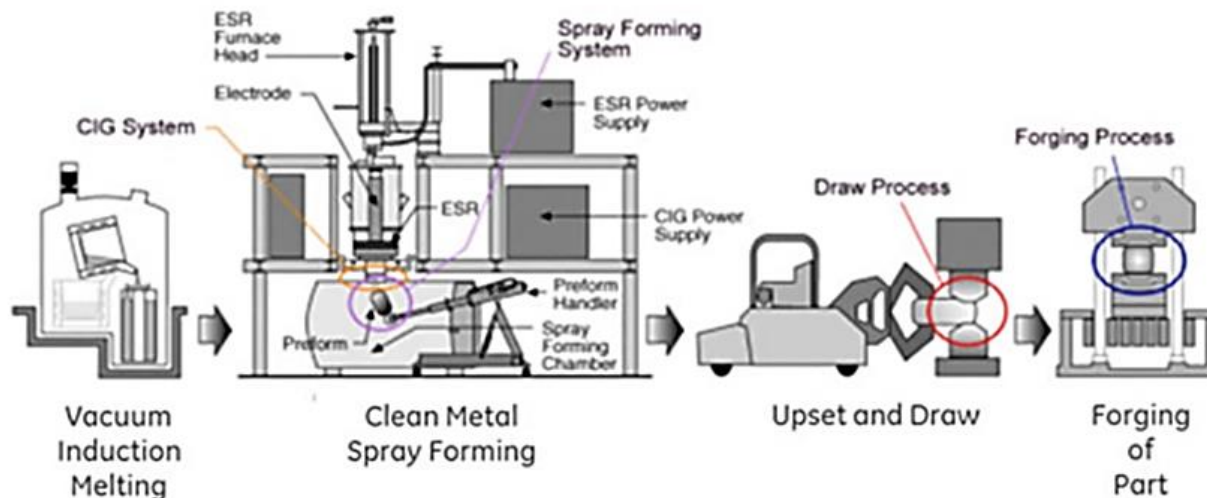
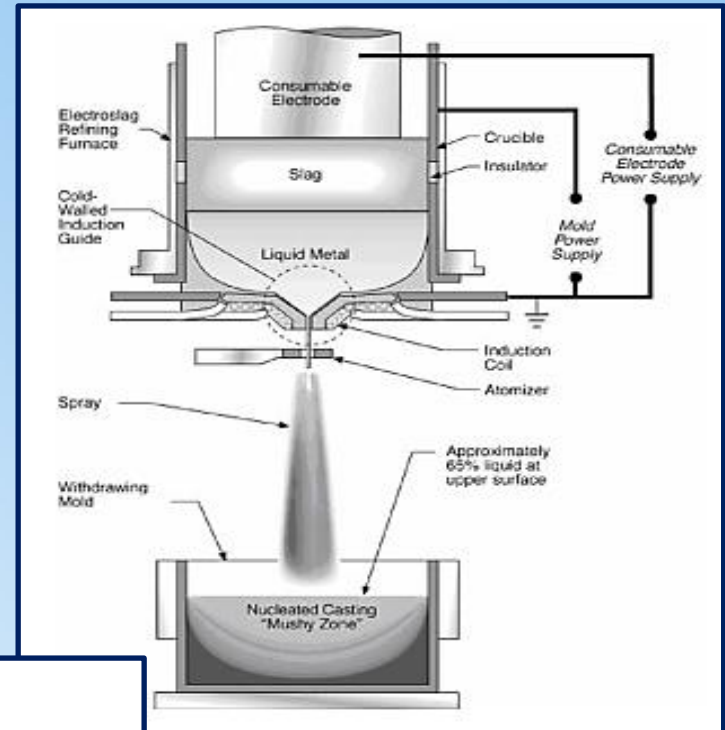
Alloy	Melt method
600	EAF/AOD + ESR
625	EAF/AOD + ESR
	VIM + ESR
	VIM + VAR
706	VIM + ESR
	VIM + VAR
	VIM + ESR + VAR
718	VIM + ESR
	VIM + VAR
	VIM + ESR + VAR
925	EAF/AOD + ESR
A-286	EAF/AOD + ESR
	VIM + ESR
	VIM + VAR
C-276	EAF/AOD + ESR
Hast. X	EAF/AOD + ESR

Note: EAF, electric arc furnace; AOD, argon oxygen decarburization; ESR, electroslag remelting; VIM, vacuum induction melting; VAR, vacuum arc remelting

Ultimo sviluppo tecnologico per la produzione di lingotti

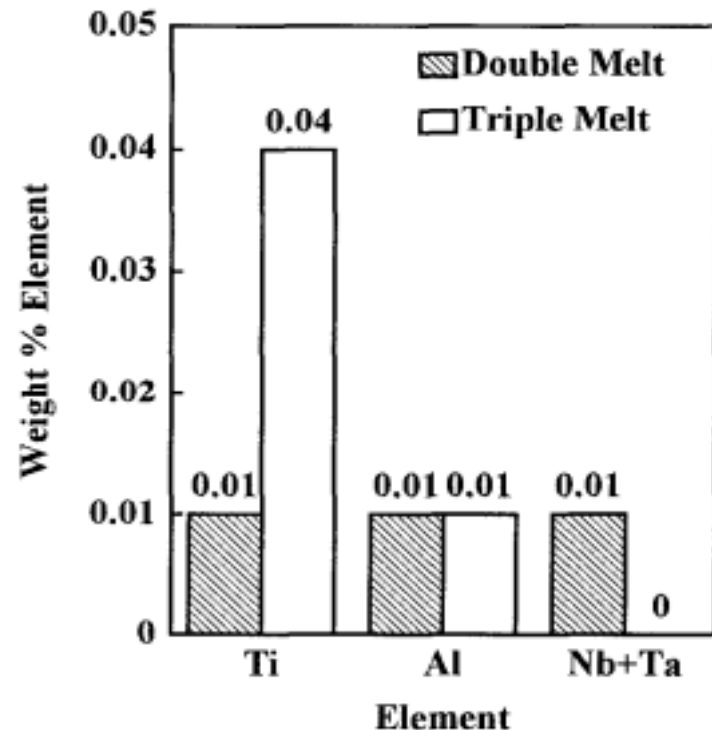
Schema di Clean Metal Nucleated Casting per la produzione di lingotti

(Metal Sprays and Spray Deposition, H. Henein, V. Uhlenwinkel, U. Fritsching Editors ISBN 978-3-319-52689-8 eBook Springer Int. 2017)

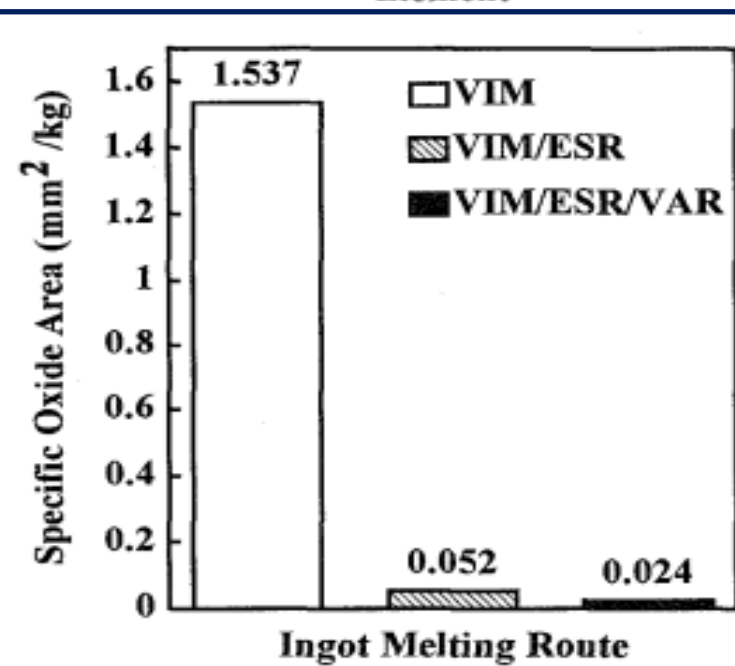


Esempio di integrazione del processo clean metal forming process nella produzione di dischi turbina forgiati

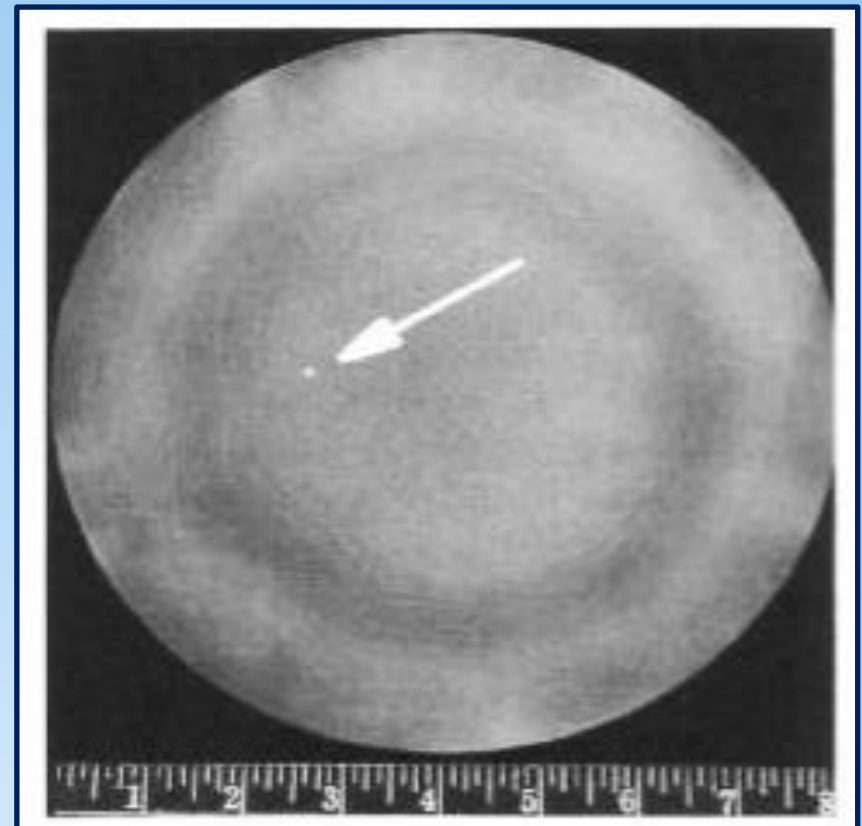
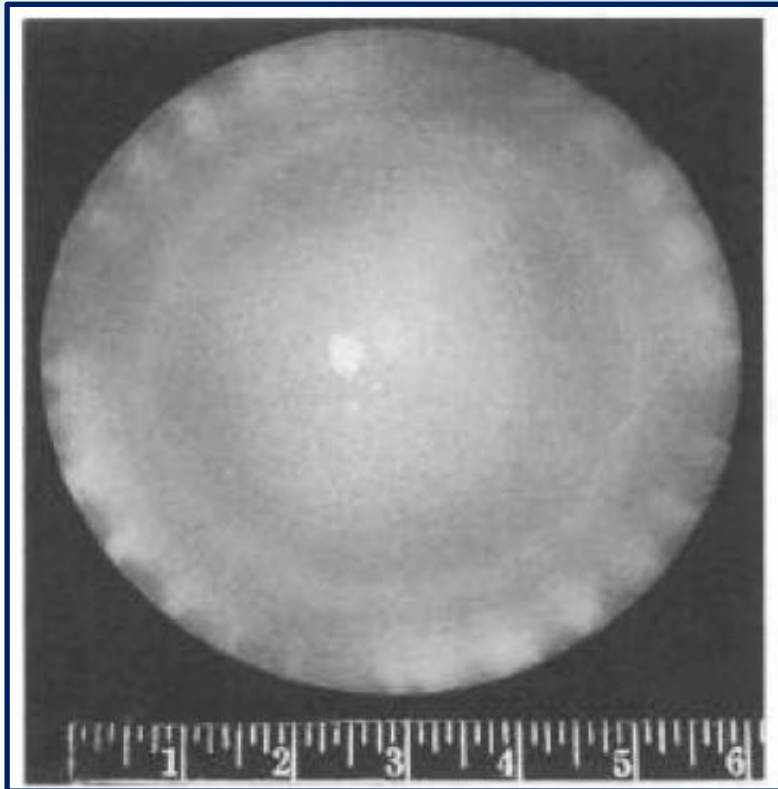
Valore medio delle differenze di contenuto di elementi indurenti tra alto e basso di lingotti di IN718 prodotti da VIM+VAR e VIM+ESR+VAR



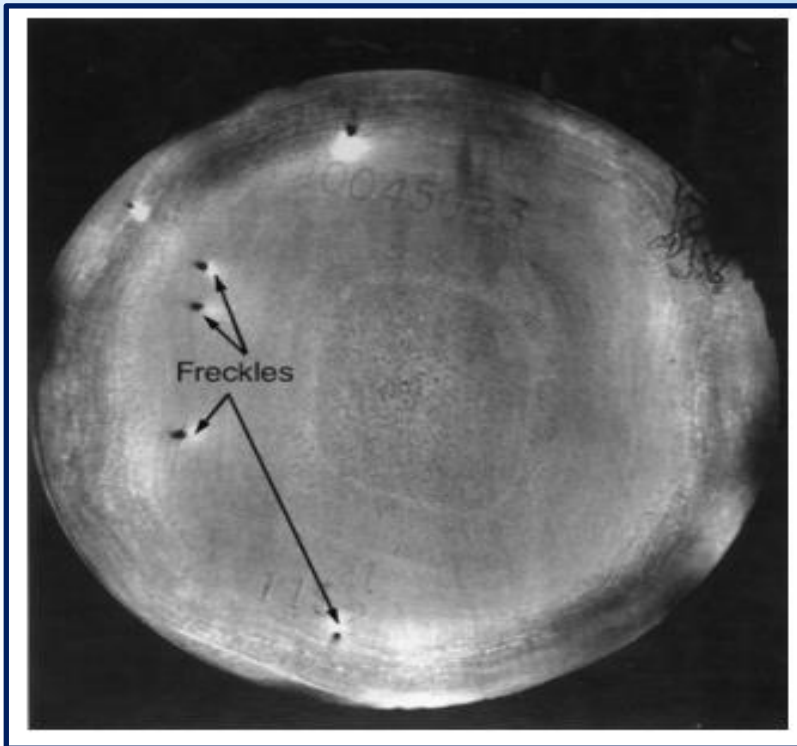
Confronto del contenuto di ossidi nell' IN718 con fusione VIM, VIM+ESR, VIM+ESR+VAR



**Small Discrete White Spot in sezione di
billeta di IN718**



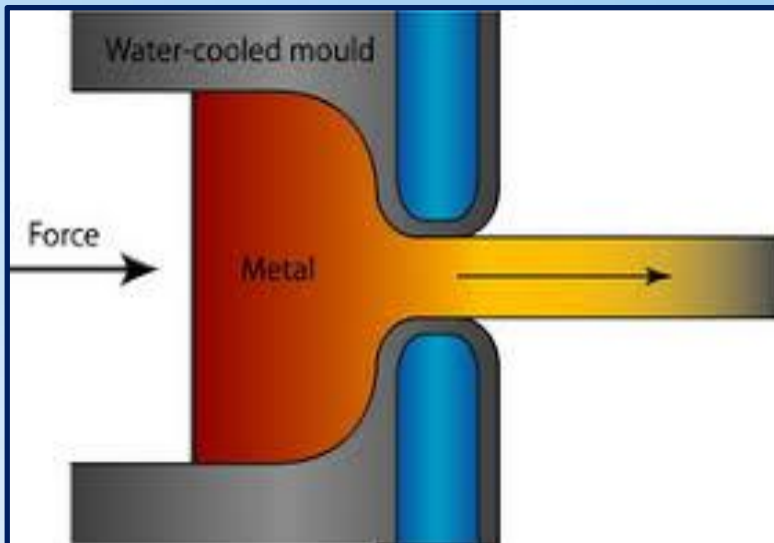
**Dendritic White Spots nel centro di una
sezione di billeta di IN718**



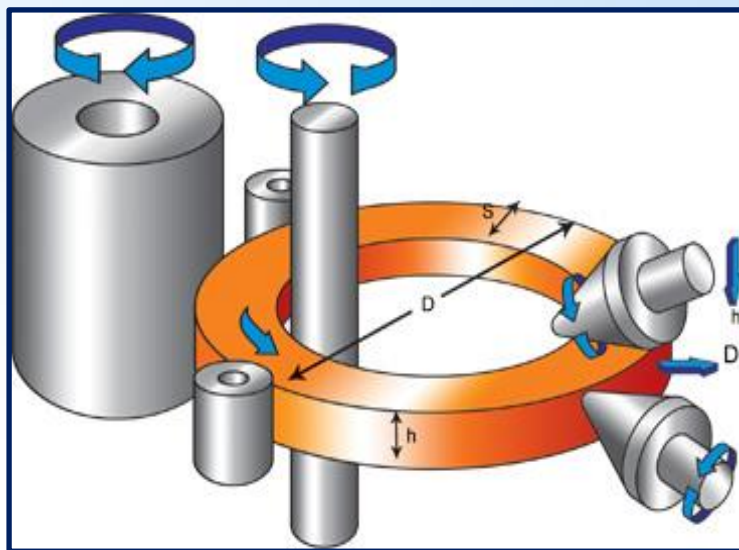
Compositions of a freckle and surrounding matrix area in weight percent

Element	Inside freckle	Outside freckle
Al	0.43	0.67
Si	0.16	0.12
Ti	1.33	0.97
Cr	17.36	18.58
Fe	15.23	17.62
Ni	52.55	53.19
Nb	9.43	5.46
Mo	3.51	3.38

Freckles in billetta forgiata di IN718 da lingotto rifuso VAR durante il cui processo si sono avuti problemi di controllo della rifusione

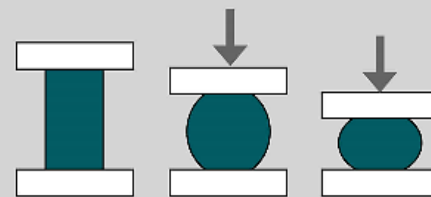


Schema del processo di estrusione

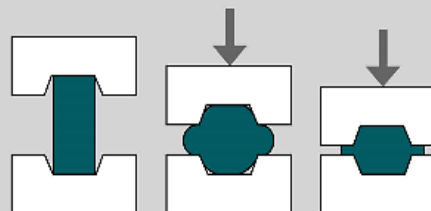


Schema del processo di forgiatura ad anello

(1) OPEN-DIE FORGING



(2) CLOSED-DIE FORGING



**La nuova pressa a stampo aperto da
16.000ton (Forgiatura Morandini)**



**Esempio di operazione di
forgiatura a stampo chiuso**

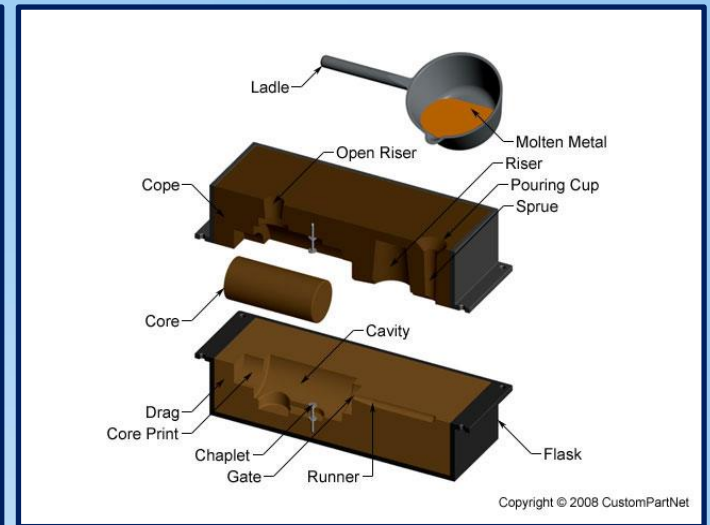
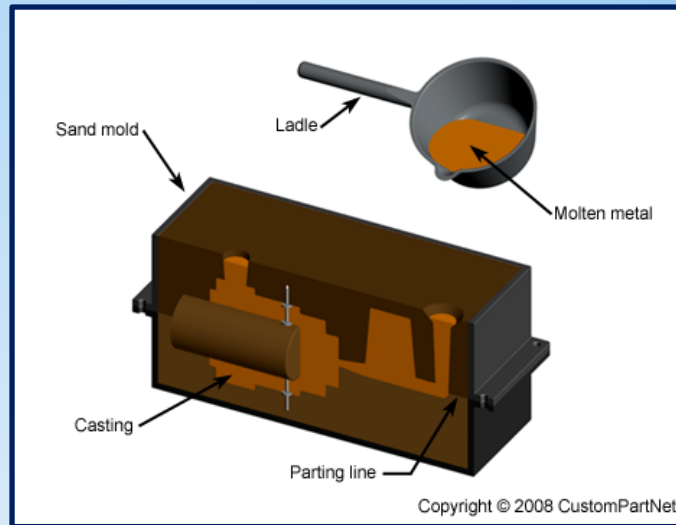
**Disco rotore di 2050kg in
lega IN718
(Forgiatura Morandini)**



**Lingotto diametro 36" in lega IN718
prodotto da ATI Allvac**



**Disco per rotore turbina in IN718
lavorato per controlli US**



Schema di produzione di componenti fusi in stampo di sabbia

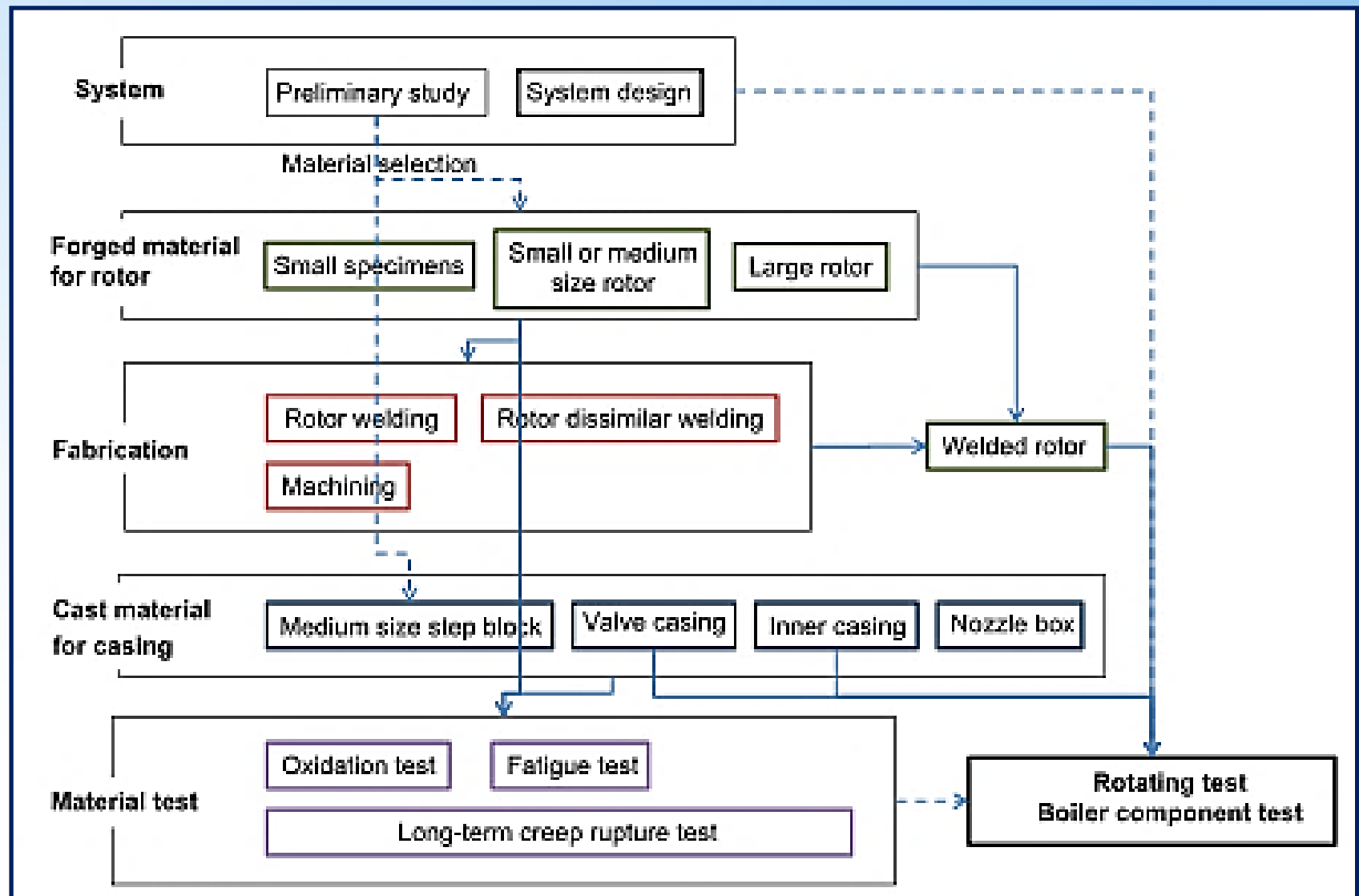
Esempio di corpo valvola in lega IN625 (voestalpine)



Esempio di corpo valvola full-scale
IN617 (Goodwin
Steel Castings Ltd
(UK)



Attività di sviluppo tecnologico per componenti di caldaie e turbine



Project	Year	Country	Potential casting alloys
AD700	1996	Europe	A625 and A617
European Comtes 50+	2003	Europe	A625
US 1400°F project	2001	USA	Haynes 282
Cool Earth [5,9]	2008	Japan	A625
China National 700°C Project	2010	China	A625 & A617
Nextgen Power [8]	2010	Europe	Haynes 282, A263, Inconel 740H, Goodwin G130
MACPLUS	2011	Europe	GoodwinG130
Indian National Project	2010	India	A625
Korean National Project	–	South Korea	To be confirmed

**Materiali investigati per corpi fusi nei vari progetti
internazionali per impianti A-USC**

Materiali per componenti fusi

Alloy name	Ni	Cr	Mo	Co	Nb	Al	Ti	Other
A625	BAL	21.0	9.0	–	3.5	–	–	5% Fe max
A617	BAL	22.0	9.0	12.0	–	1.0	0.5	3% Fe max; 0.006% B
A230	BAL	22.0	2.0	4.0	–	0.3	–	3% Fe max; 14% W
A263	BAL	20.0	6.0	20.0	–	0.5	2.2	0.7% Fe max
Inconel 740H	BAL	25.0	0.1	20.0	1.50	1.35	1.35	3% Fe max; 0.006% B max
Haynes 282	BAL	19.5	8.0	10.0	–	1.4	2.1	1.5% Fe max; 0.005% B max
Goodwin G130	BAL	24.5	0.25	19.5	0.25	1.5	1.45	Ta: Added
Toshiba TOS-3X	Proprietary alloy of Toshiba							

TOS-3X è brevettato da Toshiba ed è simile alla TOS-1X sviluppata per rotori .

Inconel 740H è brevettata da Special Metals Corporation.

Haynes 282 è brevettata da Haynes International.

Alloy G130 è brevettata da Goodwin Steel Castings Ltd.

**Nozzle Box Casting (lega
A617 - peso 1500kg)
realizzato mediante
Induction Feeder System
(brevettato)**



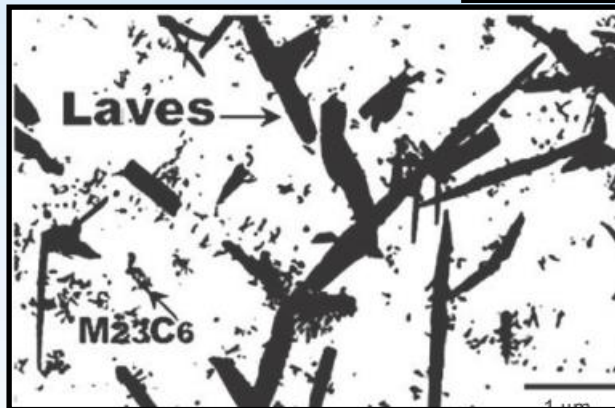
**Cassa turbina HP in A625 HP
(Goodwin Steel Castings Ltd (UK))
{spessore massimo = >400mm;
peso del fuso = 10,500kg}**

Alloy	C	Al	Co	Cr	Fe	Mo	Nb	Ni	Ti	W
617	0,05	1,20	12,0	22,0	<2.0	9,0	-	bal.	0,50	-
230	0,05	0,3	<5.0	22,0	<3.0	2,0	-	bal.	-	14,0
Waspaloy	0,03	1,4	13,5	19,5	<2	4,3	-	bal.	3,0	-
263	0,05	0,4	20,0	20,0	<0.7	6,0	-	bal.	2,2	-
625	0,03	0,4	-	22,0	3,0	9,0	3,5	bal.	0,40	-
706	0,03	0,4	-	16,0	bal.	-	3,0	41	2,00	-
718	0,03	0,6	-	18,5	bal.	3,0	5,3	53	0,90	-

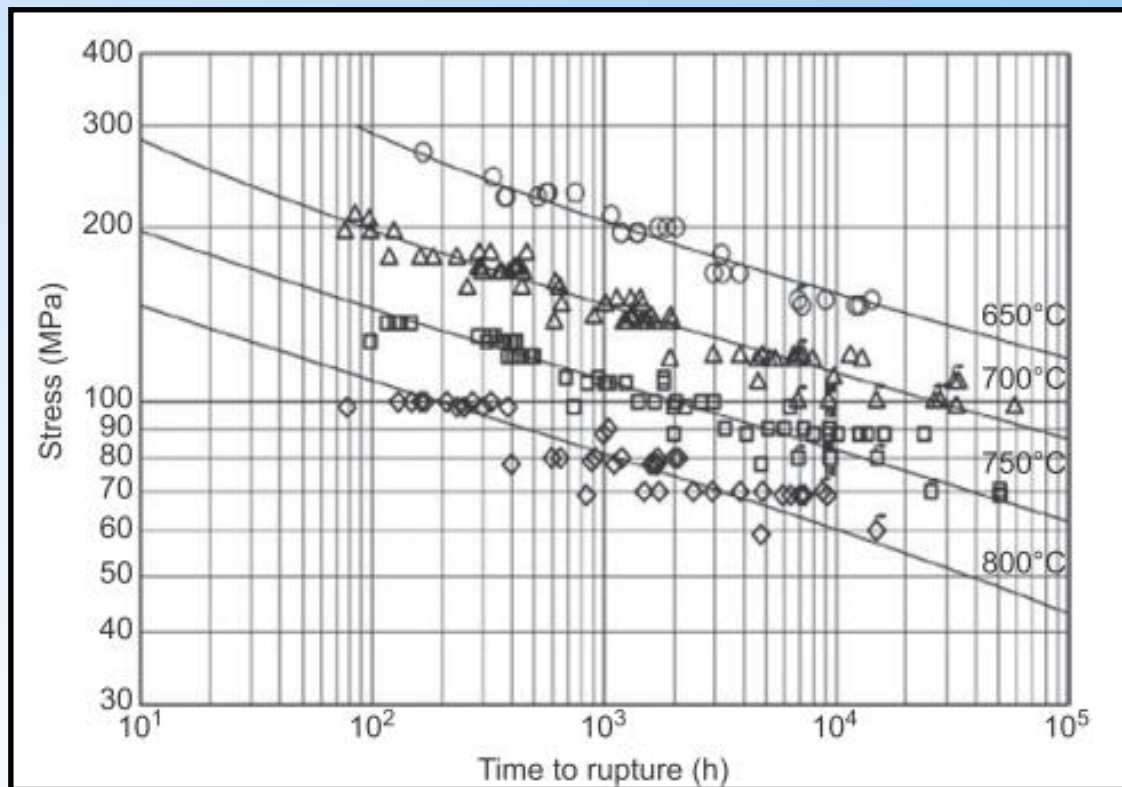
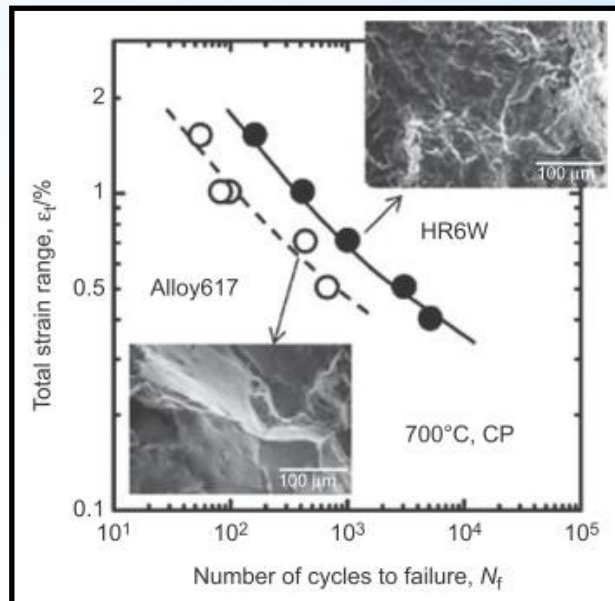
Composizioni chimiche delle principali superleghe

Specifica lega HR6W sviluppata in Giappone da NSSM

WT (%)	C	Si	Mn	Cr	Fe	W	Ti	Nb	B	N	Ni
Min				21,5	20,0	6,0	0,05	0,10	0,0005		
Max	0,1	1,0	1,5	24,5	27,0	8,0	0,20	0,35	0,0060	0,02	Bal.



Microstruttura TEM (replica di estrazione) della lega HR6W invecchiata a 750°C per 3000 h – proprietà di resistenza fatica – proprietà di resistenza creep



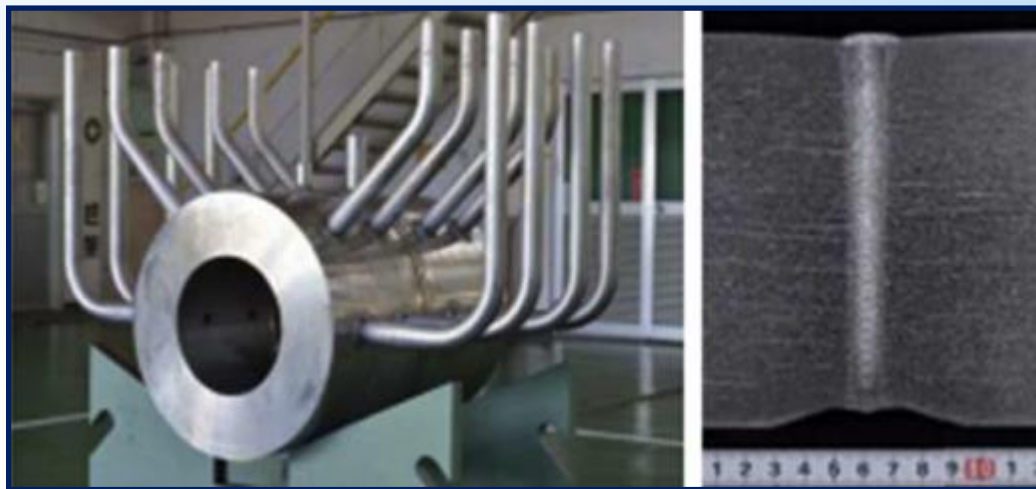


HR6W (Nippon Steel Sumitomo Metals)

Fabbricazione di tubi in HR6W (esempio
di tubo diametro 457mm spessore
60mm)



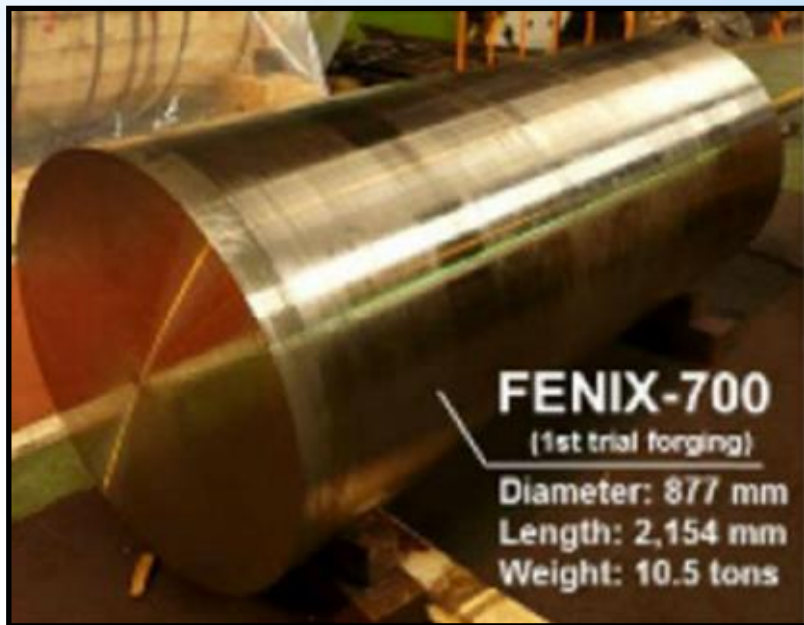
Processo di piegatura con riscaldamento a
induzione di grossi tubi di HR6W
large-diameter pipe



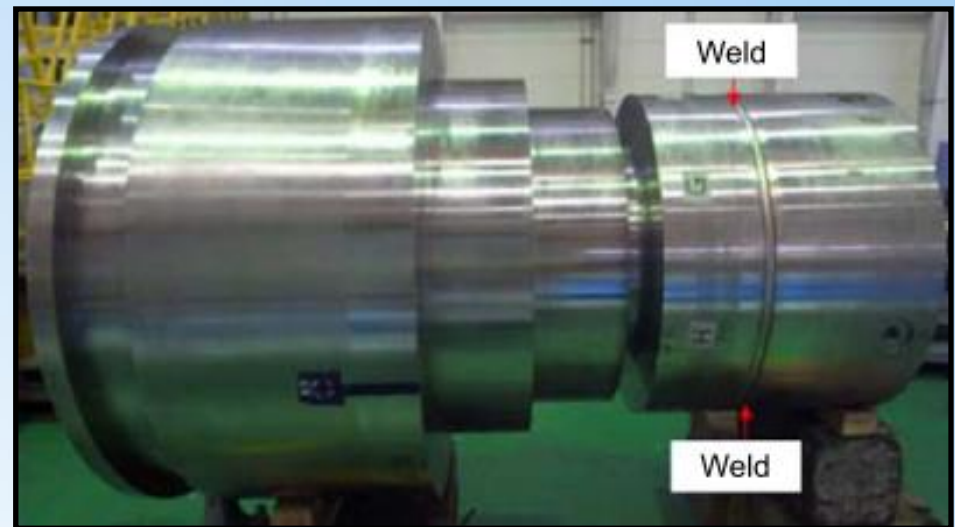
Prototipo di collettore in HR6W e macrostruttura della
sezione della saldatura circonferenziale

Nuove leghe di nichel in fase di sviluppo e caratterizzazione in Giappone

Alloy	C	Ni	Cr	Mo	Co	W	Nb	Al	Ti	Fe
FENIX700	0,01	42	16	–	–	–	2	1,3	1,7	Bal
LTES700R	0,03	Bal.	12	6,2	–	7	–	1,65	1,65	–
USC141	0,03	Bal.	20	10	–	–	–	1,2	1,6	–
USC800	0,04	Bal.	17	6	23	2	–	4	–	–



FENIX-700 prototipo di forgatura

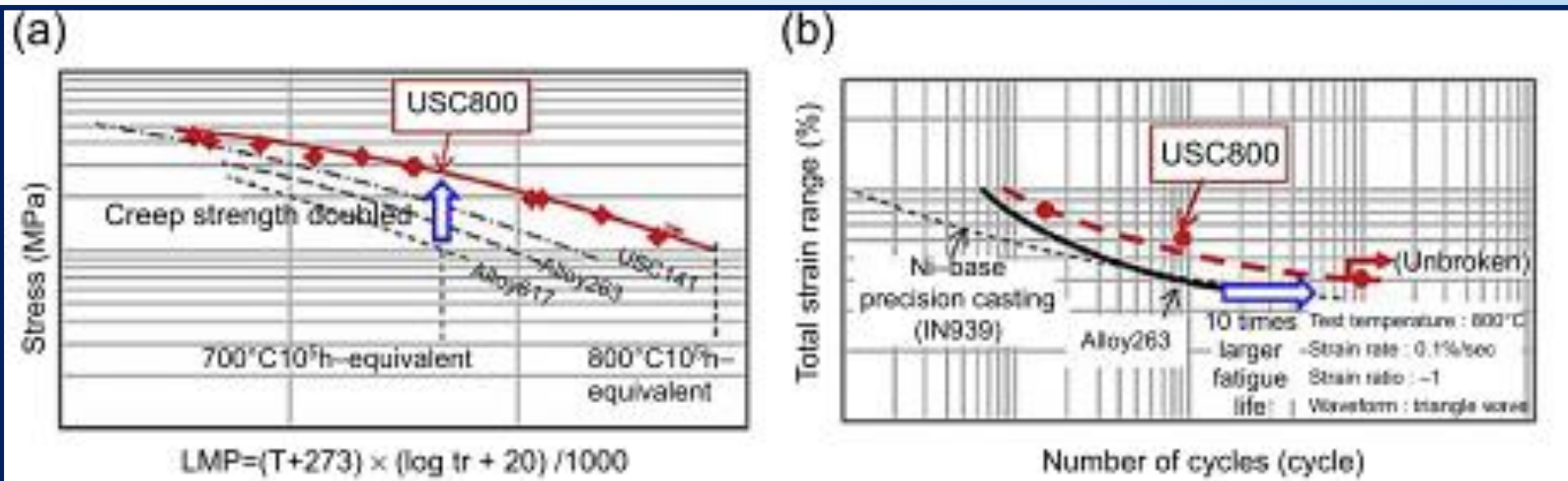
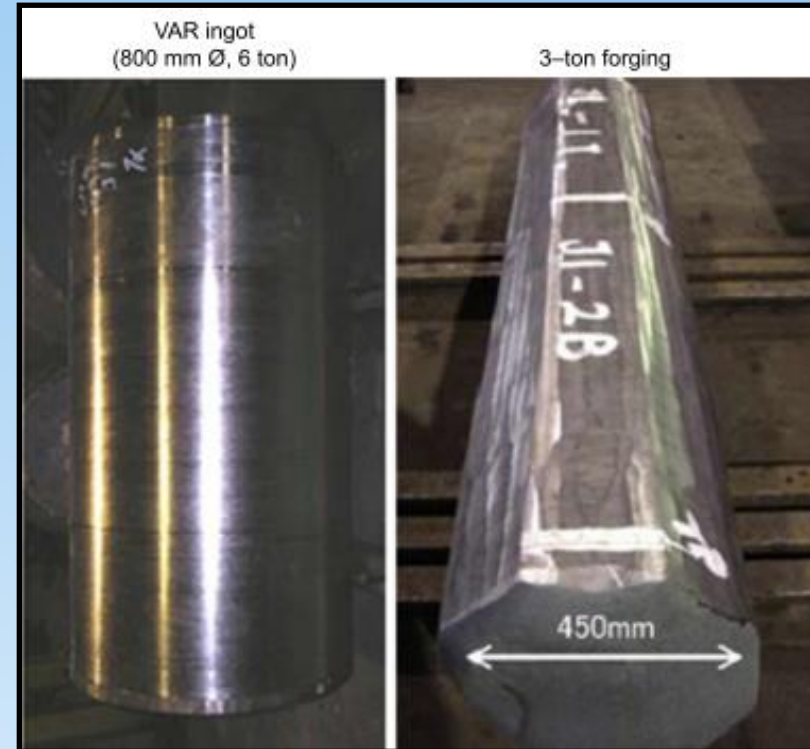


LTES700R prototipo di rotore saldato

Esempi di manufatti in USC800

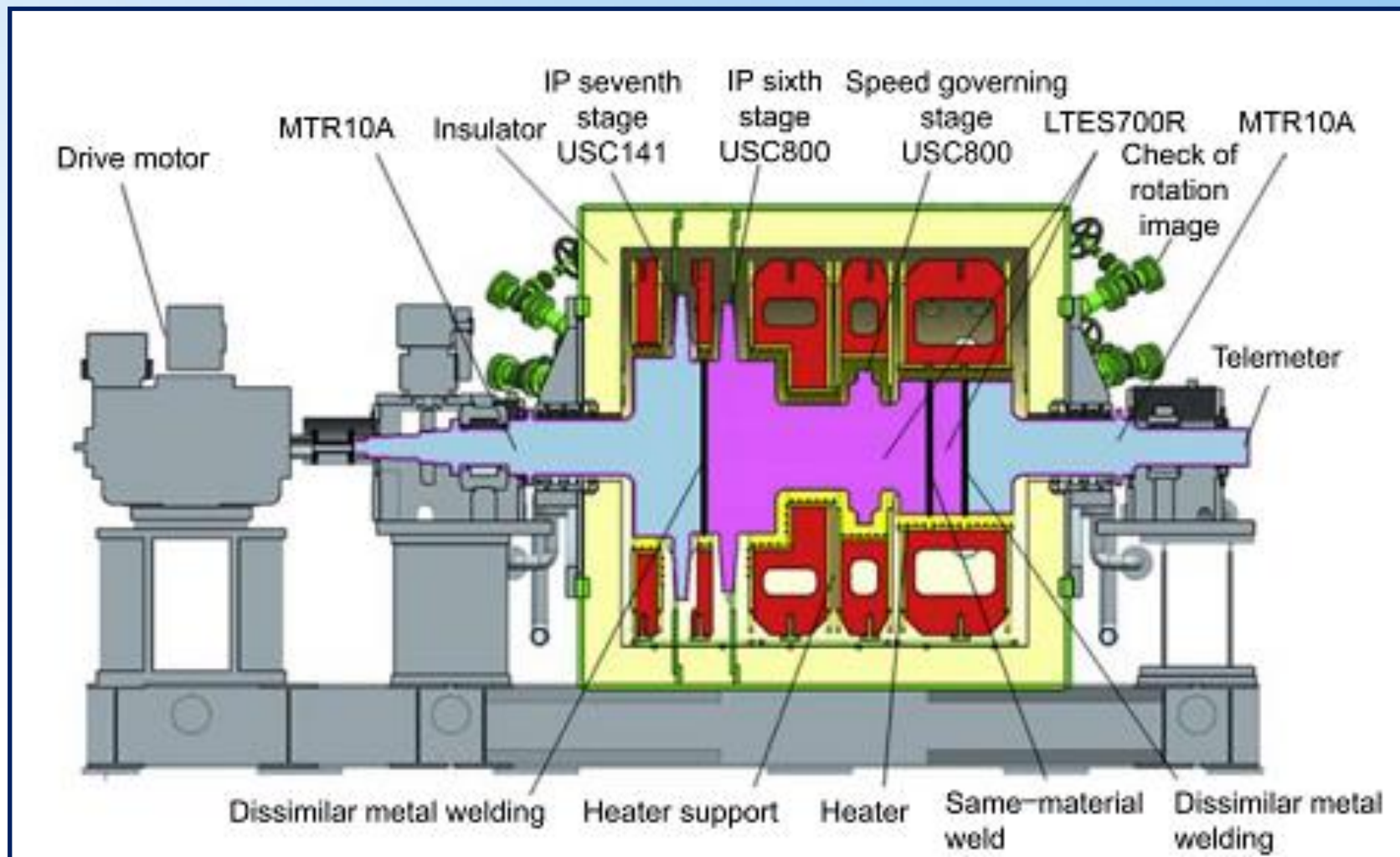


Tubi da 38mm saldati e tubi 50 × 8 mm tubes per surriscaldatori



proprietà di creep e LCF della lega USC800

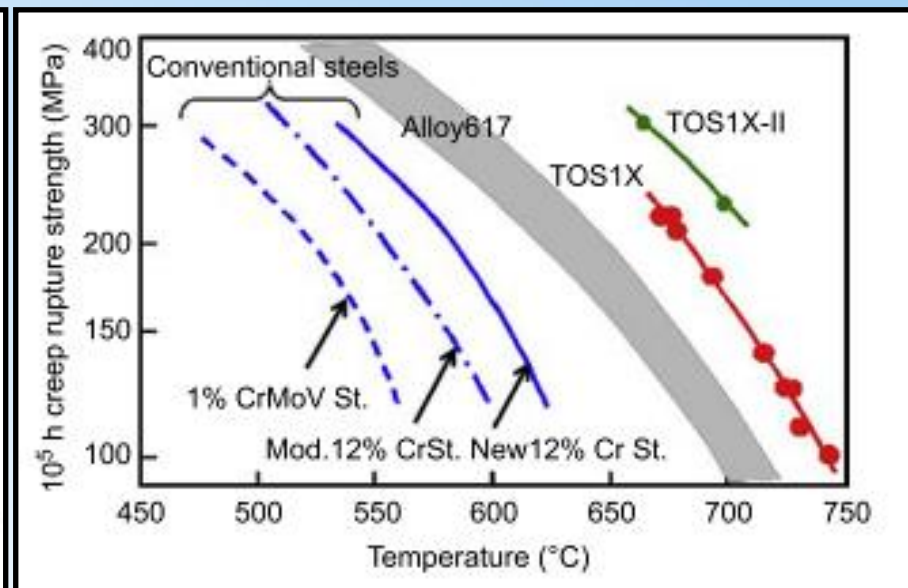
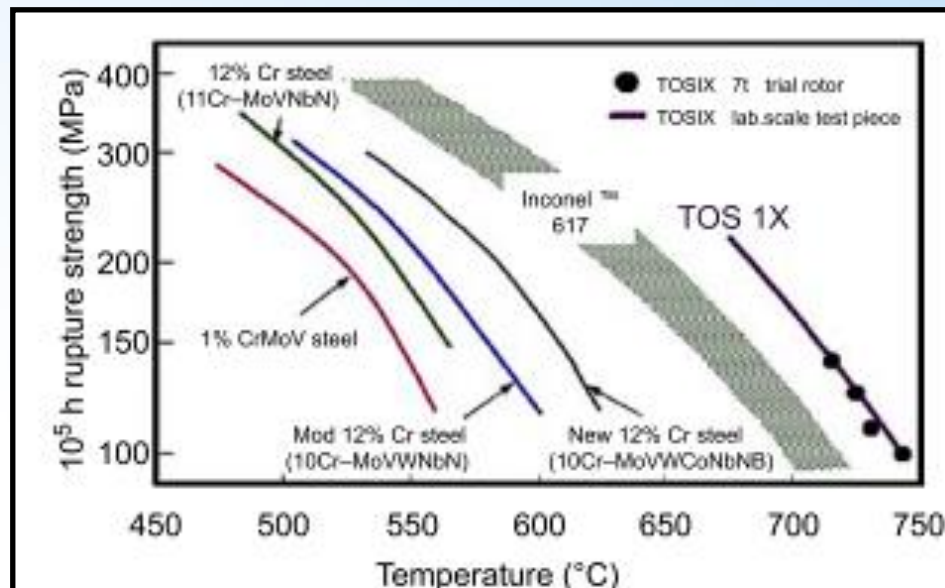
Schema del sistema di prova materiali per parti rotanti (rotori turbina)



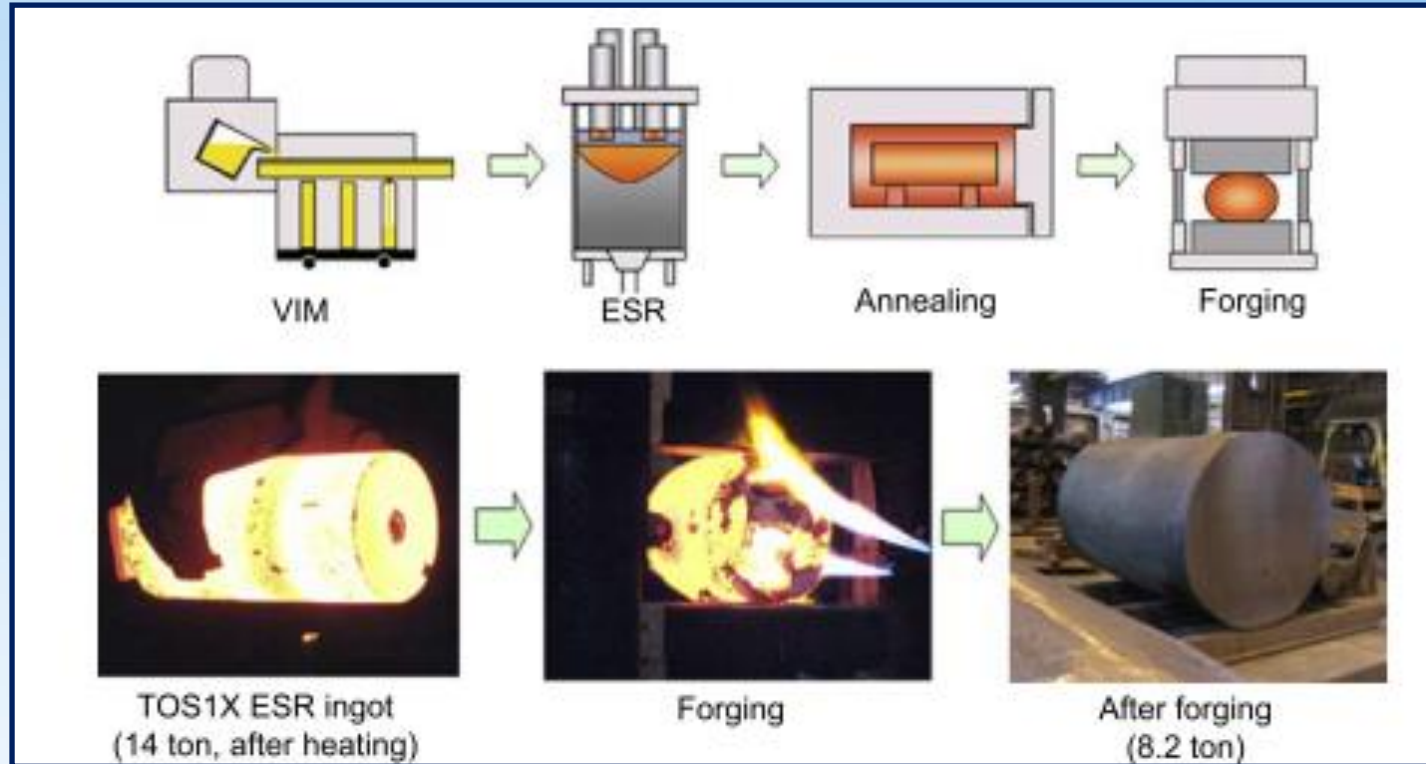
Nuove leghe di nichel in fase di sviluppo e caratterizzazione in Giappone

Alloy	Ni	C	Cr	Al	Ti	Mo	Co	Ta	Nb
617	Bal.	0.05–0.15	20–24	0.8–1.5	<0.6	8–10	10–15	–	–
TOS1X	Bal.	0.05	23	1.6	0.3	9	12.5	0.1	0.3
TOS1X-II	Bal.	0.07	18	1.25	1.35	9	12.5	0.1	0.3

Composizione chimica della lega TOS1X (wt%) e proprietà di creep



Nuove leghe di nichel in fase di sviluppo e caratterizzazione in Giappone



Composizioni chimica di leghe per A-USC in fase di R&D USA

Family	Alloy	Code case (if applicable)	C	Ni	Fe	Cr	Mn	Si	Mo	Co	Al	Ti	B	Others
Solid solution	HR6W	2684	0.07	45	Bal.	23	1.0	0.2				0.10	0.003	W: 7.0 Nb: 0.20
	Alloy 617	N06617	0.07	Bal.	0.5	22	0.3	0.3	9	12.5	1.0	0.40		
	CCA617	N/A	0.06	Bal.	0.3	22	0.1	0.1	9	12	1.2	0.40	0.003	
	Haynes ^b 230	N066230	0.10	Bal.	1.5	22	0.5	0.4	2	0.3	0.3		0.004	W: 14.0 La: 0.02
Gamma prime	NIMONIC ^c 263	N/A	0.06	Bal.	0.1	20	0.1	0.1	6	20	0.45	2.2	0.004	
	INCONEL ^c	2702	0.03	Bal.	1	24.5	0.3	0.15	0.1	20	1.35	1.35	0.001	Nb + Ta: 1.5
	alloy 740H ^c Haynes ^b 282 ^b	N/A	0.06	Bal.	0.2	20	0.05	0.1	8.5	10	1.5	2.1	0.005	

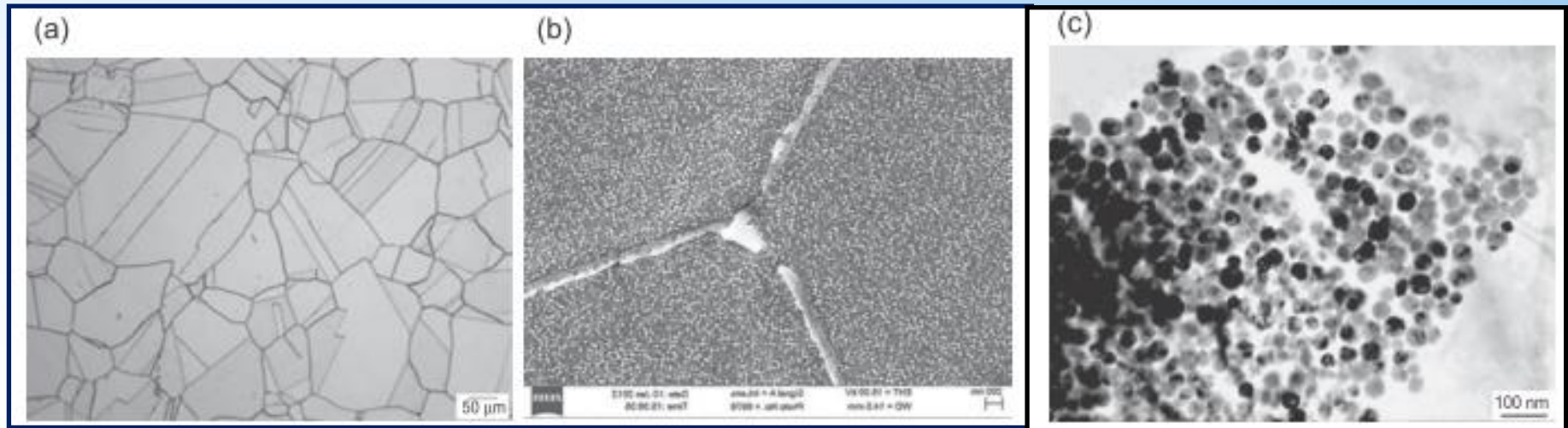
a) Limiti per S e P non sono riportati in tabella.

b) Haynes 230 e 282 sono brevetti di Haynes International.

c) INCONEL, NIMONIC e 740H sono brevetti di Special Metals Corporation (PCC Co.)

Composizione chimica delle leghe IN740 e IN740H (Special Metals USA) a confronto con la specifica UNS N07740

Element	Cr	Co	Al	Ti	Nb	Fe	C	Mn	Mo	Si	Cu	P	S	B
Minimum	23.5	15.0	0.2	0.5	0.5		0.005							0.0006
740	24.5	20.0	0.9	1.8	2.0	0.7	0.03	0.3	0.5	0.5	<0.1	<0.002	<0.002	0.002
740H	24.5	20.0	1.35	1.35	1.5	0.7	0.03	0.3	0.5	0.15	<0.1	<0.002	<0.002	0.002
Maximum	25.5	22.0	2.0	2.5	2.5	3.0	0.08	1.0	2.0	1.0	0.5	0.03	0.03	0.006



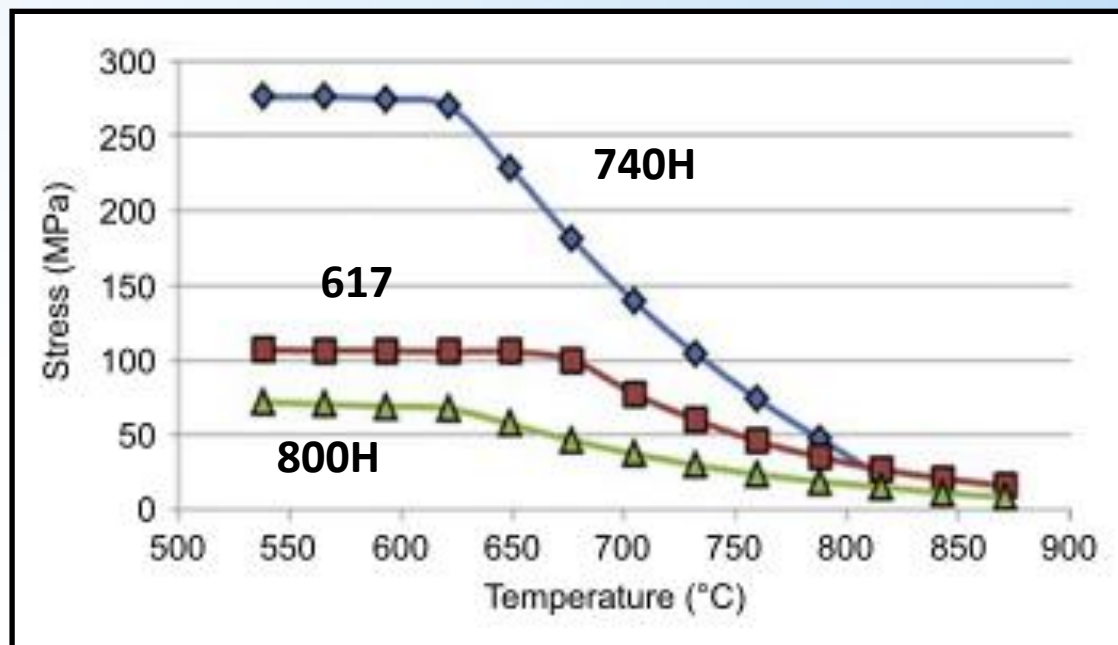
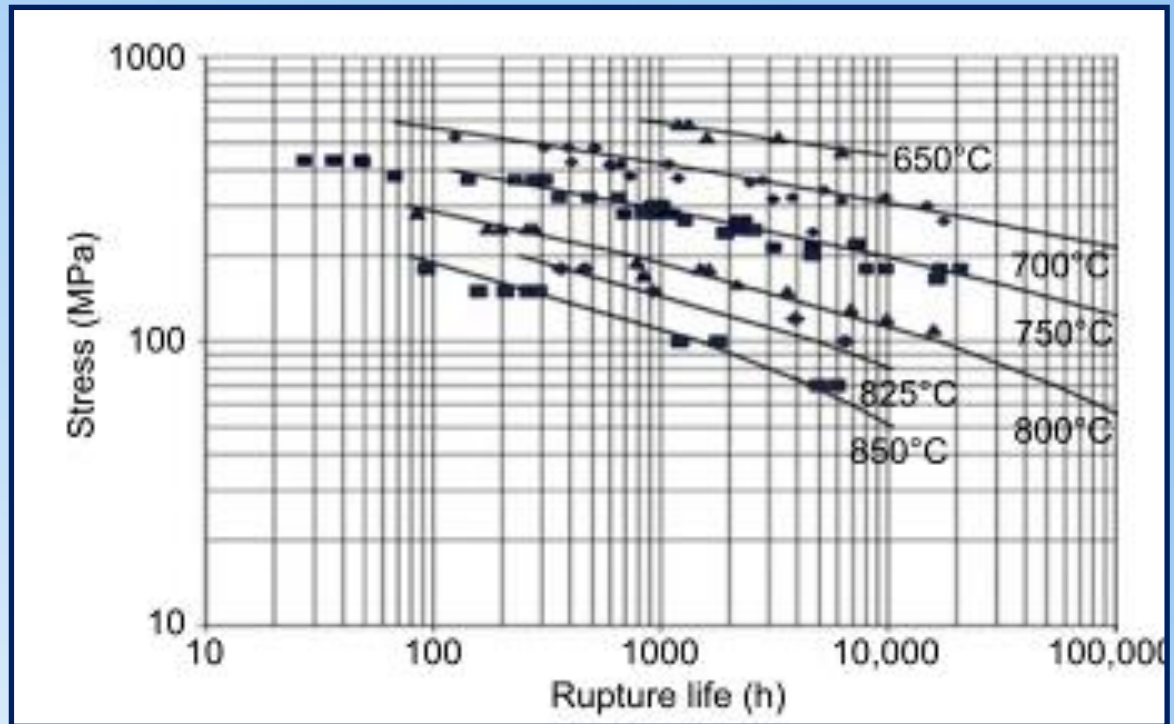
Microstruttura della 740H dopo trattamento di solubilizzazione e invecchiamento :

(a) MO

(b) SEM

(c) TEM

**Proprietà di creep a rottura
della IN740H (dati ORNL e
Special Metals)**



**Carico massimo
ammissibile per le
leghe 800H, 617 e 740H**

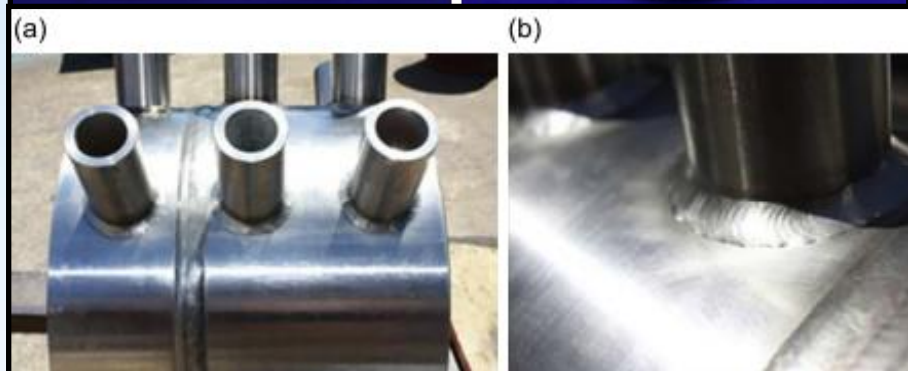
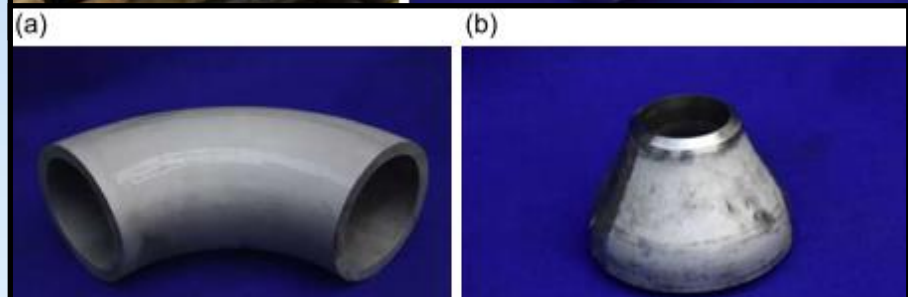
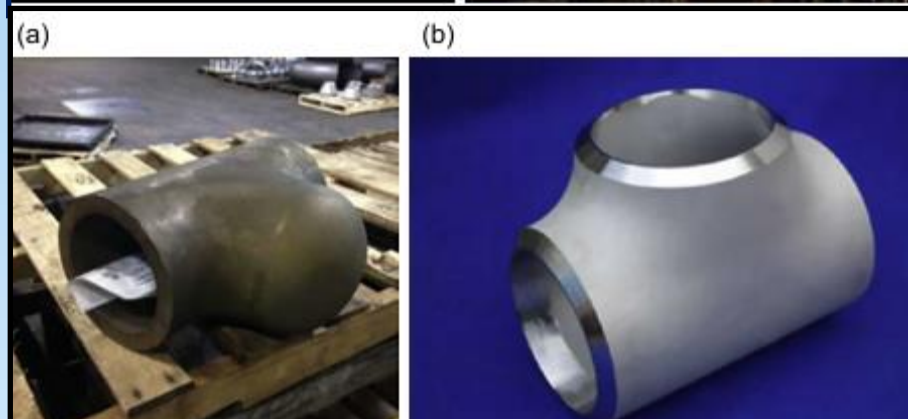
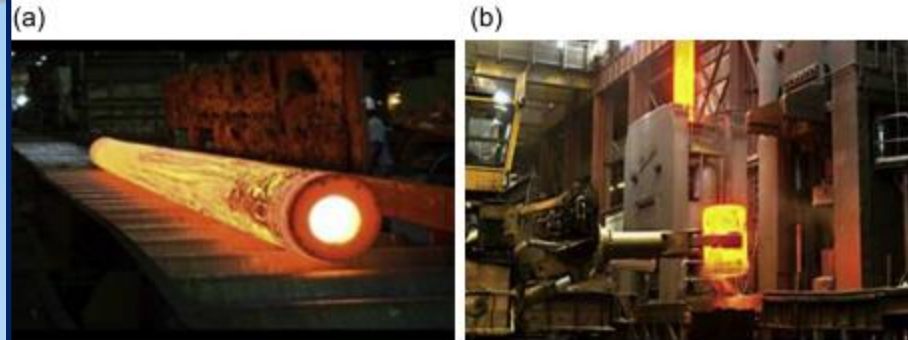
IN740H

**(a) tubo estruso, (b) foratura
verticale ed estrusione
(Wyman-Gordon Houston)**

**(a) componente idroformato
(b) dopo trattamento termico e
lavorazione meccanica**

**(a) curva realizzata a caldo
(b) riduttore formato a freddo**

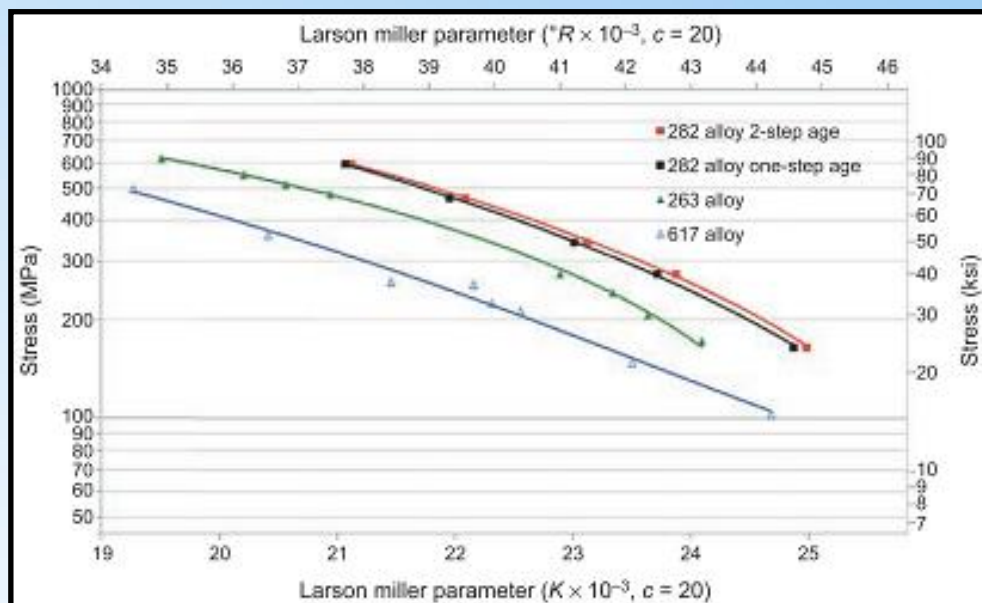
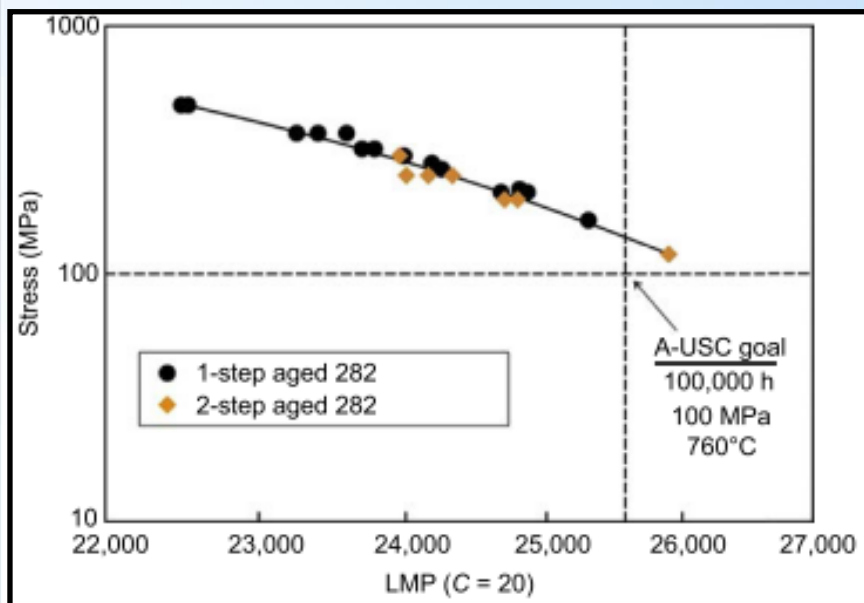
**(a) prototipo di collettore saldato
(b) dettaglio della saldatura**



Composizione chimica della lega Haynes 282 e confronto con altre leghe indurite per precipitazione (wt%)

Alloy	Ni	Cr	Co	Mo	Ti	Al	Fe	Mn	Si	C	B	Other
282	57 ^a	20	10	8.5	2.1	1.5	<1.5	<0.3	<0.15	0.06	0.005	–
Waspaloy	58 ^a	19	13.5	4.3	3	1.5	<2	<0.1	<0.15	0.08	0.006	Zr-0.05
R-41	52 ^a	19	11	10	3.1	1.5	<5	<0.1	<0.5	0.09	0.006	–
263	52 ^a	20	20	6	<2.4	<0.6	<0.7	0.4	0.2	0.06	0.005	Cu <0.2
740H	52 ^a	25	20	0.5	1.8	<0.9	0.7	0.3	<0.5	0.03	0.005	Nb 2

HAYNES 282: confronto delle proprietà di creep in funzione del trattamento di precipitazione



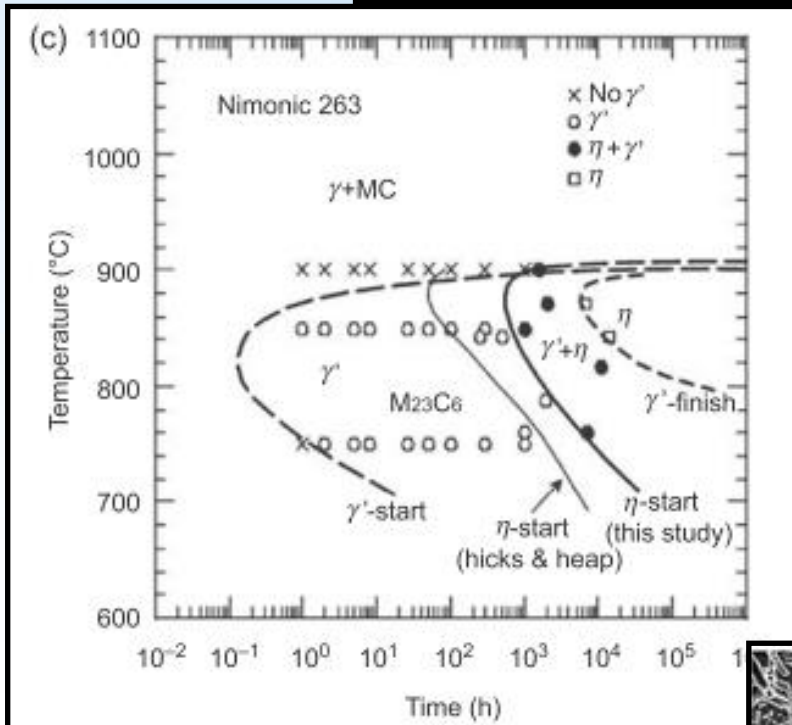
Piccole differenze nella vita a rottura nel campo di temperature 650-816°C



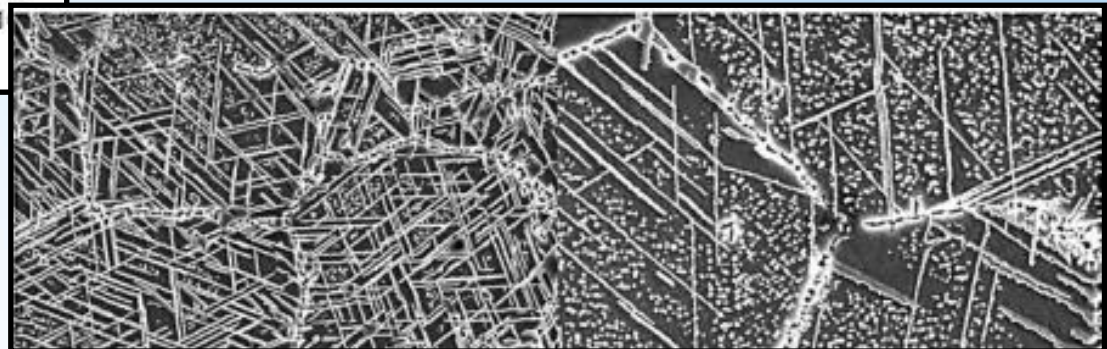
**~ 2700 kg (6000 lb) corpo valvola finito in Haynes 282
(Flowserve, Dayton, Ohio)**

Composizione chimica (%WT) della lega 263 (VDM)

C	Si	Mn	S	Ag	Al	B	Bi	Co
0.04–0.08	<0.40	<0.60	<0.007	<0.0005	<0.60	<0.005	<0.0001	19.0–21.0
Cr	Cu	Fe	Mo	Pb	Ti	Al + Ti		Ni
19.0–21.0	<0.20	<0.7	5.6–6.1	<0.0020	1.9–2.4	2.4–2.8		Balance



Evoluzione microstrutturale della lega 263 dopo prova di creep a 775°C , 115 MPa per 12,601 h



A-USC prototipo saldato di collettore (Alstom Boiler, ora GE Power)

Forming

- Press forming of headers and piping
- Bending of tubing
- Swaging of tube ends

Machining

- Weld grooves for header and pipe longitudinal and circumferential seams
- Socket weld grooves for tube-to-header joints
- Weld grooves for tube circumferential seams

Welding

- Submerged arc welding (SAW) for header and pipe longitudinal and circumferential seam
- Gas tungsten arc welding (GTAW) for tube-to-tube joints
- Shielded metal arc (SMAW) and gas tungsten arc welding (GTAW) for tube-to-header socket joints
- Dissimilar welds



**Composizione nominale della
lega A617 (DIN 2.4663) e
A617B (DIN 2.4673) sviluppate
da VDM**

componenti tipici in A617B

	Alloy 617 ASME SB 168	Alloy 617 [10] VdTÜV data sheet 485	Alloy 617B [13] VdTÜV data sheet 573
UNS	N06617	–	N06617
DIN-No	–	2.4663	2.4673
Ni	≥44.5	Balance	Balance
Cr	20.0–24.0	20.0–23.0	21–23
Co	10.0–15.0	10.0–13.0	11–13
Mo	8.0–10.0	8.0–10.0	8–10
Ti	≤0.6	0.20–0.50	0.25–0.5
Al	0.8–1.5	0.60–1.50	0.8–1.3
B	≤0.006	–	0.001–0.005
Fe	≤3	≤2.00	≤1.5
Mn	≤1.0	≤0.70	<0.5
Si	≤1.0	≤0.70	<0.3
C	0.05–0.15	0.050–0.100	0.05–0.08
P	–	≤0.012	<0.012
Cu	≤0.5	–	–
S	≤0.015	≤0.008	<0.008
V	–	–	≤0.6
Nb	–	–	≤0.6
As	–	≤0.010	–
Bi	–	≤0.010	–



(a) Tubi surriscaldatori



(b) collettore



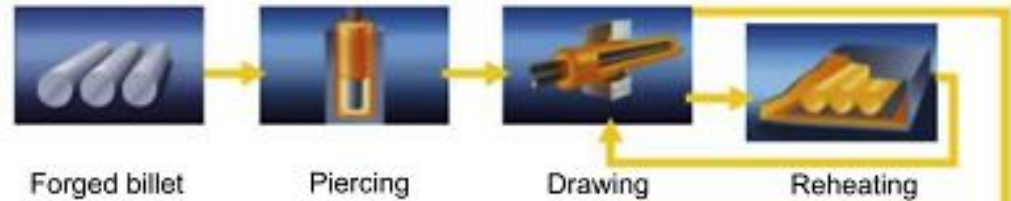
(c) componente forgiato

**schema della linea
produttiva di tubi di
grosso spessore e
diametro
(VDM + Vallourec)**

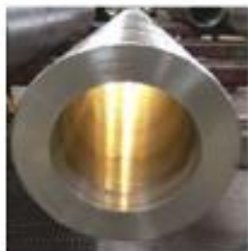
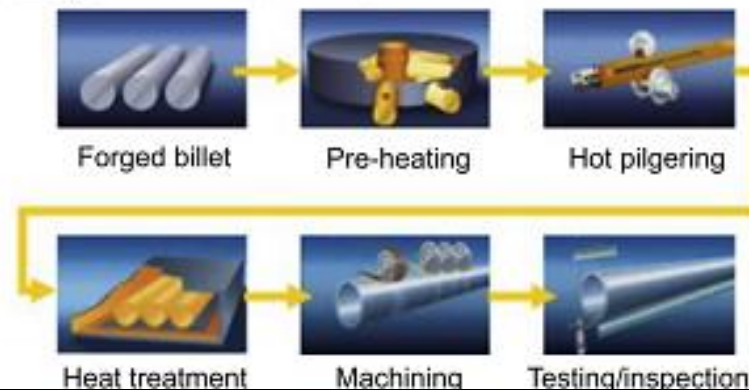
▪ VDM metals: Forged billets (VIM and ESR/VAR)

▪ Vallourec:

— Piercing & drawing (Ehrhardt process) – Vallourec Reisholz



— Hot pilgering (Mannesmann process) – Vallourec Rath



Press and drawing process

Alloy 617

Dimension range
OD 400 – 500 mm
WT 30 – 80 mm

Alloy C 263

Dimension
OD 380 mm
WT 60 mm

Pilger process

Dimension range
OD 340 – 350 mm
WT 72.5 – 85 mm

Dimension
OD 350 mm
WT 72.5 mm

**Dimensioni di tubi di
grosso spessore e
diametro prodotti da
Vallourec**

sequenza produttiva di rotore prototipale di diametro 1000mm in lega 263

Schema di rotore saldato in superlega A263 +
acciaio COST F per turbina IP di impianto A-USC





A263: prove di saldature omogenee



prove di saldatura disomogenea A263 + COST F Ø500 mm.

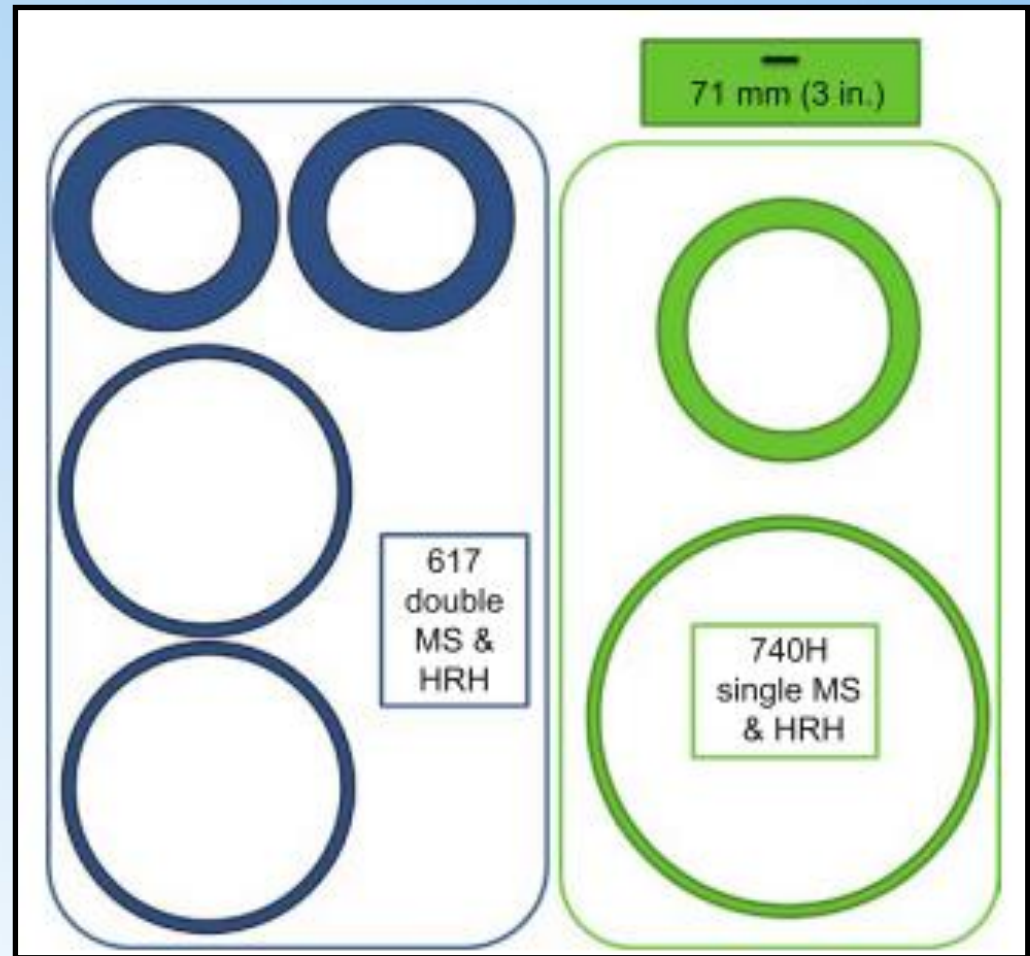
a) Componenti prima della saldatura, b) processo di saldatura, c) giunto saldato

IN617 indurimento per soluzione solida
IN740H indurimento per precipitazione

Confronto di tubazioni in lega A617 e 740H per impianti vapore A-USC 700°C.

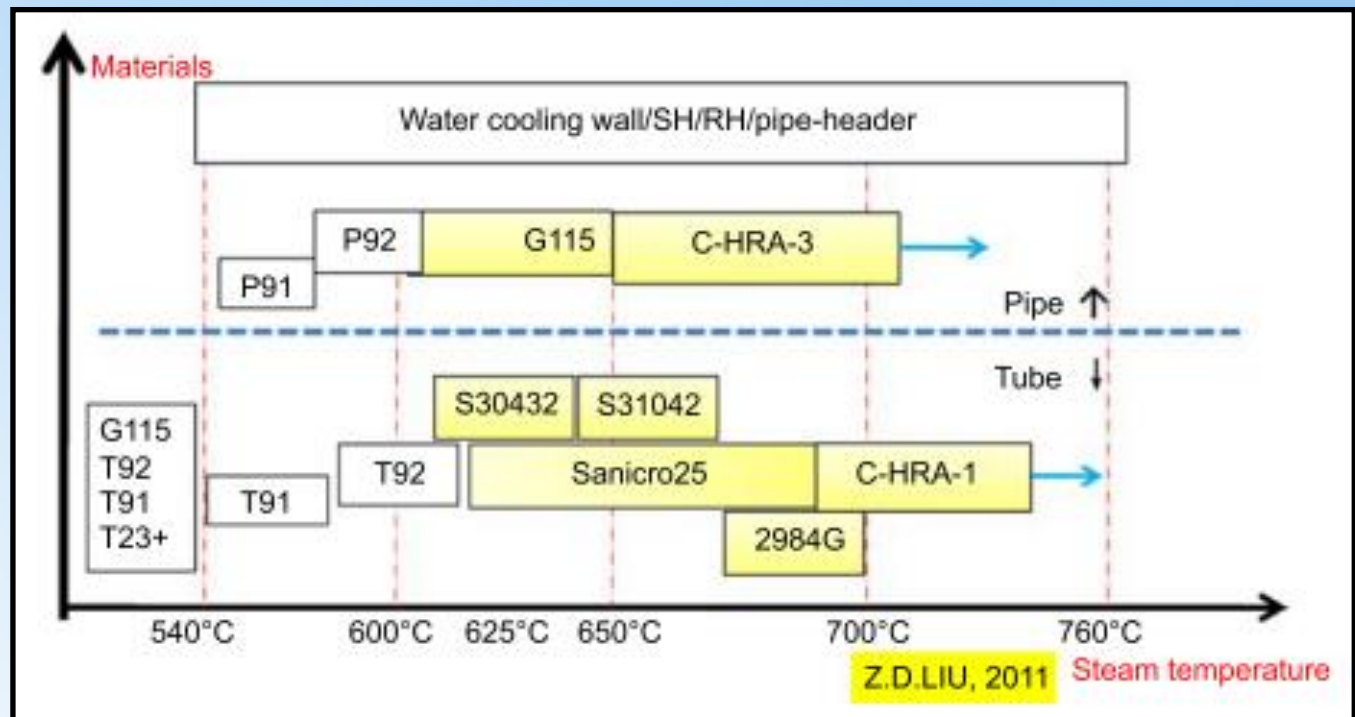
Il sistema che prevede l'utilizzo della A617 necessita di due linee principali vapore e di due tubi hot-reheat per evitare spessori >75 mm e problemi in estrusione. Viceversa con la lega IN740H è possibile realizzare il sistema con una sola linea principale vapore ed un solo hot-reheat per le sue caratteristiche meccaniche e di fabbricabilità.

(after J. Shingledecker, et al., U.S. Program on advanced ultrasupercritical power plant materials – the economy of using advanced alloys, in: Proceedings to the IEA Clean Coal Centre Workshop: Advanced Ultrasupercritical Coal-fired Power Plants. Vienna, Austria, September 19–20, 2012).



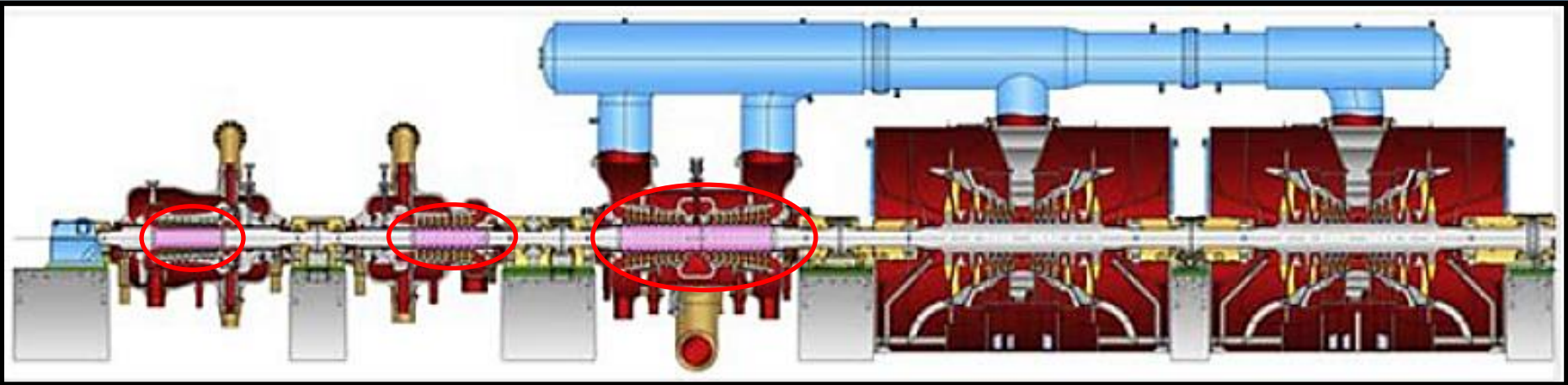
Programma A-USC Cinese

**Materiali candidati
per caldaia A-USC
700°C in Cina**



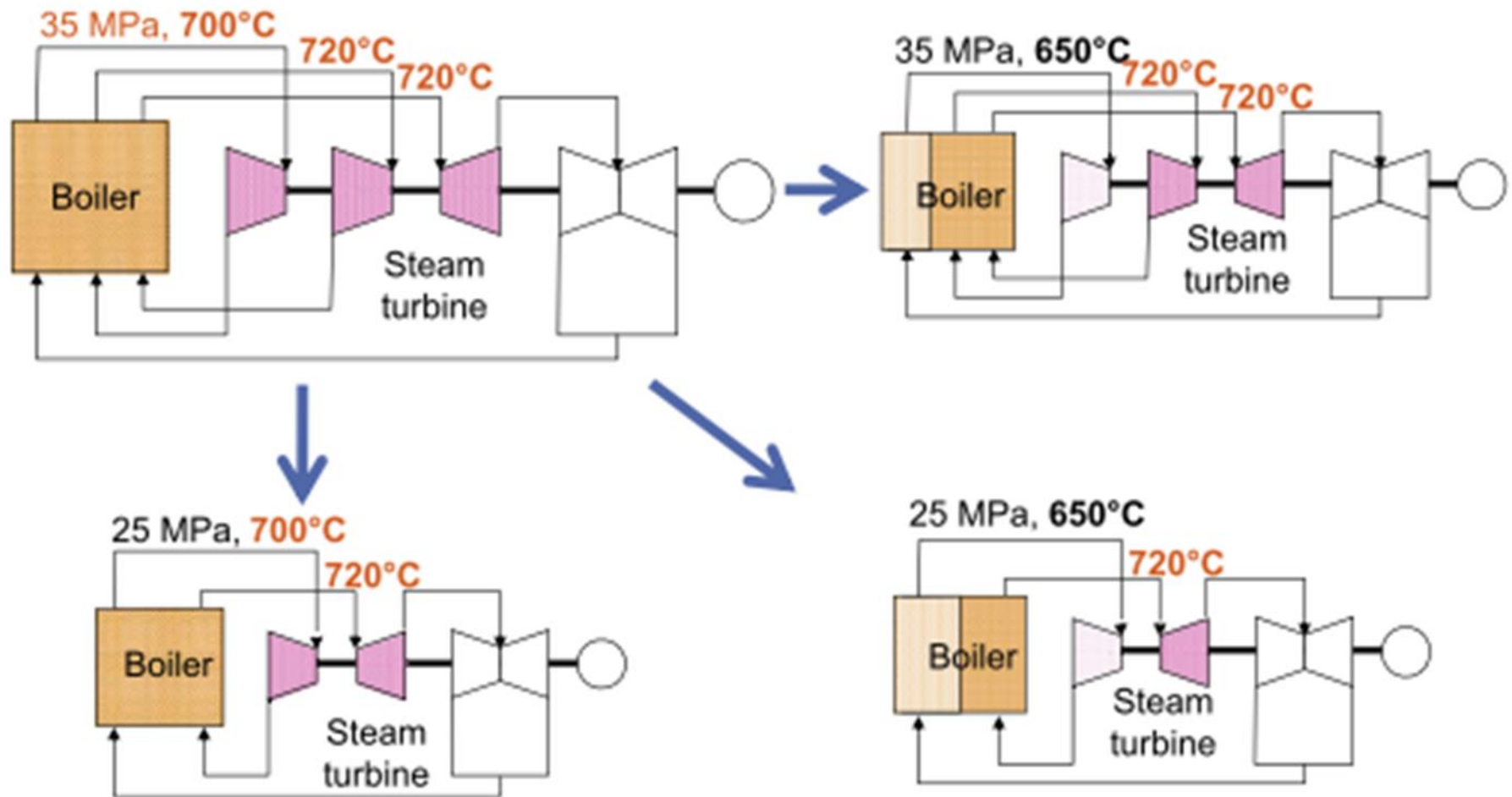
Alloy	C	Cr	Mo	W	Co	Nb	V	Al	Ti	B	Cu	Ni	Others
G115	0.08	9		3.0	3.0	0.05	0.20			0.015	1.0		Others
Sanicro25	0.08	22.5		3.6	1.5	0.50					3.0	25	Others
2984G	0.06	19	2.0			1.00		0.4	1.0			43	33Fe
C-HRA-3	0.06	22	9.0		12			1.0	0.4	0.003		55	Others
C-HRA-1	0.02	25	0.5		20	1.50		1.47	1.36	0.005	0.02Zr	Bal	Others

Composizioni chimiche ipotizzate per 700°C A-USC in Cina

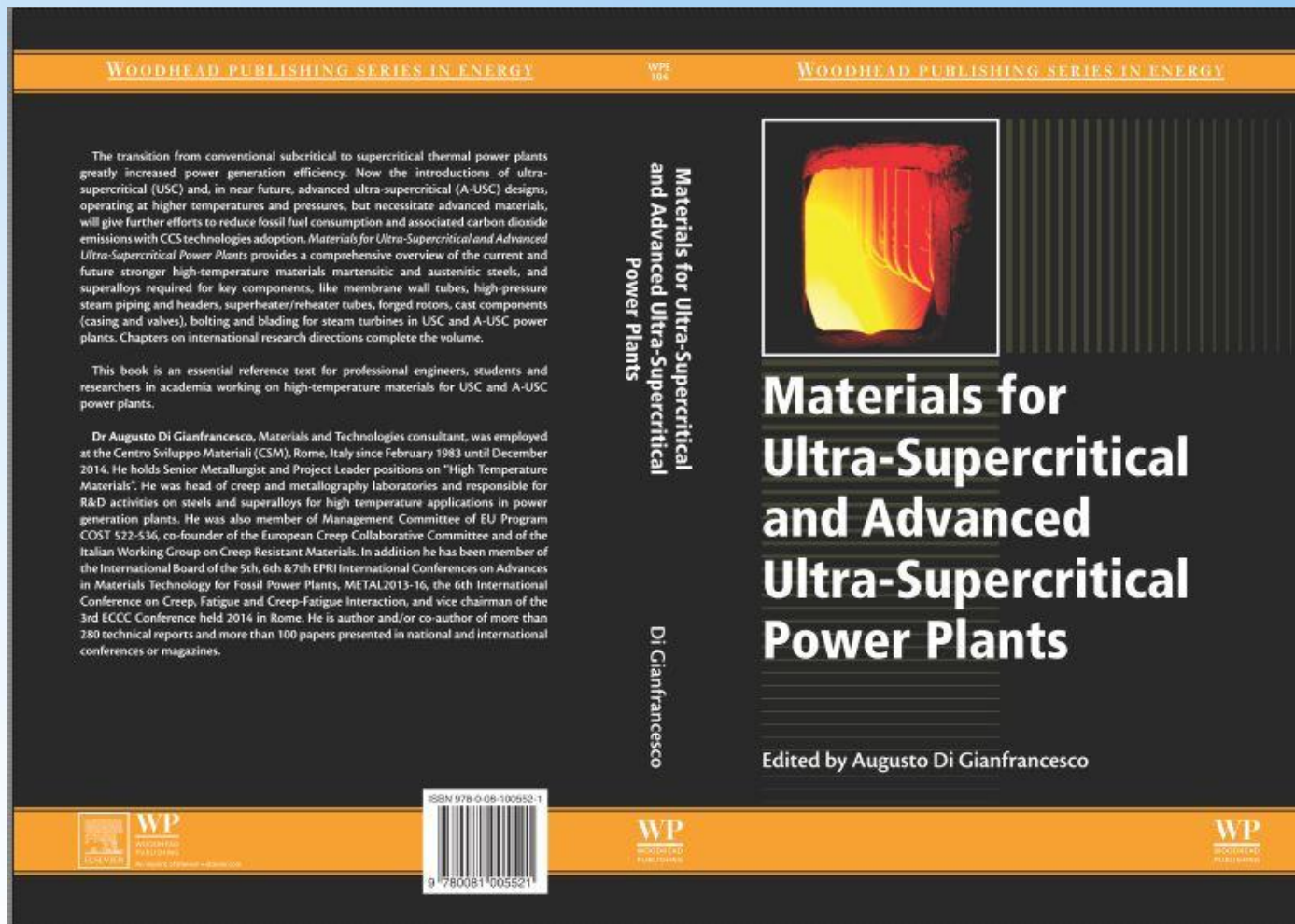


Schema Toshiba per una turbina vapore da 1000MW: 5 rotori e casse turbine allineate in tandem. Da sinistra: 1 turbine ad altissima pressione (VHPT), 1 turbina ad alta pressione (HPT), 1 turbina di media pressione a doppio flusso (IPT) e 2 turbine di bassa pressione. Le parti rotoriche in rosa sono previste in leghe di nichel in fase di sviluppo.

Possibili configurazioni di impianti A-USC



Ulteriori informazione possono essere reperite nel volume



Edito da Elsevier 2016

<https://www.elsevier.com/books/book-series/woodhead-publishing-series-in-energy>

- Dopo i precedenti eventi Londra 2005, Zurigo 2009, Roma 2014, Dusseldorf 2017
- **5° ECCCC Conference – ECCCC2020 si terrà ad Edinburgh-UK 13-17 Settembre 2020**





**Grazie per la
vostra cortese
attenzione**

Compusystem srl

P.IVA 0433290100

CCIAA 754693 - Iscr. Trib. Roma n° 6503/92

Ufficio: Via Giovanni Armandi 64, 00126 Roma, ITALY

Referente: Dr. Sergio BUDANO (CEO)

Telefono: +39 347 5204239

Email: s.budano@compsyst.it

Consulente: Ing. Augusto Di Gianfrancesco

Telefono: +393282894914

Email: a.digianfrancesco@libero.it

Consulente: Francesco Troiani

Telefono: +393334180926

Email: franc.troiani@gmail.com