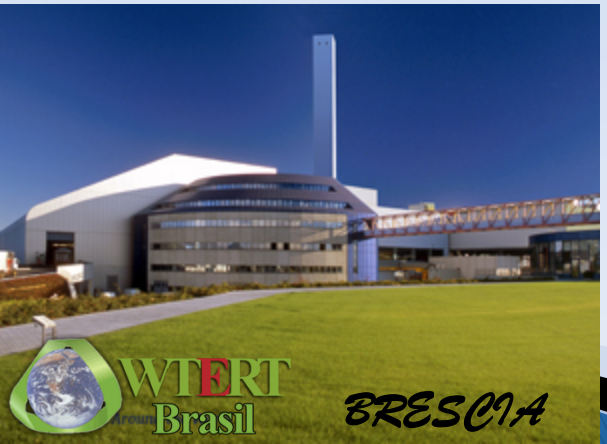
Usinas Termelétricas movidas a Resíduos Sólidos Urbanos de alta Eficiencia Ciclos Híbridos Biogás e RSU

APRESENTAÇÃO NA COPPE/UFRJ

Sergio Guerreiro Ribeiro
www.wtert.com.br
WTERT-BRASIL
28-11-2014

Usinas Termelétricas movidas a Resíduos Sólidos Urbanos de alta Eficiencia

Sergio Guerreiro Ribeiro
WTERT- Brasil



WTERT Waste-to-Energy Research and Technology Council

Advancing Sustainable Waste Management

Prof. Nickolas J. Themelis
EARTH ENGINEERING CENTER (EEC)
COLUMBIA UNIVERSITY EM NY-2003

PESQUISA E TECNOLOGIA GERAÇÃO DE ENERGIA COM RESÍDUOS

PRINCIPAL MISSÃO → INFORMAÇÃO IMPARCIAL → CREDIBILIDADE

12 PAÍSES

WTERT Germany

ΣΥΝΕΡΓΕΙΑ WTERT Greece - Ελλάς

WTERT China

WTERT Canada

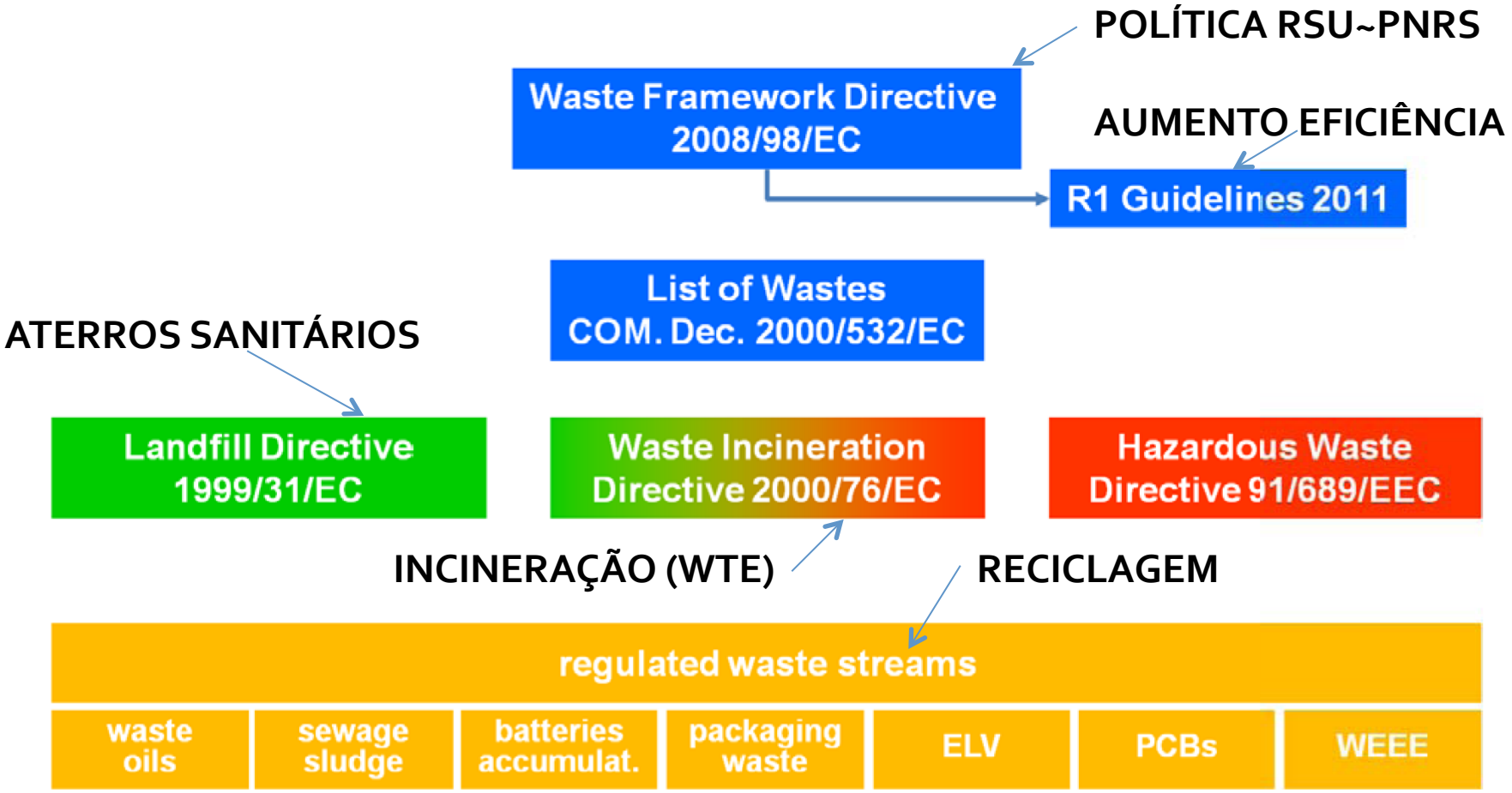
CANADIAN ENERGY-FROM-WASTE COALITION

WTERT Japan

WTERT Brasil 2010

REINO UNIDO, FRANÇA, ITÁLIA, ÍNDIA e MÉXICO 2011

EU Legislative Framework on Waste



CONSEQUENCIA → ATERROS BARATOS (BAIXA QUALIDADE)
WTE →VIABILIDADE ECONOMICA→ TAXAS DE DISPOSIÇÃO BAIXAS
MAS PREÇOS DA ELETRICIDADE TÉRMICA ESTÃO MAIORES

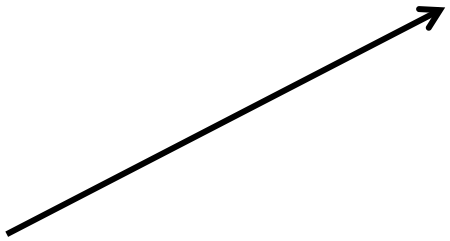
MAIOR EFICIÊNCIA AJUDA A VIABILIZAR WTE

HIERARQUIA PARA GERENCIAMENTO DOS RSU (ECC, COLUMBIA UNIV. 2008)

WTERT Brasil

Strategy of waste management in EU27 and Germany

- Avoidance of land filling of untreated waste
- Increase of recycling and material recovery
- Environmentally sound and high efficient energetic utilization of the residual waste



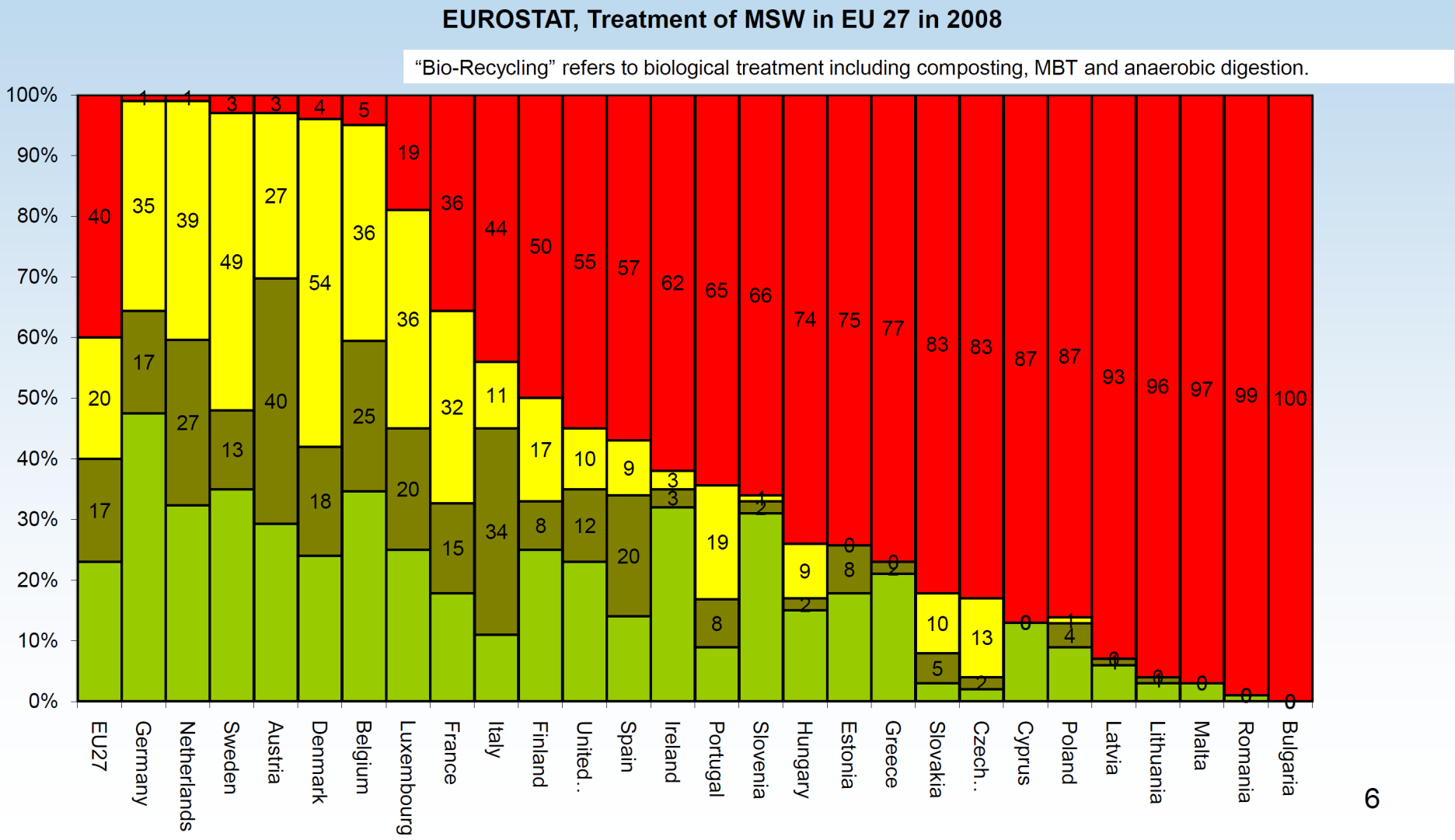
Data source: eurostat

ATERROS ACABARAM (ORGANICOS)
WTE E RECICLAGEM AUMENTARAM

Treatment of MSW in the EU 27 in 2008

Source: EUROSTAT

Recycling | „Bio-Recyling“ | Thermal Treatment | Landfilling



DIRECTIVA 2008/98/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO

de 19 de Novembro de 2008

relativa aos resíduos e que revoga certas directivas

Importa, em conformidade com a hierarquia dos resíduos e para efeitos de redução das emissões de gases com efeito de estufa provenientes da eliminação de resíduos em aterros, facilitar a recolha selectiva dos bio-resíduos e o seu tratamento adequado a fim de produzir composto e outros materiais ambientalmente seguros. A Comissão, após ter efectuado uma avaliação da gestão dos bio-resíduos, apresentará propostas de medidas legislativas, se necessário.

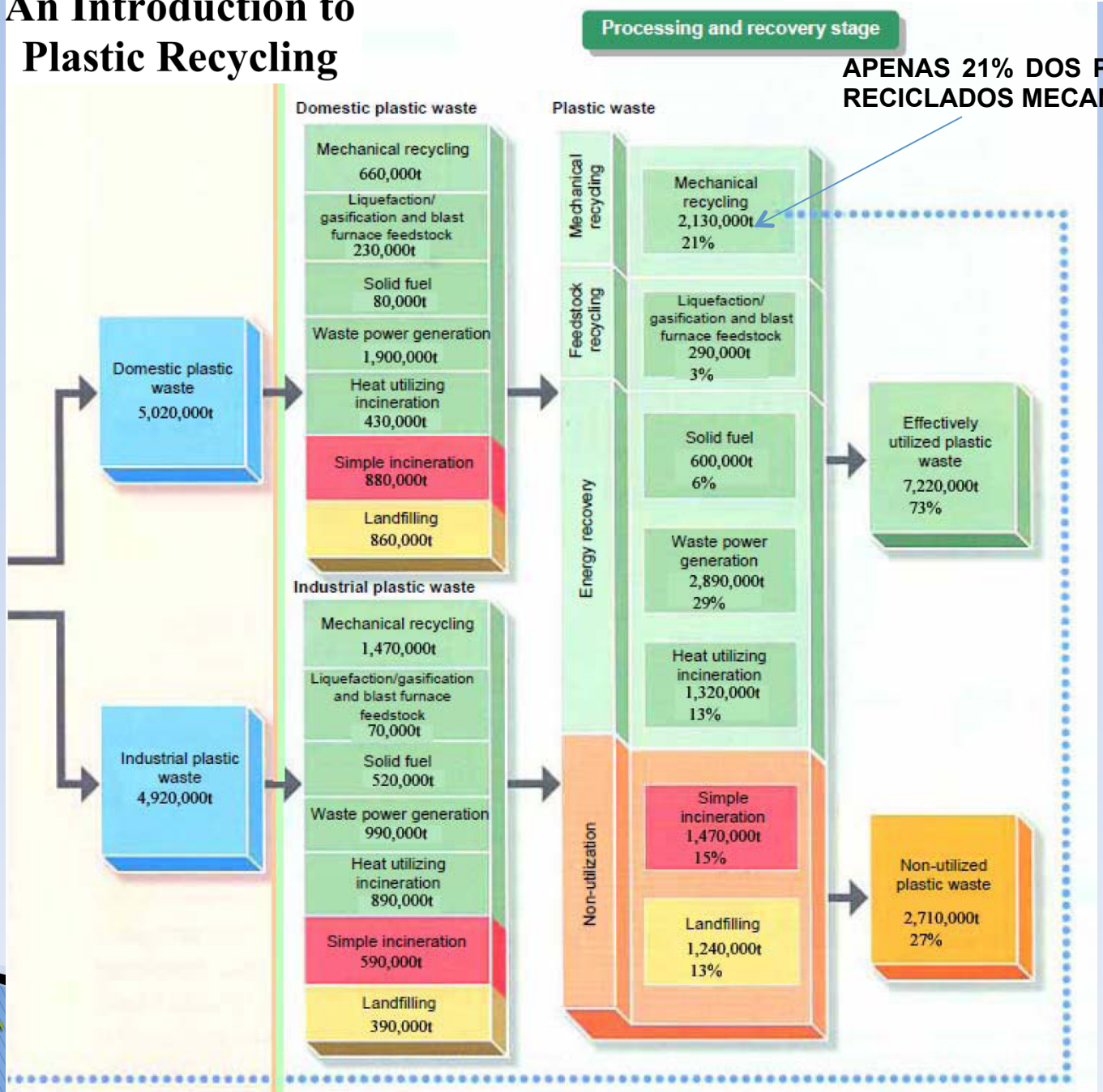
«Bio-resíduos», os resíduos de jardim biodegradáveis, os resíduos alimentares e de cozinha das habitações, dos restaurantes, das unidades de catering e de retalho e os resíduos similares das unidades de transformação de alimentos;

WTERT Brasil

Reciclagem dos Plásticos no Japão - 2009

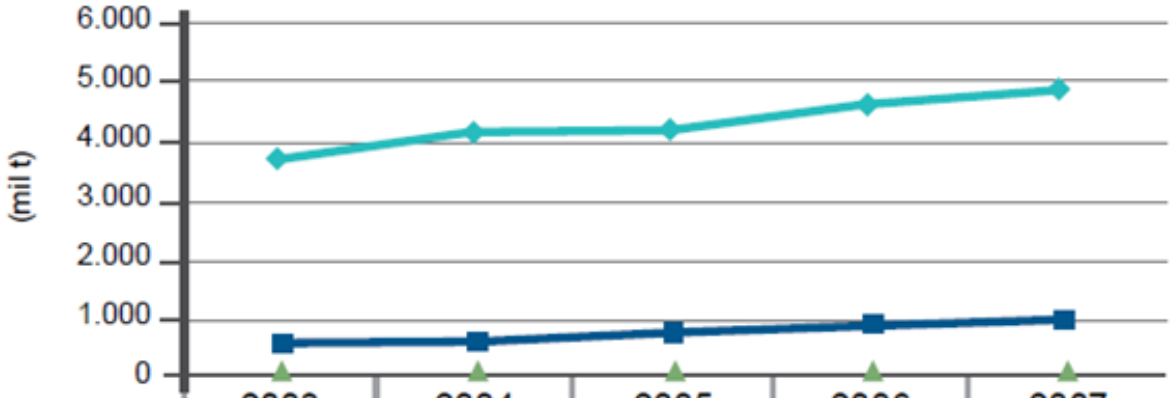
Plastic Waste Management Institute

An Introduction to Plastic Recycling



WTERT Brasil

Figura 6.3.2.8 – Evolução dos índices de Reciclagem Mecânica de Plásticos (Irmp) no Brasil de 2003 a 2007



	2003	2004	2005	2006	2007
Consumo Aparente de Transformatos Plásticos* (mil t)	3.840	4.249	4.240	4.562	4.959
Quantidade Total de Plásticos Reciclados** (mil t)	703	745	860	914	962
Índice de Reciclagem Mecânica – IRMP (%)	18,3		20,3	20,0	19,4

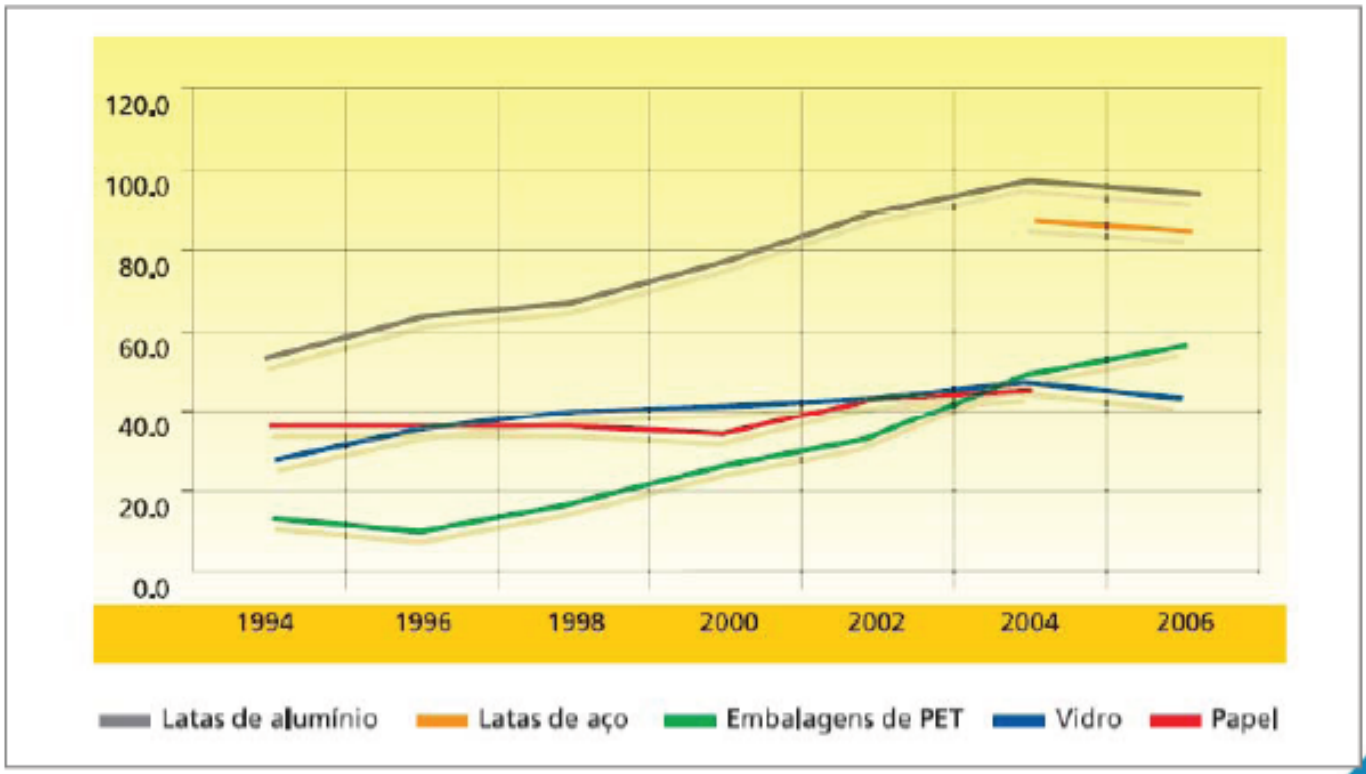
*Fonte: * ABIPLAST – Associação Brasileira da Indústria de Plástico*
*** Plastivida – Instituto Sócio Ambiental dos Plásticos*

Eng. SÍLVIA MARTARELLO ASTOLPHO
Dep. de Pesquisa e Desenvolvimento em Resíduos – DPDR

NATIONAL MEMBER OF ISWA International Solid Waste Association

abrelpe

EVOLUÇÃO DOS ÍNDICES DE RECICLAGEM

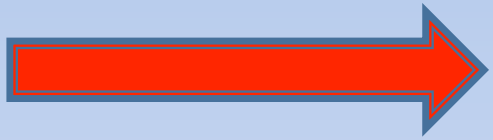


WTERT Brasil

abrelpe

NA FINLANDIA EXISTE A COLETA SELETIVA DE PLASTICO NÃO RECICLAVEL PARA A FABRICAÇÃO DE CDR (COMBUSTIVEL DERIVADO DE RESÍDUOS)

PAPEL/PAPELÃO

METAIS  INDÚSTRIA

VIDRO

PETS

$ (SEPARAÇÃO NA ORIGEM MELHORA)

PROBLEMA→ ORGÂNICOS (POLUIÇÃO)

PLÁSTICOS NÃO RECICLÁVEIS (DESPERDÍCIO)

LIXO RESIDUAL (ATERROS)

LIXO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (COMLURB)

Tabela 3 – Contribuição por AP

DIRETORIA TÉCNICA E INDUSTRIAL - DIN
GERÊNCIA DE PESQUISAS APLICADAS - IGP

2009

COMPONENTES (%)	AP 1	AP 2.1	AP 2.2	AP 3.1	AP 3.2	AP 3.3	AP 4	AP 5.1	AP 5.2	AP 5.3	Mp	PESO TOTAL EM Kg POR COMPONENTE
PAPEL	11,04	16,46	12,06	11,56	12,76	11,95	10,53	11,51	9,23	8,01	11,65	1.752,98
PAPELÃO	3,62	3,79	2,78	2,84	3,13	3,01	2,60	2,91	2,43	3,45	3,02	454,46
TETRA PACK	1,29	1,18	1,54	1,48	1,64	1,45	1,36	1,37	1,38	1,35	1,41	211,65
TOTAL (PAPEL)	**15,95**	**21,43**	**16,38**	**15,88**	[illegible]	[illegible]	**14,50**	**15,79**	**13,04**	**12,80**	**16,08**	**2.419,09**
PLÁSTICO DURO	4,37	4,38	3,41	5,43	3,45	3,85	3,66	3,41	3,40	3,63	3,85	579,73
PLÁSTICO FILME	13,08	15,73	15,71	16,[illegible]	3,98	14,25	1[illegible]27	15,12	14,48	16,42	14,97	2.251,84
PET	1,41	1,74	1,50	1,2[illegible]	1,6[illegible]	1,[illegible]4	1,62	1,41	1,24	1,38	1,49	223,54
TOTAL (PLASTICO)	**18,86**	**21,84**	**20,61**	**23,47**	**18,69**	**19,74**	**20,55**	**19,94**	**19,12**	**21,42**	**20,31**	**3.055,12**
VIDRO INCOLOR	1,52	2,11	1,52	1,29	1,[illegible]	1,[illegible]	1,74	1,43	1,08	1,92	1,62	243,58
VIDRO COLORIDO	1,06	2,78	1,70	1,06	0,59	1,01	1,87	0,97	0,32	0,35	1,22	184,14
TOTAL (VIDRO)	**2,58**	**4,89**	**3,22**	**2,34**	**2,16**	**2,72**	**3,61**	**2,40**	**1,40**	**2,28**	**2,84**	**427,72**
MATERIA ORGÂNICA PUTRESCÍVEL	52,67	41,01	51,54	49,21	52,11	50,62	51,18	52,02	57,54	55,06	51,00	7.673,61
AGREGADO FINO ORGÂNICO	2,79	2,45	2,68	2,70	2,46	2,94	2,96	1,91	2,30	2,44	2,63	394,95
TOTAL (ORGÂNICO)	**55,47**	**43,46**	**54,21**	**51,91**	**54,57**	**53,56**	**54,14**	**53,93**	**59,84**	**57,50**	**53,63**	**8.068,55**
METAL FERROSO	1,19	1,36	1,46	1,31	1,23	1,51	1,11	1,29	1,30	1,28	1,32	198,74
METAL NÃO FERROSO	0,37	0,49	0,43	0,40	0,40	0,32	0,59	0,42	0,39	0,37	0,42	63,02
TOTAL (METAL)	**1,56**	**1,85**	**1,88**	**1,71**	**1,64**	**1,84**	**1,70**	**1,71**	**1,69**	**1,65**	**1,74**	**261,76**
PEDRA	1,22	1,54	1,11	0,30	0,58	0,80	0,96	0,55	0,00	0,42	0,78	117,67
LOUÇA / CERÂMICA	0,33	0,38	0,27	0,44	0,68	0,32	0,29	0,20	0,09	0,03	0,31	46,68
TOTAL (INERTE)	**1,56**	**1,92**	**1,38**	**0,75**	**1,26**	**1,12**	**1,25**	**0,74**	**0,09**	**0,45**	**1,09**	**164,35**
FOLHA / FLORES	0,73	2,09	0,65	0,76	0,55	1,39	1,24	1,50	2,00	1,24	1,26	189,07
MADEIRA	0,41	0,22	0,11	0,58	0,41	0,32	0,36	0,55	0,28	0,21	0,34	51,72
BORRACHA	0,11	0,12	0,03	0,28	0,26	0,22	0,33	0,22	0,24	0,51	0,23	34,68
PANO / TRAPO	1,98	1,75	0,91	1,88	1,94	1,93	1,54	2,48	1,49	1,11	1,75	262,58
COURO	0,41	0,17	0,00	0,23	0,22	0,20	0,18	0,07	0,22	0,15	0,18	27,56
OSSO	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	1,26
COCO	0,21	0,15	0,44	0,13	0,65	0,39	0,49	0,47	0,56	0,43	0,40	60,50
VELA / PARAFINA	0,00	0,00	0,06	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	1,52
ELETRO/ ELETRÔNICO	0,18	0,12	0,10	0,09	0,12	0,13	0,13	0,18	0,05	0,24	0,13	19,71
TOTAL (OUTROS)	**4,03**	**4,62**	**2,31**	**3,94**	**4,16**	**4,62**	**4,26**	**5,48**	**4,83**	**3,90**	**4,31**	**648,60**
TOTAL GERAL	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	
TEOR DE UMIDADE (%)	**43,63**	**40,24**	**32,63**	**43,74**	**43,00**	**38,72**	**39,10**	**44,31**	**36,04**	**44,95**	**40,26**	
PESO ESPECÍFICO (kg/m³)	**123,79**	**123,53**	**119,30**	**117,25**	**125,21**	**122,62**	**122,57**	**128,13**	**121,69**	**139,56**	**123,96**	**15.045,19**
PESO DA AMOSTRA (kg)	**1.039,85**	**1.393,38**	**1.145,31**	**989,70**	**1.352,30**	**3.237,42**	**2.147,39**	**1.537,62**	**1.096,89**	**1.105,33**	**15.045,19**	
CONTAINERES	**35**	**47**	**40**	**35**	**45**	**110**	**73**	**50**	**38**	**33**	**506**	

20,31

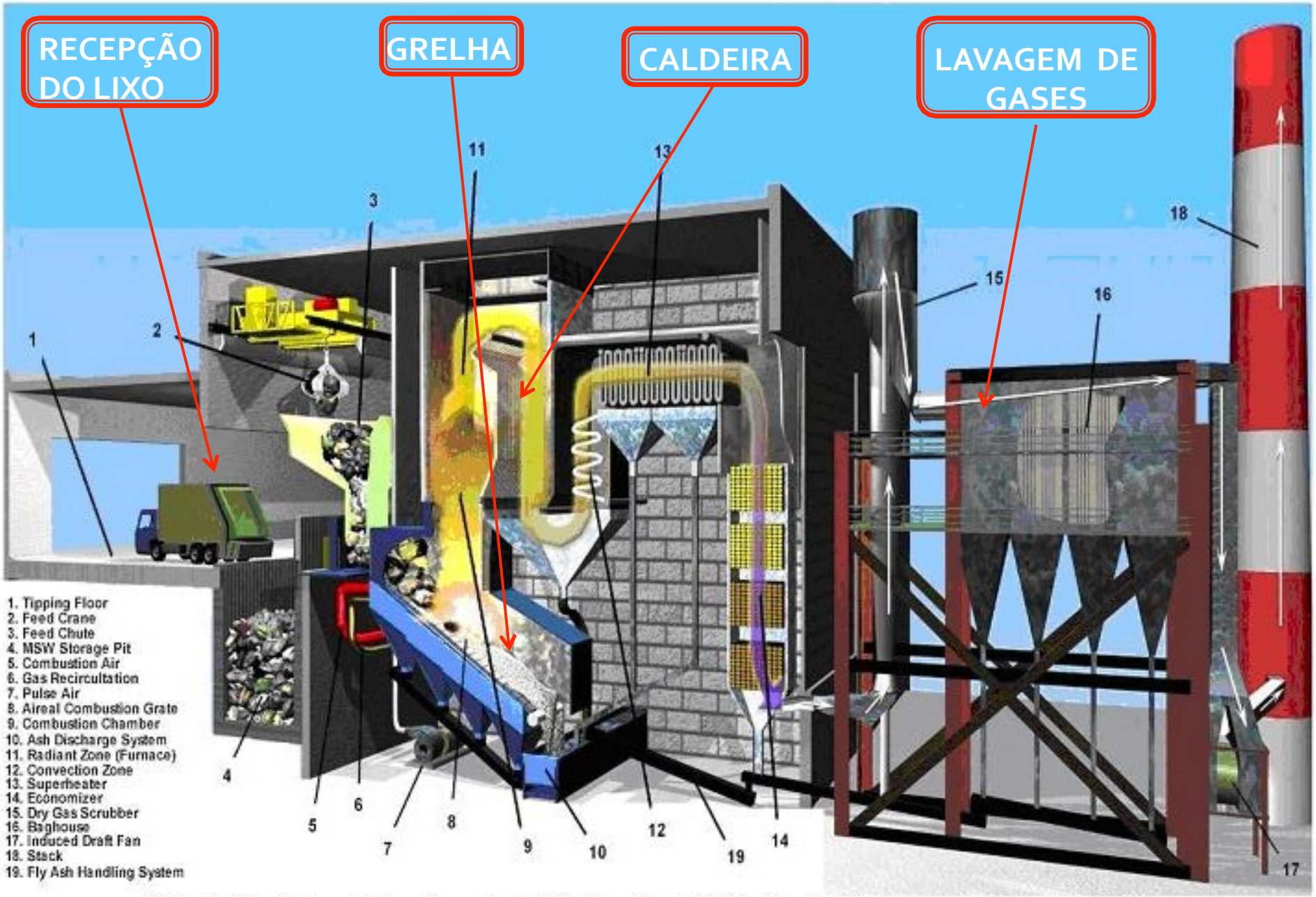
* Valor correspondente ao somatório de lixo amostrado no Município do Rio de Janeiro.

SÓ NO RIO DE JANEIRO 2.000 TPD DE PLÁSTICOS VÃO PARA ATERROS. ISTO CORRESPONDE A APROX 13.000 BEP/DIA OU (US$ 90/BARRIL) US$ 427 MILHOES/ANO

SE A CADA 20 ANOS UM NOVO ATERRO PRECISA SER CRIADO (VEJA EXEMPLO DO RIO DE JANEIRO) COMO ALGUEM PODE AFIRMAR QUE SÃO SUSTENTÁVEIS?

WTERT Brasil

USINA LIXO-ENERGIA CONVENCIONAL ("MASS BURNING")



This facility design utilizes the patented Barlow Aireal™ Combustion System and a Water-Wall Boiler

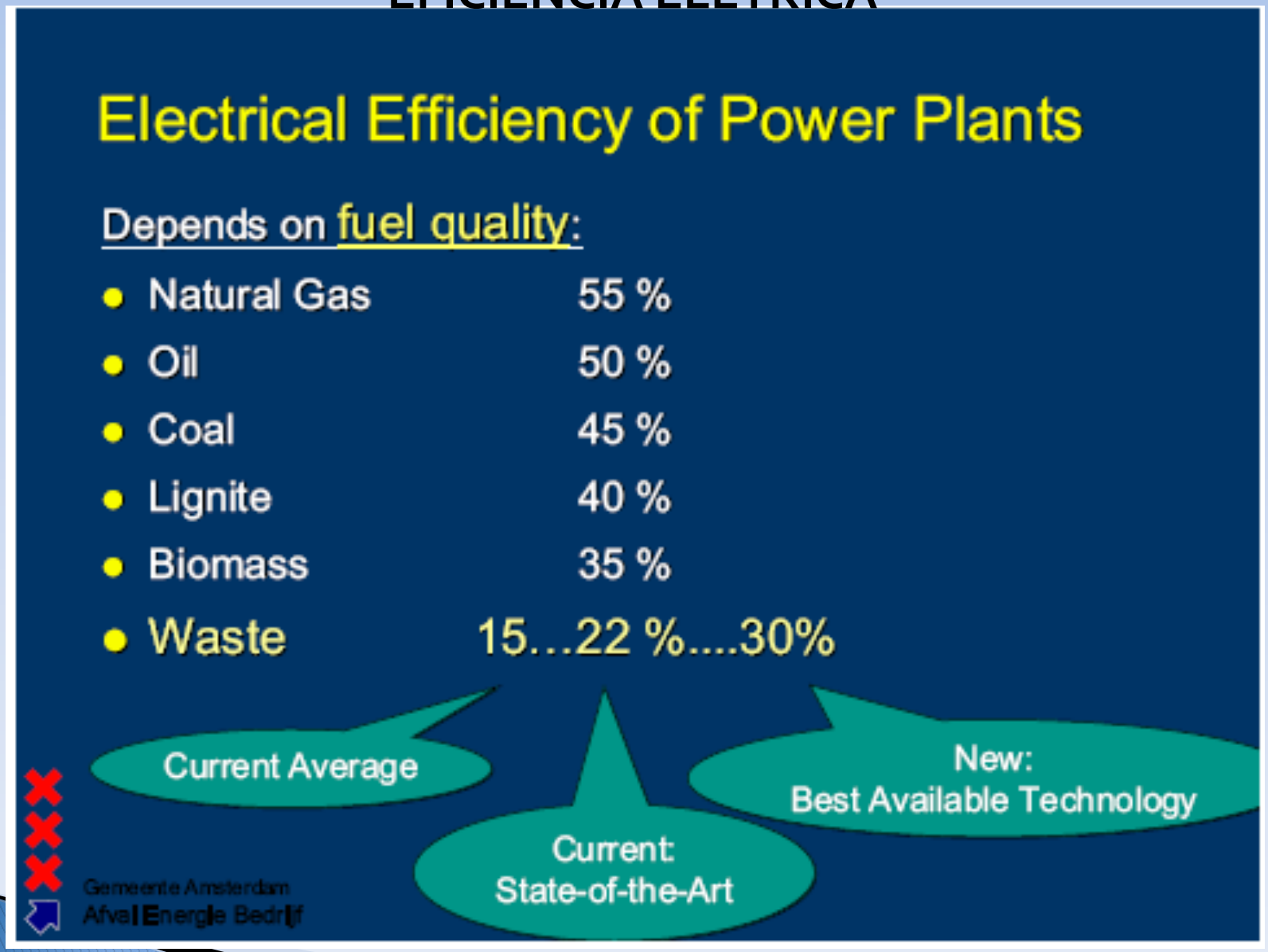
Creating new sources of energy

Keppel Seghers

Solutions for a Cleaner Future

WTERT Brasil

VIABILIDADE ECONOMICA DE WTE PASSA PELO AUMENTO DA EFICIENCIA ELÉTRICA



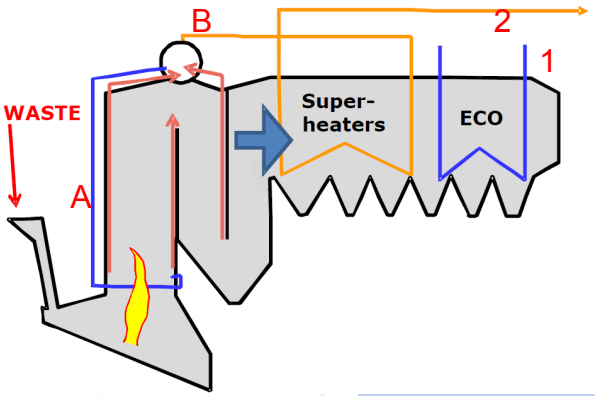
WTERT Brasil

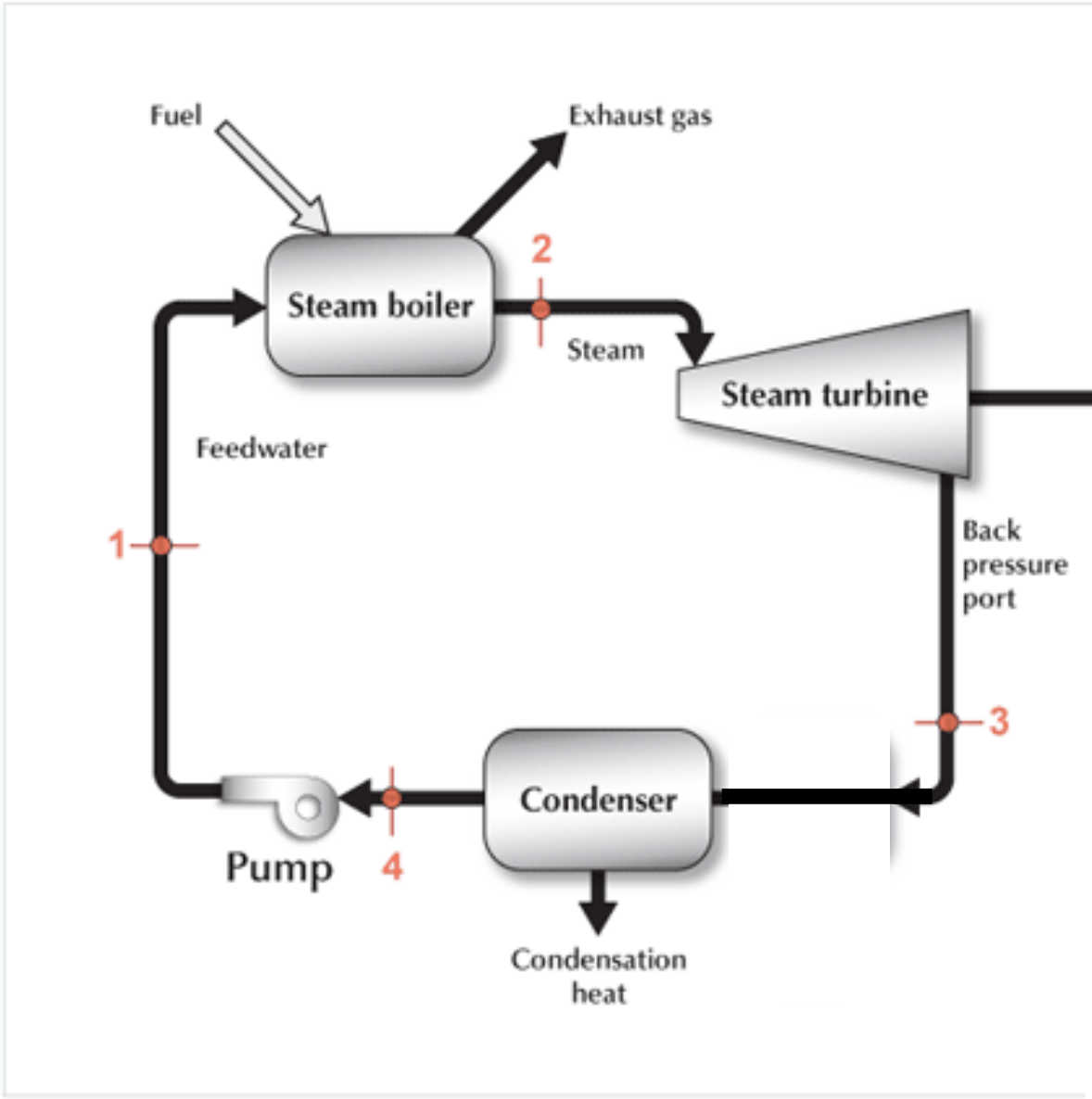
Baixa Eficiência Usinas WTE devido a Corrosão (Cloro)

Limita Condições de Vapor
40 bar / 400 C

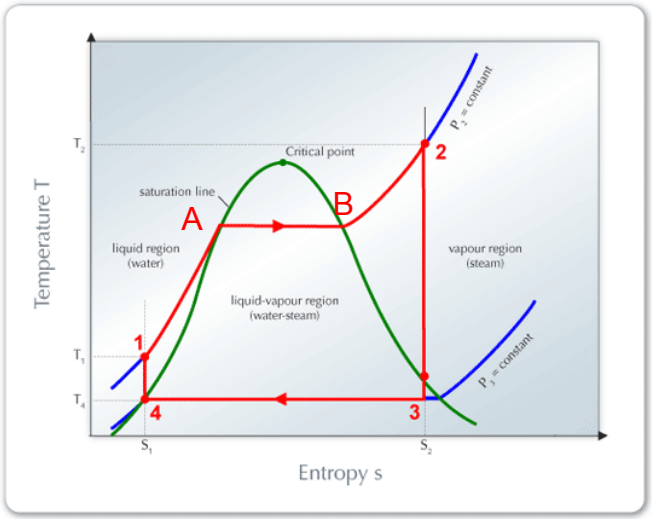
MAX EFICIÊNCIA LÍQUIDA ~ 22%

CICLO DE RANKINE

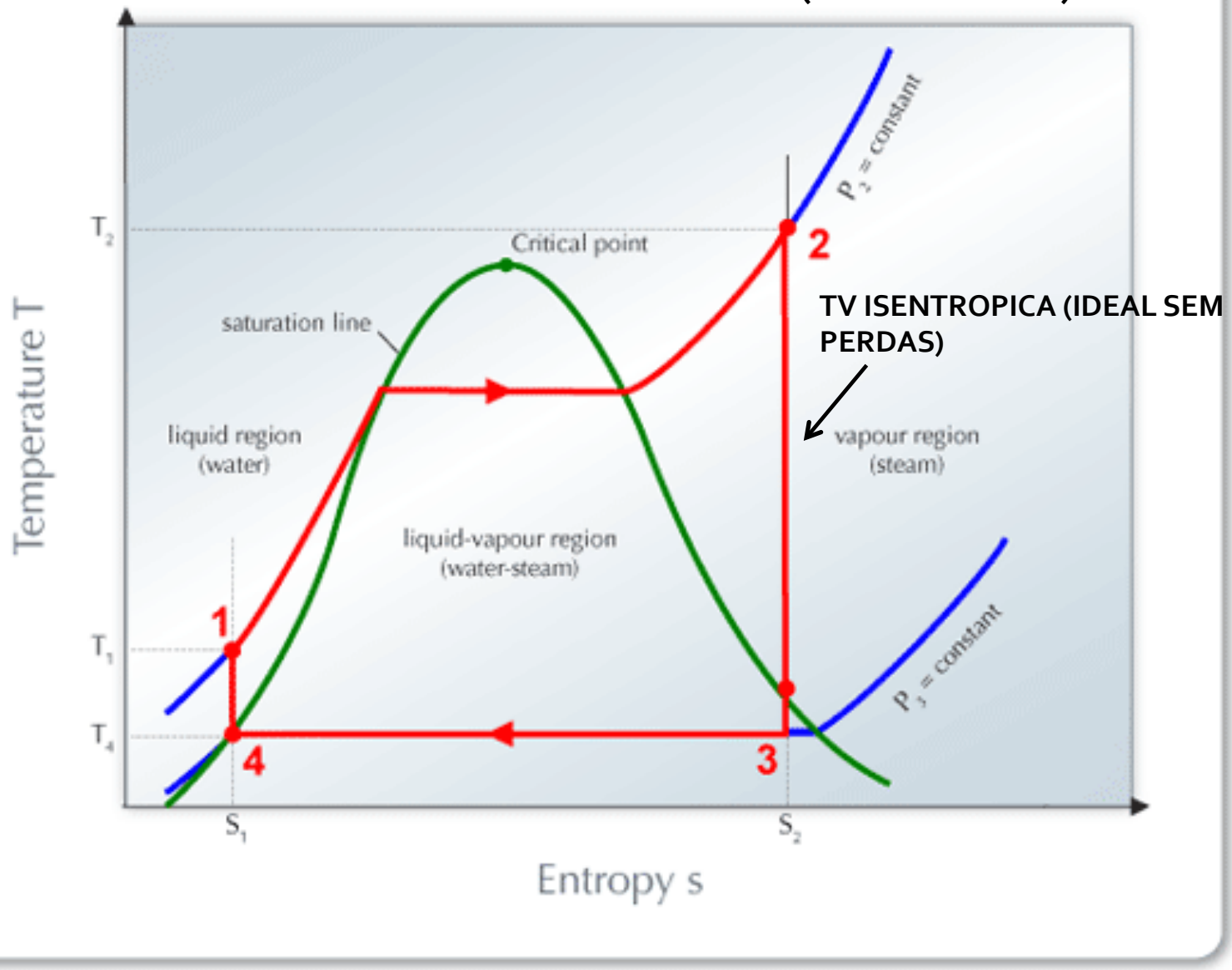




RETScreen

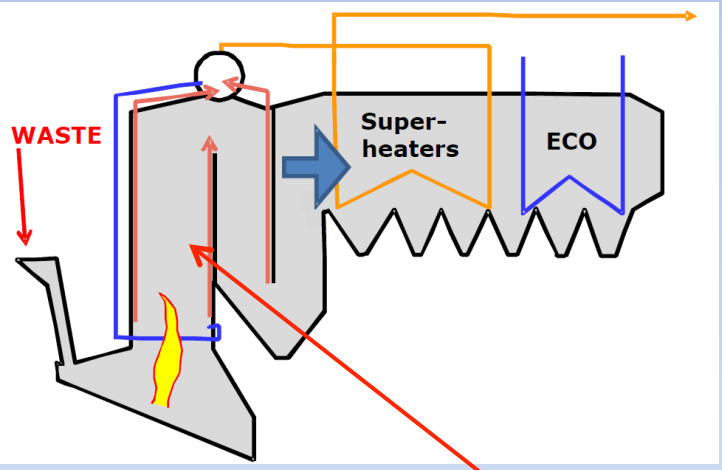


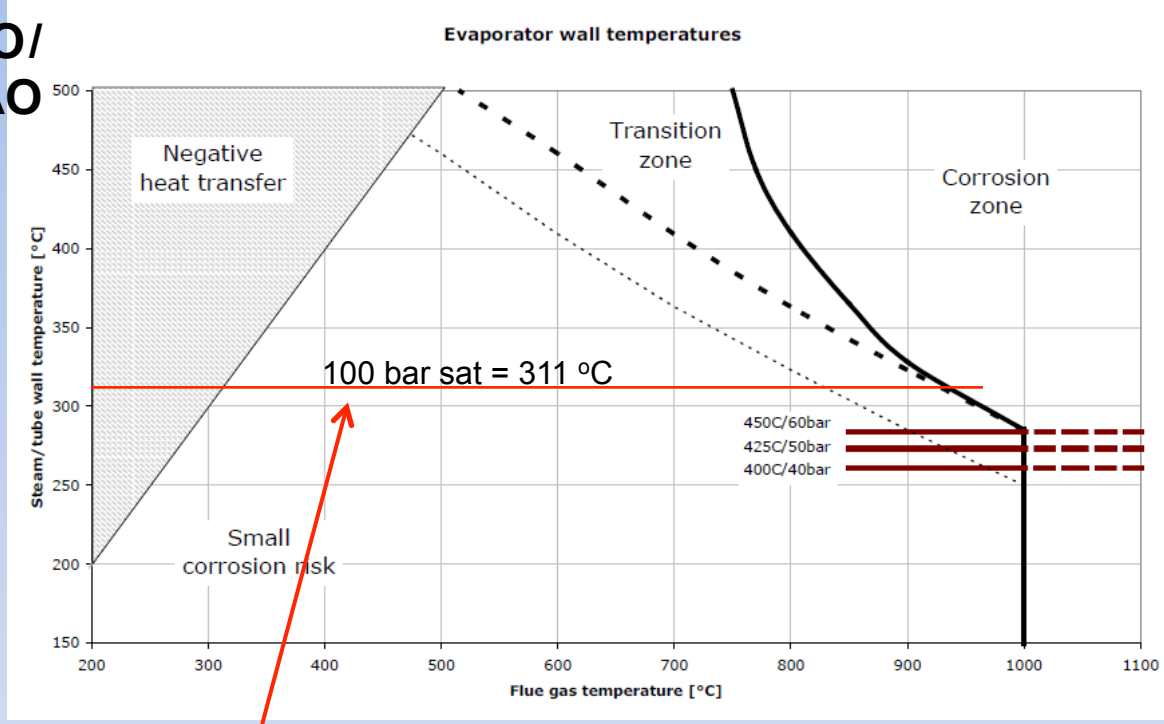
CICLO DE RANKINE REVERSIVEL (ISENTROPICO)



TV ISENTROPICA (IDEAL SEM PERDAS)

INFLUENCIA DA PRESSÃO/ TEMPERATURA NA CORROSÃO DA CALDEIRA (KAMUK)





CORROSÃO NO CIRCUITO DO EVAPORADOR PODE OCORRER PELO AUMENTO DA TEMPERATURA DE SATURAÇÃO COM A PRESSÃO – PODE SER CONTROLADA COM REVESTIMENTO (CLADDING) DE INCONEL NOS TUBOS DA PAREDE D'ÁGUA.

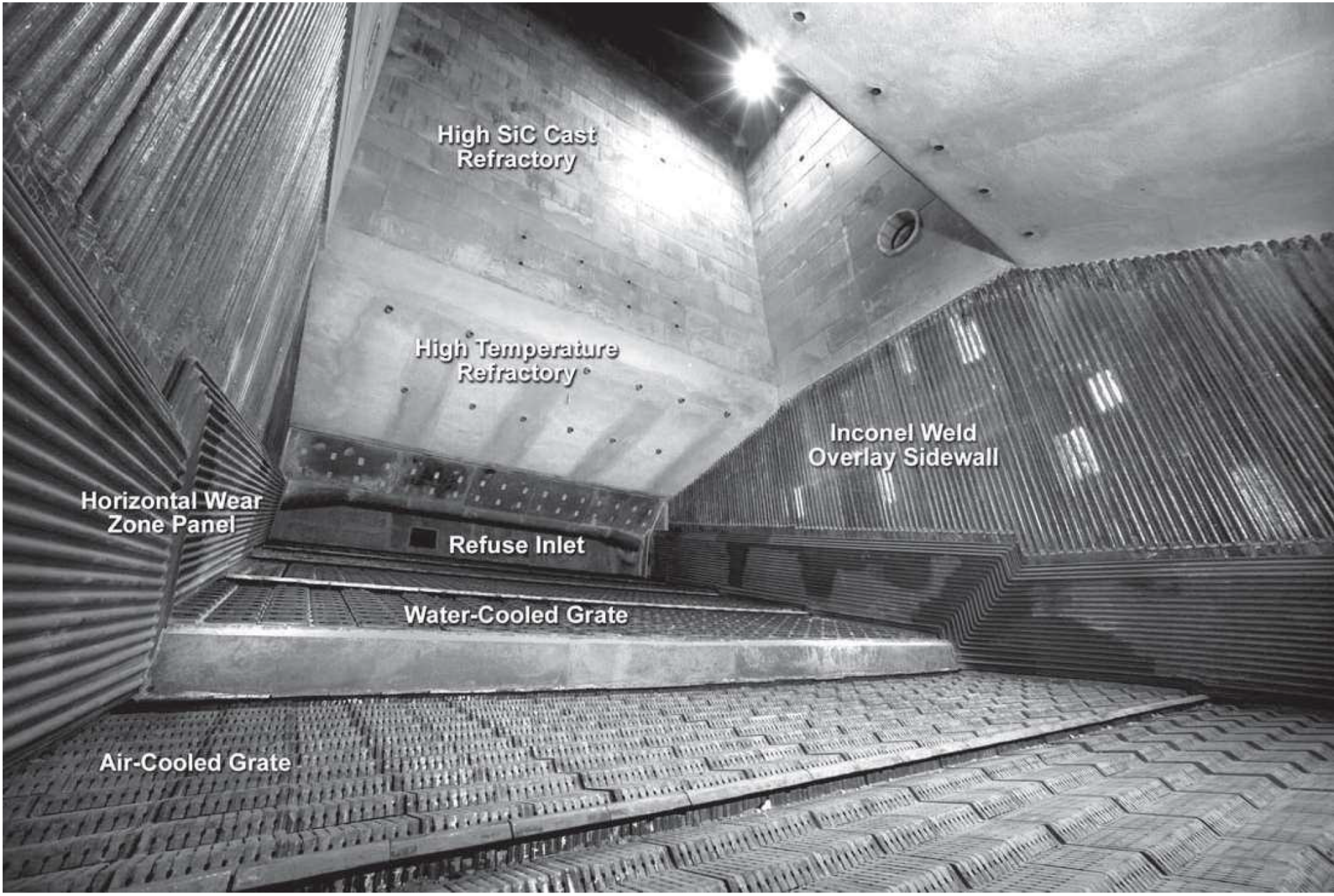
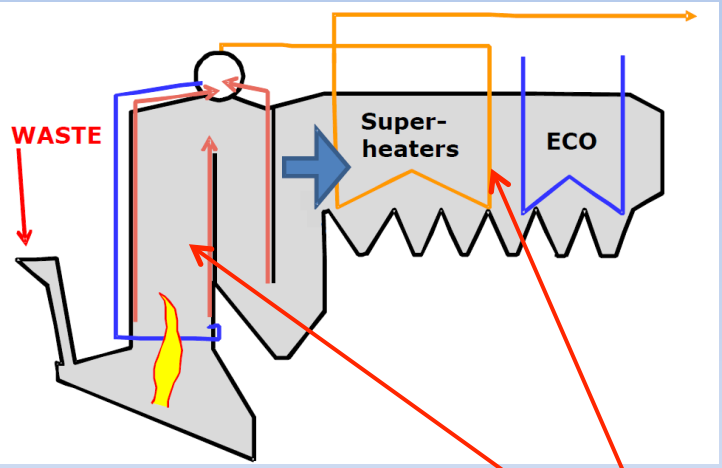
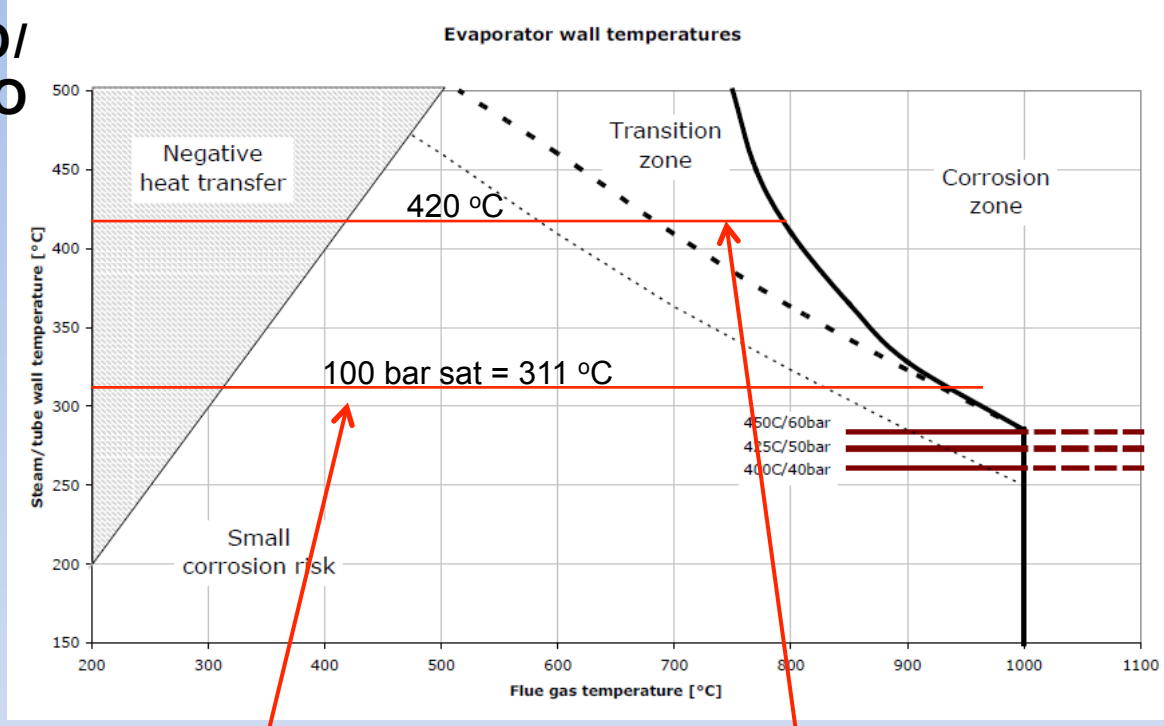


Fig. 7 Corrosion protection and design of a 26 t/h mass-fired unit.

INFLUENCIA DA PRESSÃO/ TEMPERATURA NA CORROSÃO DA CALDEIRA (KAMUK)





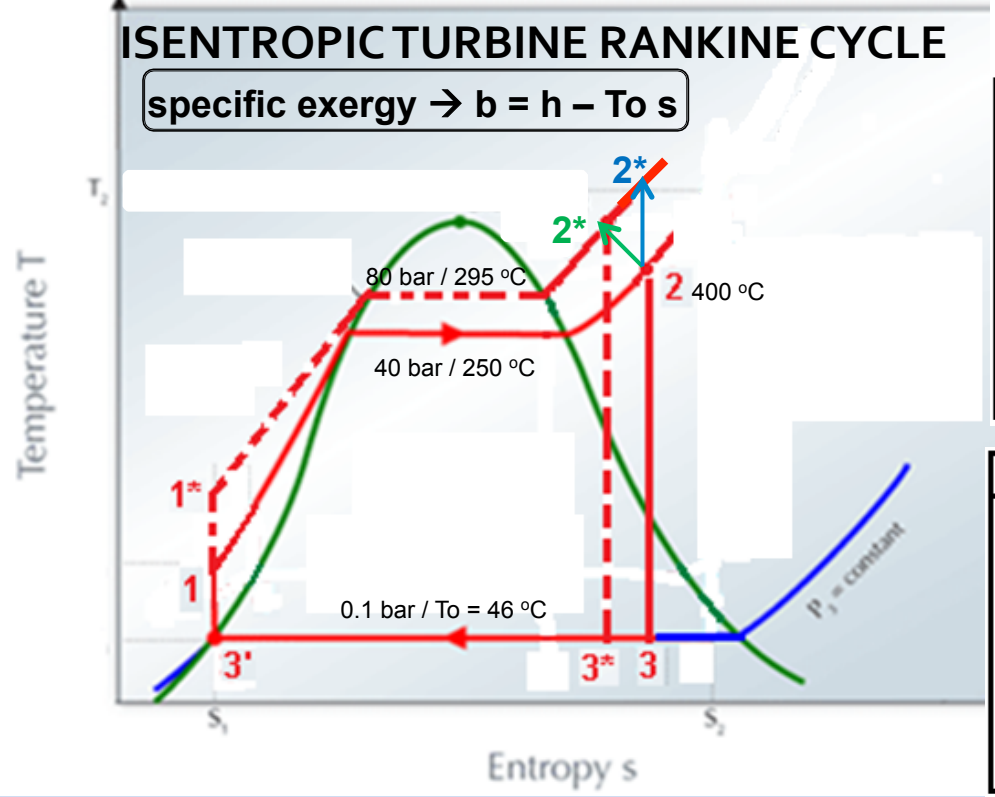
CORROSÃO NO CIRCUITO DO EVAPORADOR PODE OCORRER PELO AUMENTO DA TEMPERATURA DE SATURAÇÃO COM A PRESSÃO – PODE SER CONTROLADA COM REVESTIMENTO (CLADDING) DE INCONEL NOS TUBOS DA PAREDE D'ÁGUA.

CORROSÃO NOS SUPERAQUECEDORES É MAIS DIFICIL DE CONTROLAR. MESMO TUBOS REVESTIDOS DE INCONEL PRECISAM SER SUBSTITUIDOS COM FREQUENCIA.

SOLUÇÕES COM PRESSÕES MÉDIAS < 90 bar E BAIXO SUPERAQUECIMENTO < 420 °C NA CALDEIRA DE RSU SÃO MAIS ADEQUADAS → SUPERAQUECIMENTO EXTERNO ~ 500 °C COM GAS NATURAL → CICLOS HIBRID ou CICLOS COM DOIS COMBUSTÍVEIS DISTINTOS.

ISENTROPIC TURBINE RANKINE CYCLE

specific exergy → b = h – To s



Q_{in}= 1000 KJ/s

A	P -bar	T-°C	h-KJ/kg	s-KJ/(kg.°K)	b-KJ/kg	mv.b-KJ/s	X
1	40	45,95	195,86	0,6493			
2	40	400,00	3213,40	6,7688	1055,39	349,75	
3	0,1	45,82	2143,76	6,7688			0,8160
3'	0,1	45,82	191,83	0,6493			
mv	0,331	kg/s					
Qout	646,86	KJ/s					
Ef=	35,31%						

B	P -bar	T-°C	h-KJ/kg	s-KJ/(kg.°K)	b-KJ/kg	mv.b-KJ/s	X
1*	80	46,08	199,89	0,6493			
2*	80	427,58	3213,40	6,4728	1149,77	381,54	
3*	0,1	45,82	2049,34	6,4728			0,7766
3'	0,1	45,82	191,83	0,6493			
mv	0,332	kg/s					
Qout	616,39	KJ/s	ISENTHALPIC --> HIGH MOISTURE ST EXIT				
Ef=	38,36%						

C	P -bar	T-°C	h-KJ/kg	s-KJ/(kg.°K)	b-KJ/kg	mv.b-KJ/s	X
1*	80	46,08	199,89	0,6493			
2*	80	514,05	3433,21	6,7688	1275,21	394,40	
3*	0,1	45,82	2143,76	6,7688			0,8160
3'	0,1	45,82	191,83	0,6493			
mv	0,309	kg/s					
Qout	603,69	KJ/s	ISENTROPIC --> SH TEMPERATURE TOO HIGH				
Ef=	39,63%						

D	P -bar	T-°C	h-KJ/kg	s-KJ/(kg.°K)	b-KJ/kg	mv.b-KJ/s	X
1*	69	46,04519	198,7842	0,6493			
2*	69	464,71	3325,352	6,6913	1192,07	381,27	
3*	0,1	45,81718	2119,031	6,6913			0,8057
3'	0,1	45,81718	191,8336	0,6493			
mv*	0,320	kg/s					
Qout	616,39	KJ/s	SAME EFICIENCY = SAME EXERGY				
Ef=	38,36%						

EXERGIA SEGUE EFICIENCIA

A SOLUÇÃO ÓTIMA DEVE CONSIDERAR UMA MAIOR EXERGIA EVITANDO PRESSÕES EXCESSIVAS (CAPEX) E TEMPERATURAS ELEVADAS (OPEX/CORROSÃO) .

ESTE TRABALHO MOSTRA UMA FERRAMENTA ÚTIL VISANDO OTIMISAR A SOLUÇÃO: ALTA EFICIENCIA E BAIXO CUSTO.

CICLOS HÍBRIDOS ou DUAIS EXISTEM NAS MAIS DIVERSAS CONFIGURAÇÕES. FREQUENTEMENTE COMPREENDEM UM CYCLO "TOPPING" A GÁS E UM CICLO "BOTTOMING" A VAPOR. (PETROV).

GAS TURBINE/STEAM TURBINE

practice and can be employed for purposes like increasing power output from the BC for meeting peak-loads, offsetting the GT loss of power at high ambient temperatures, improving part-load efficiency, or simply achieving higher steam superheat/reheat temperatures, higher flexibility in delivering varying amounts of process steam and possibility to run as a pure steam cycle during GT outage.

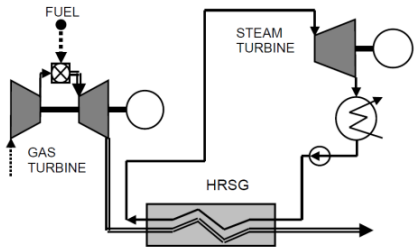


Fig. 1.4: *Simplified chart of a straightforward (unfired) GTCC.*

EXAUSTÃO DAS TG TEM MAIOR TEMP E TEOR DE O2 MAIS ELEVADO DO QUE MOTORES.

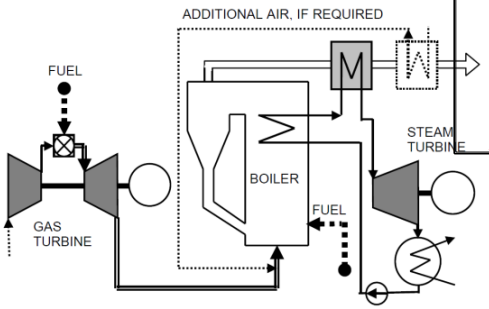


Fig. 1.5: *Simplified chart of a fully-fired (windbox) HCC.*

DEVIDO A TEMP MENOR A EXAUSTÃO DE MOTORES A GÁS SÓ PODE SER USADA COMO AR DE COMBUSTÃO PARCIAL E/OU PREAQUECIMENTO DA ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO

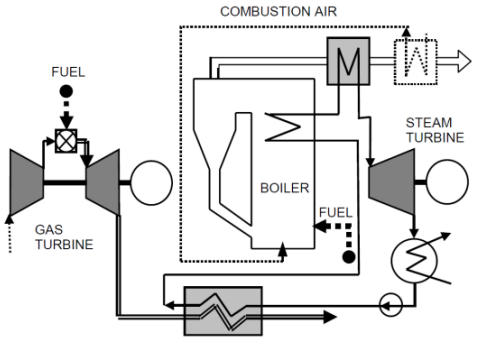


Fig. 1.6: *Simplified chart of a parallel-powered HCC with feedwater preheating.*

GAS ENGINE/STEAM TURBINE

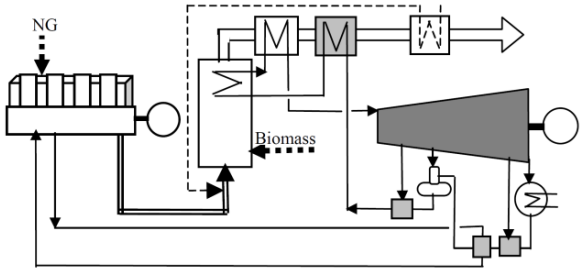


Fig. 1: *Simplified schematic of the fully-fired (FF) hybrid combined cycle (hot-windbox type). The engine exhaust gases are directly fed to the biomass-fired boiler and used as combustion air.*

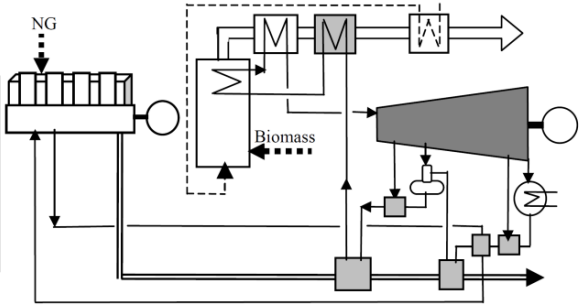


Fig. 2: *Simplified schematic of a parallel-powered hybrid cycle with feedwater preheating by engine exhaust (PP-FP).*

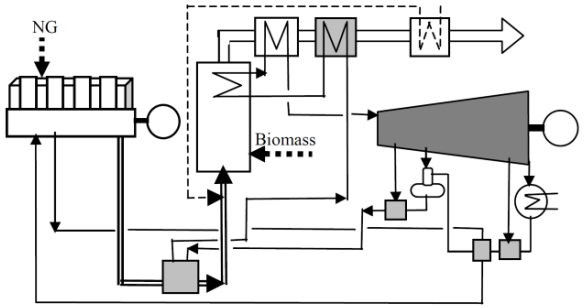
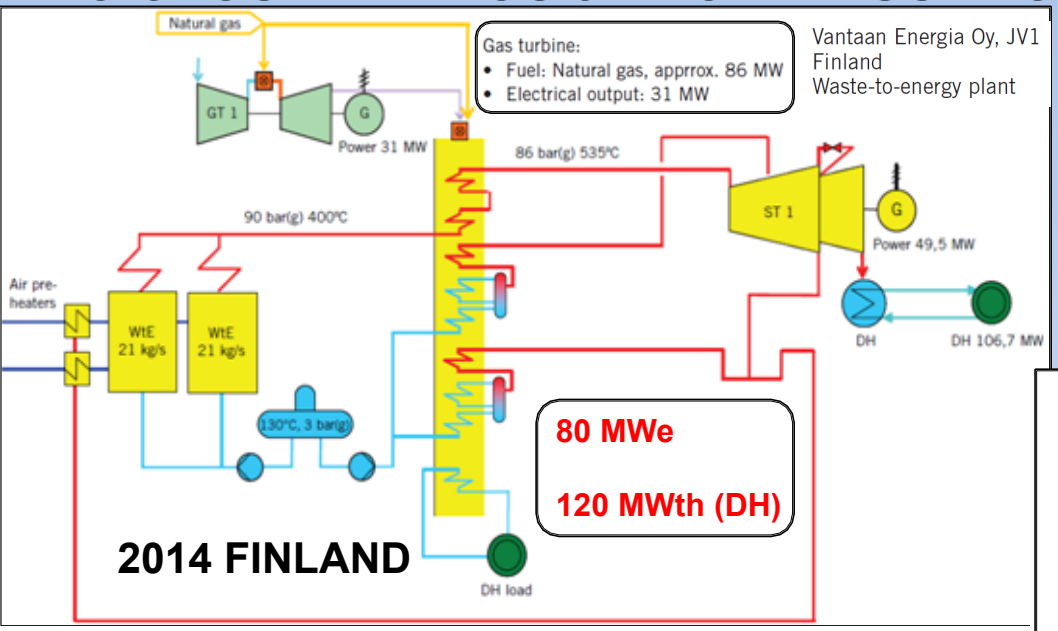
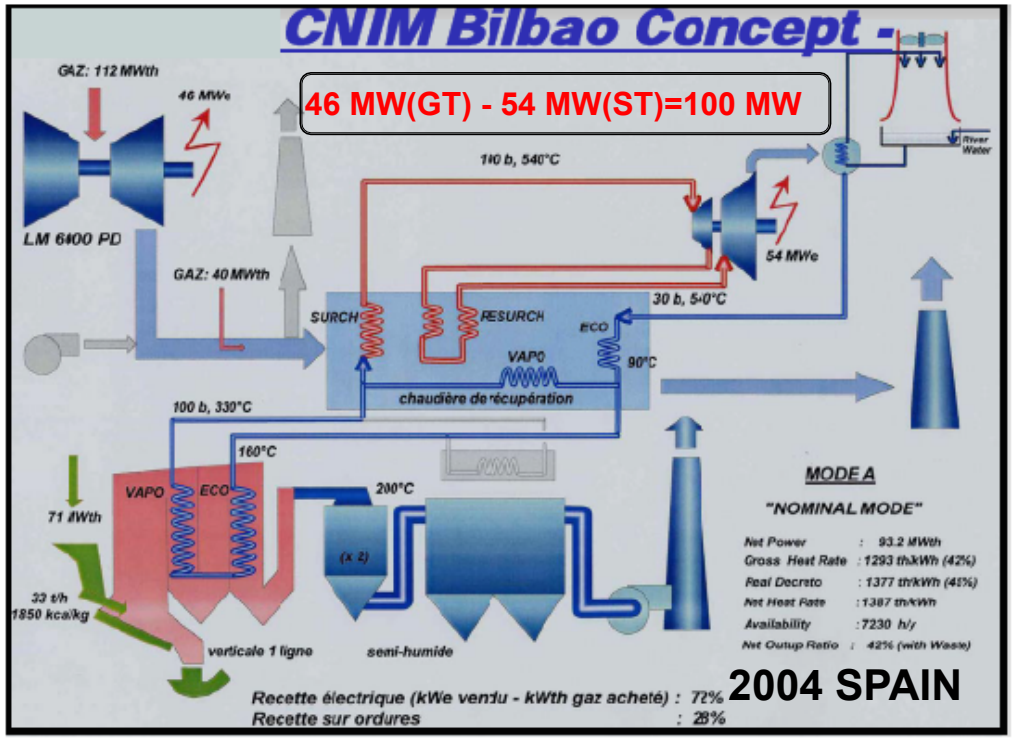
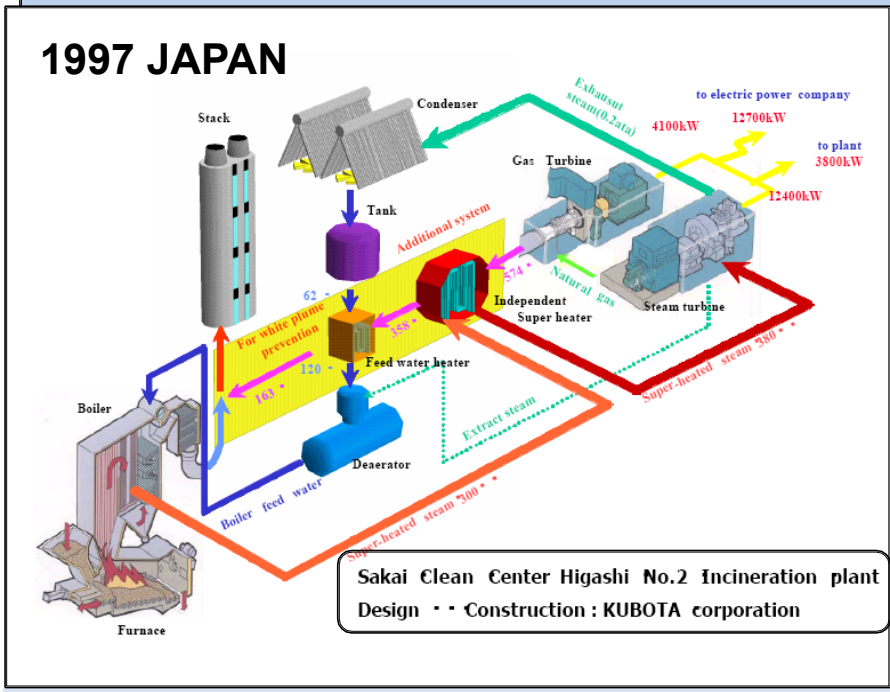


Fig. 3: *Simplified schematic of a cold-windbox (mixed parallel-powered/fully-fired) hybrid combined cycle with feedwater preheating by engine exhaust plus using engine exhaust as combustion air in the biomass boiler (FF-PPFP).*

CICLOS HÍBRIDOS JÁ FORAM USADOS EM DIVERSAS USINAS WTE.







EM TODAS ESTAS PLANTAS A PARCELA DE GN É ELEVADA > 35%. EM BILBAO É 78%

DESIGN OF A HIGH EFFICIENCY WASTE TO ENERGY PLANT IN BRAZIL CONSUMING A LIMITED AMOUNT OF NATURAL GAS

S. GUERREIRO RIBEIRO[1,*] and H. SIOEN[2]
[1] WTERT-Brasil, Rio de Janeiro, Brazil.
[2] WATERLEAU, Leuven, Belgium.

Sergio Guerreiro Ribeiro
www.wtert.com.br
26-08-2014

ESTE TRABALHO CONSIDERA 3 CONFIGURAÇÕES DISTINTAS

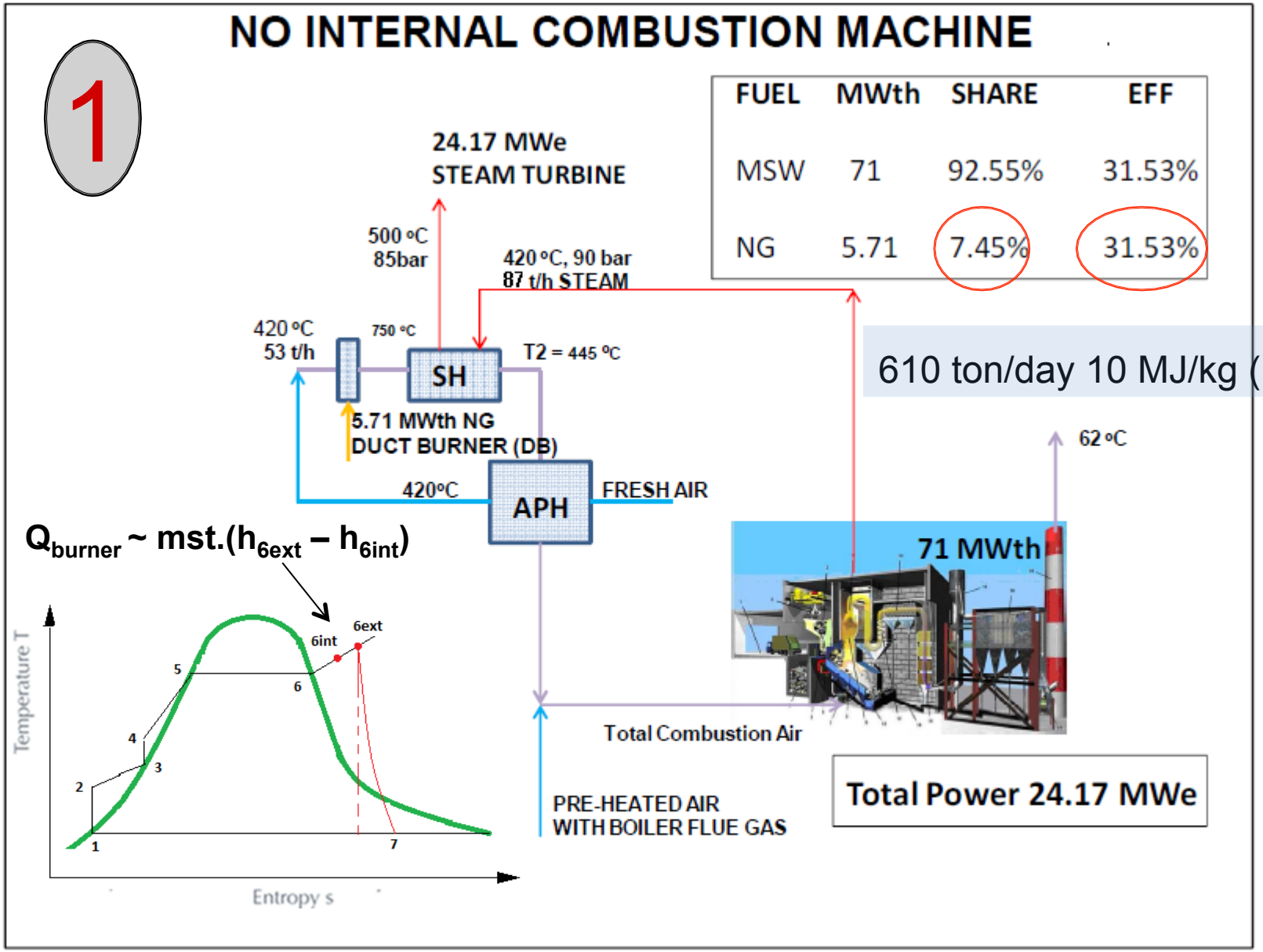


Figure 4 – OCC Scheme without Internal Combustion Machine

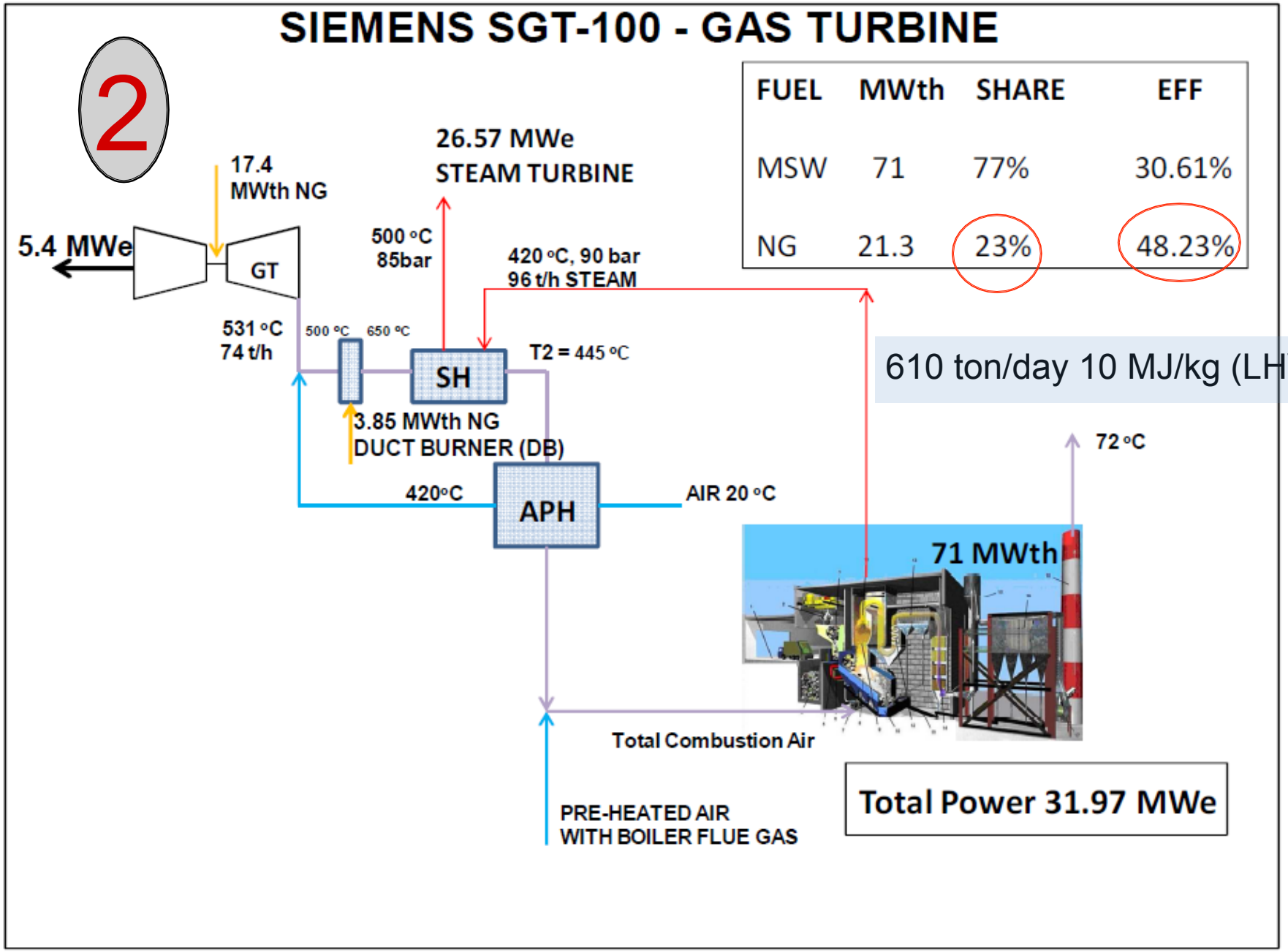


Figure 2 – OCC Scheme Using a Small Gas Turbine

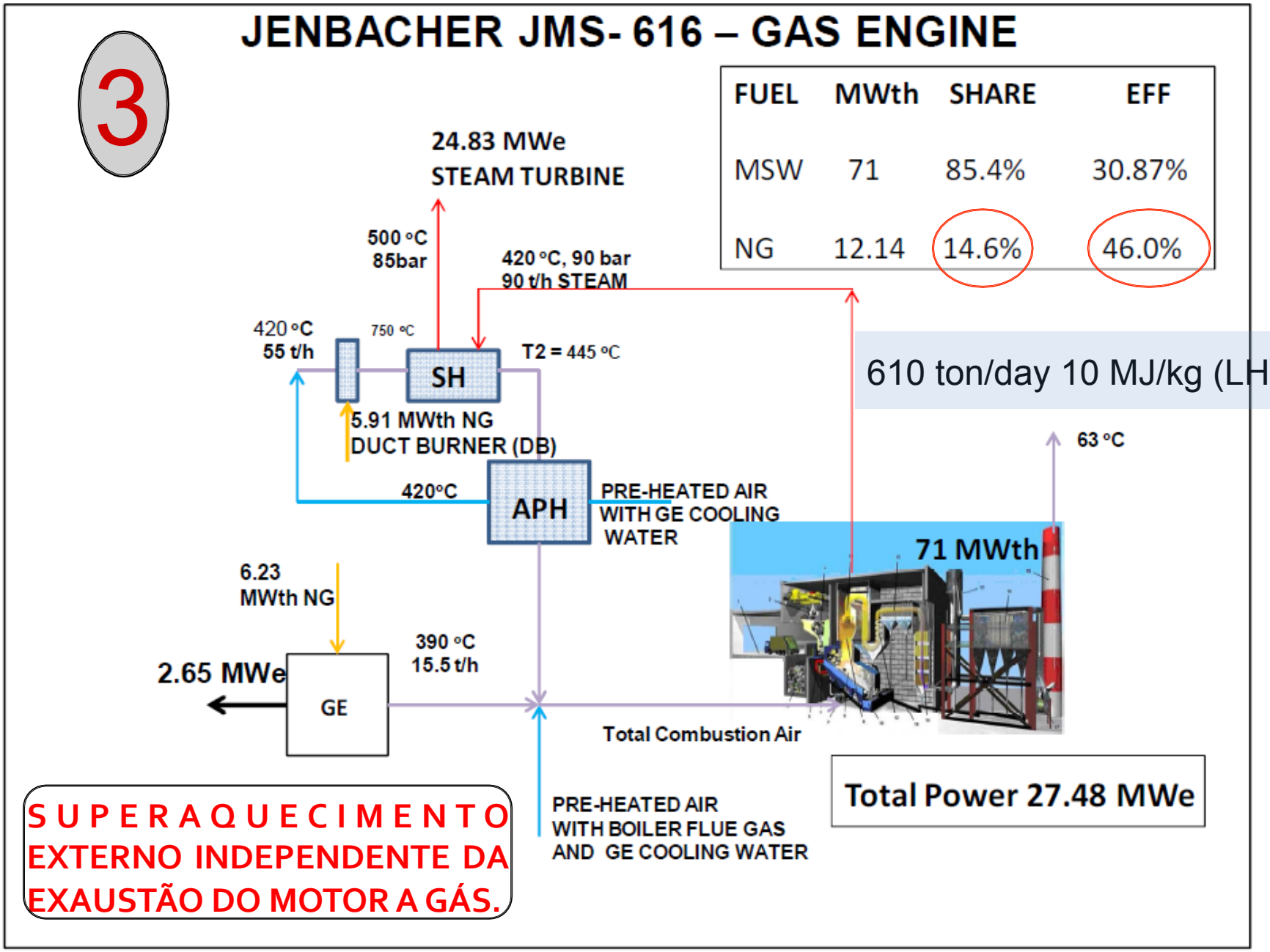


Figure 3 – OCC Scheme Using a Small Gas Engine

EFFICIENCY CONSIDERATIONS

KOROBITSYN

$$\eta_{MSW} = \frac{P_{TOTAL} - F_{NG}.\eta_{CC}}{F_{MSW}}$$

η_{CC} ⟹ **STANDALONE CC NG EFFICIENCY = 52%**

THIS IS OK FOR LARGE GT COMBINED CYCLE PLANTS

NOT ADEQUATE FOR VERY SMALL GT or GE BASED POWER PLANTS

CURRENT WORK

STEAM TURBINE OUTPUT

$$\eta_{MSW} = \frac{W_{ST}}{F_{MSW} + F_{NGT}(1 - \eta_{GT}) + F_{NGB}}$$

TOTAL ENERGY INPUT TO STEAM CYCLE

TOTAL POWER PRODUCED BY NG

$$\eta_{NG} = \frac{W_{GT} + (F_{NG} - W_{GT}).\eta_{MSW}}{F_{NG}}$$

TOTAL NG INPUT

P_{TOTAL} total electric energy produced by the plant, MWe
W_{ST} total electric energy produced by steam turbine, MWe
W_{GT} total electric energy produced by gas turbine, MWe
F_{MSW} thermal energy from MSW, MWth
F_{NGT} thermal energy from natural gas consumed by gas turbine, MWth
F_{NGB} thermal energy from natural gas consumed by gas burner, MWth
$F_{NG} = (F_{NGT} + F_{NGB})$ total thermal energy from natural gas, MWth
η_{GT} open cycle gas turbine efficiency

BOTH FORMULAS GIVE THE SAME RESULTS WHEN THE GT INCREASES IN SIZE

WTERT Brasil

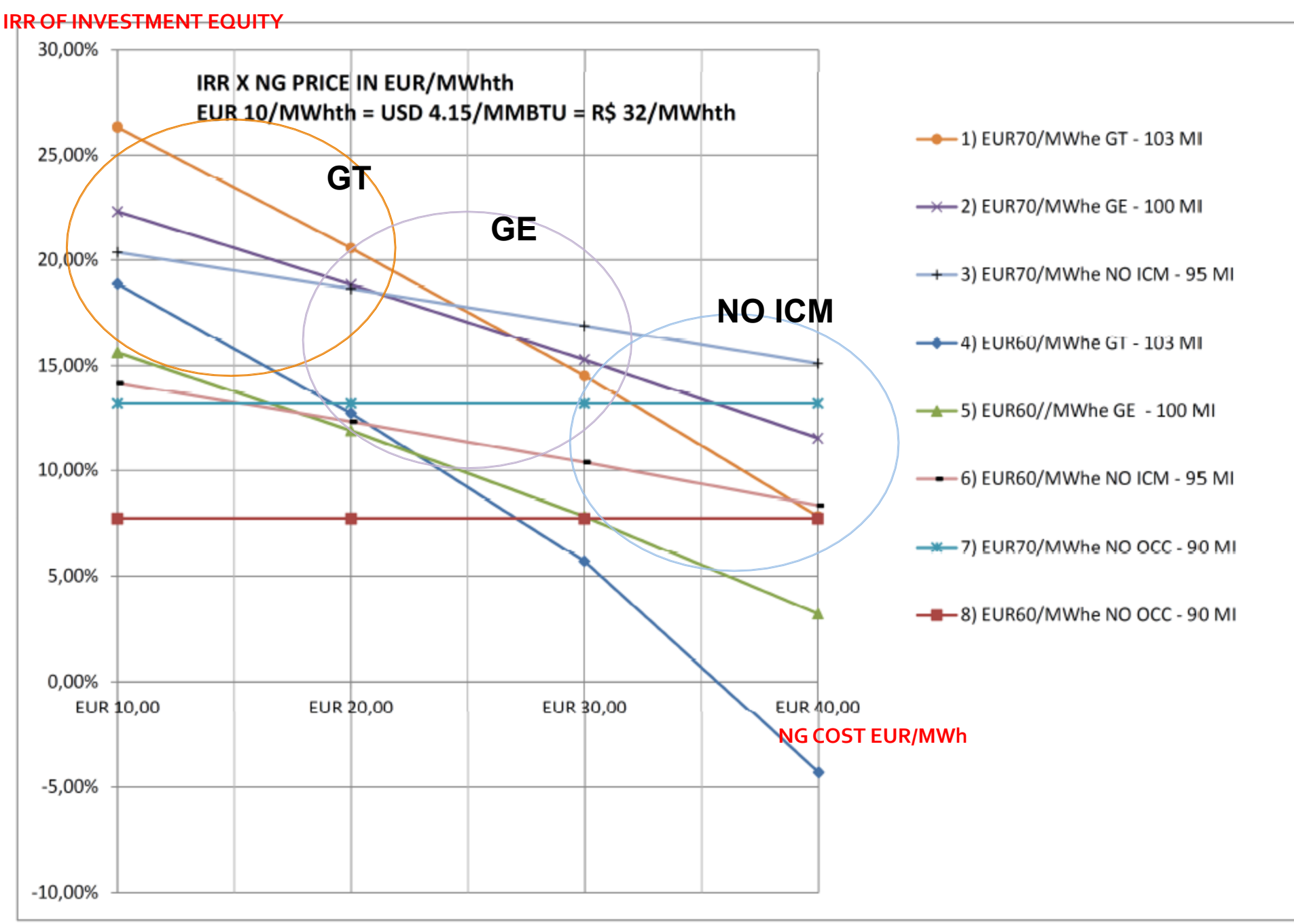


Figure 5 –IRR Comparison between GE, GT and no ICM OCC Solutions

Babcock & Wilcox Vølund
Generating Powerful Solutions™

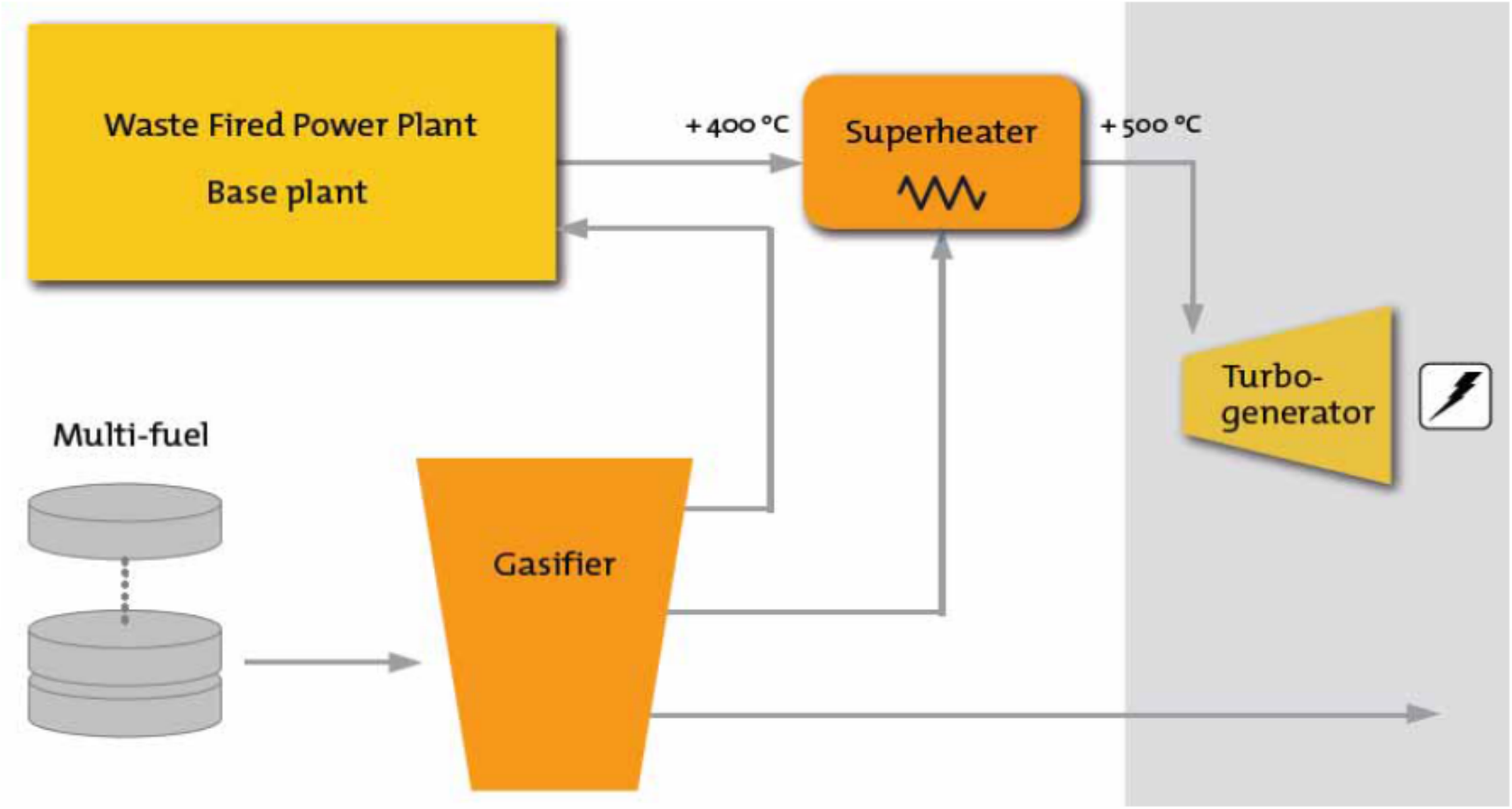
The Waste Fired Power Plant Gärstad, Sweden

© 2005 Babcock & Wilcox Volund ApS. All rights reserved.

WasteBoost™
Superheating Supplied by Gasification

Babcock & Wilcox Vølund
Generating Powerful Solutions™

WasteBoost™ - superheating of the steam parameters with a VølundSystems™ biomass gasifier.



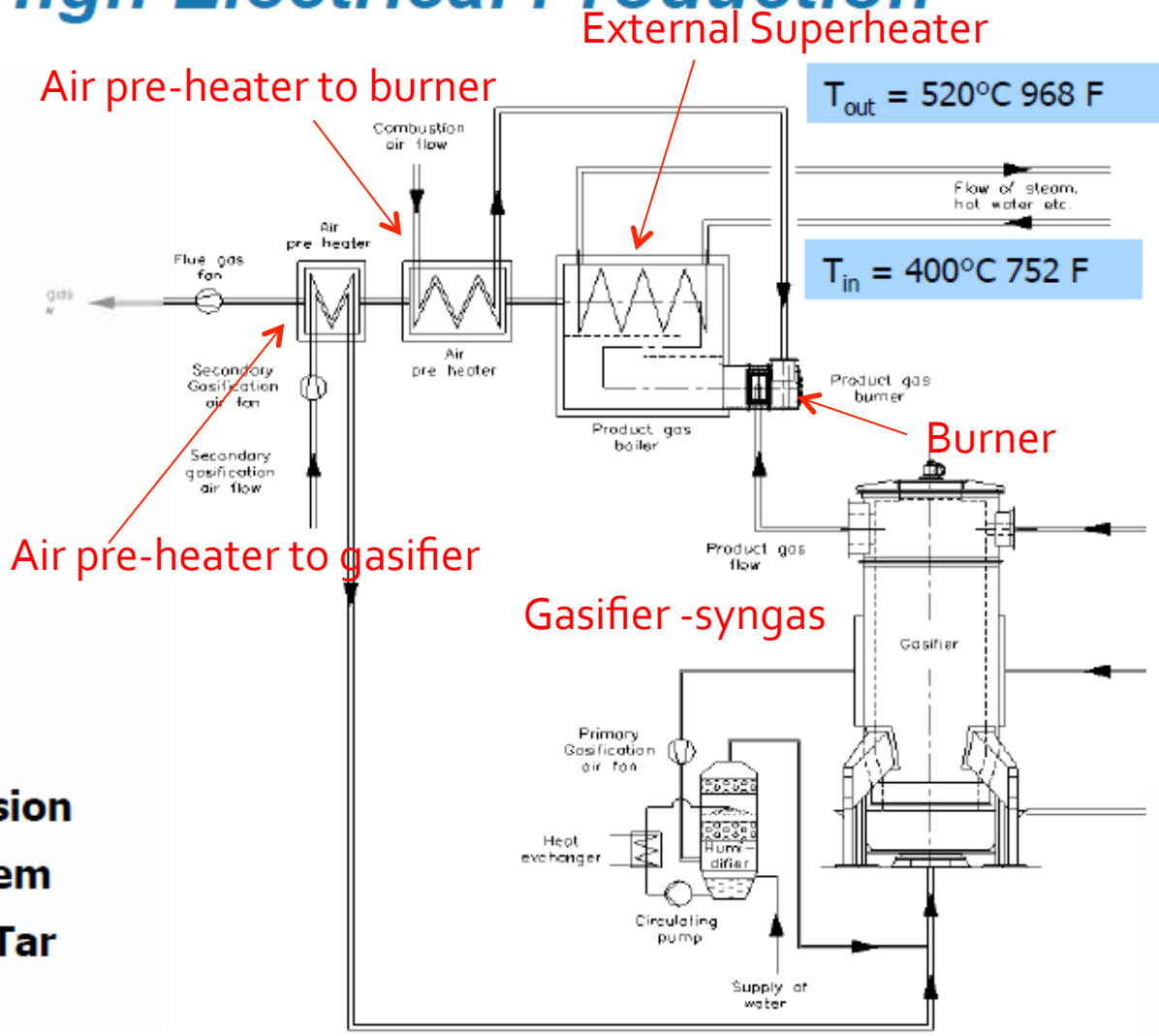
© 2005 Babcock & Wilcox Volund ApS. All rights reserved.

EXTERNAL SUPERHEATING USING SYNGAS (NO Cl)

WasteBoost™ = High Electrical Production

Basic principle

- Gasification
  - Syn gas
  - HF Oil = tar
  - Waste Wood
  - Excellent ash
- Syn gas
  - External Super Heating
  - No risk of corrosion
  - Integrated system
  - Incineration of Tar Water



© 2005 Babcock & Wilcox Volund ApS. All rights reserved.

CASO SE DESEJE REDUZIR AO MÁXIMO O CONSUMO DE GÁS DEVEMOS USAR CICLOS DE VAPOR COM REAQUECIMENTO. USINA WTE DE AMSTERDÃ

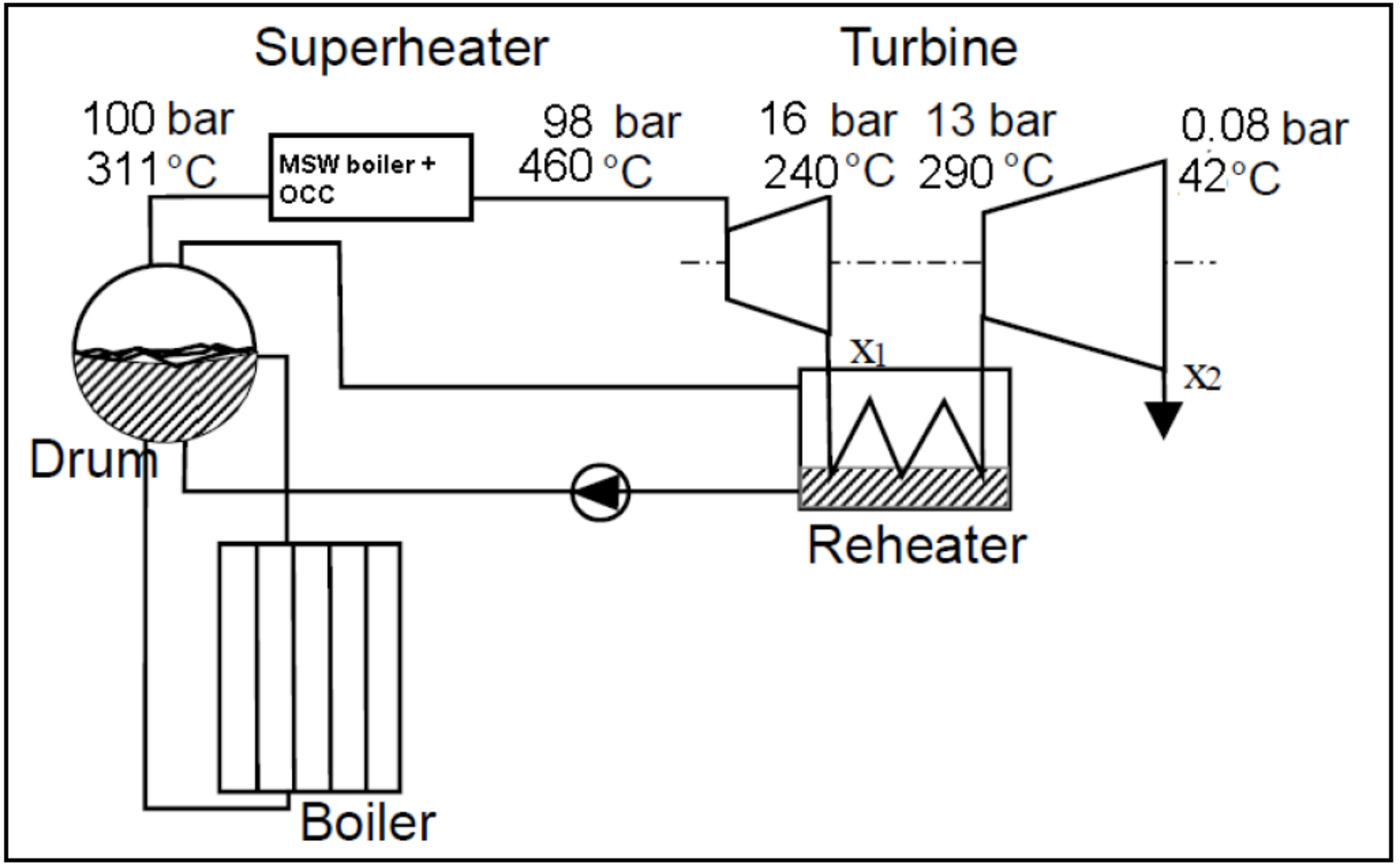
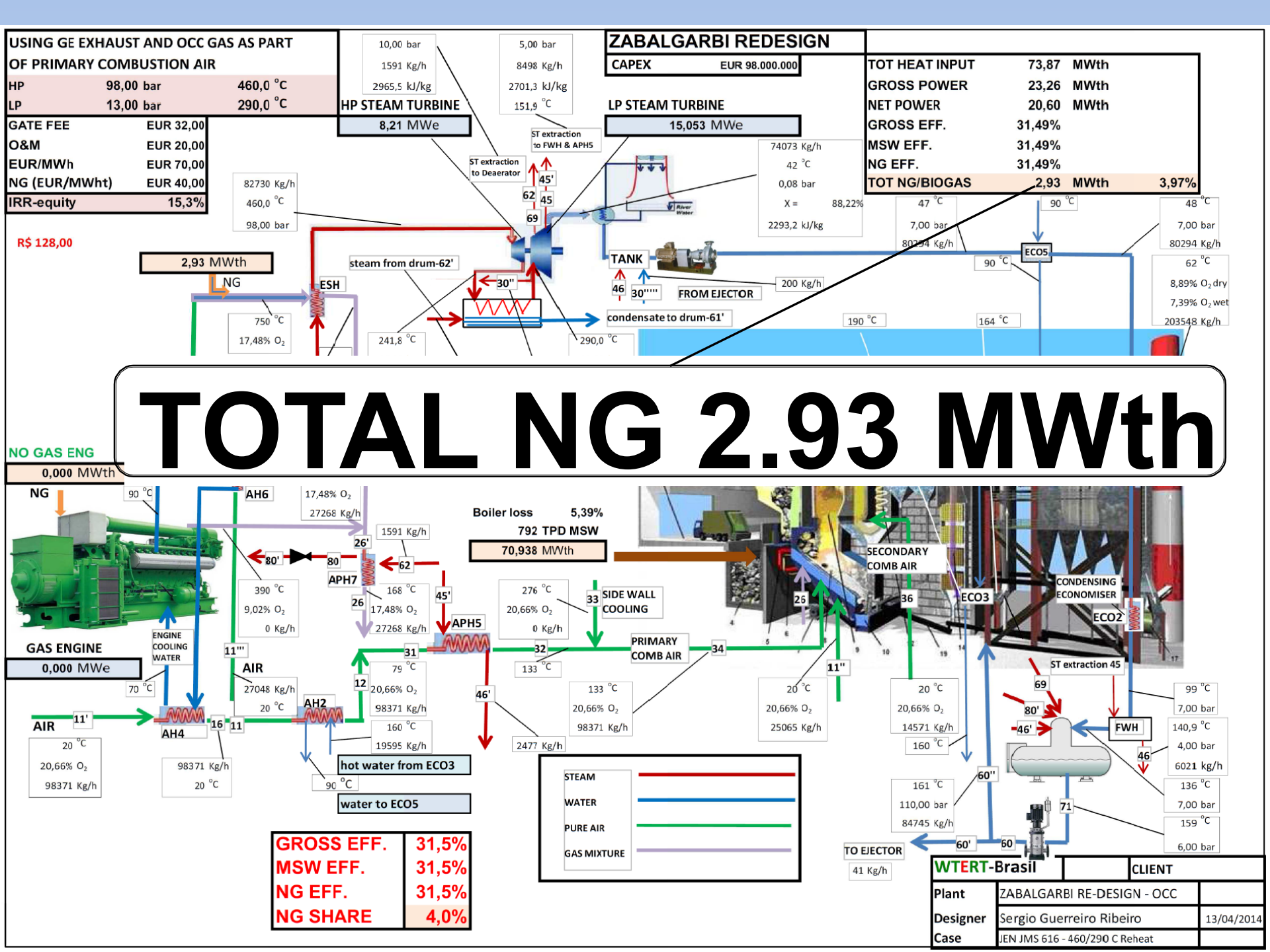


Figure 6 –OCC with Reheat Steam Cycle using Drum Extraction [8]


USING GE EXHAUST AND OCC GAS AS PART OF PRIMARY COMBUSTION AIR
HP 98,00 bar 460,0 °C
LP 13,00 bar 290,0 °C
GATE FEE EUR 32,00
O&M EUR 20,00
EUR/MWh EUR 70,00
NG (EUR/MWht) EUR 40,00
IRR-equity 15,3%
R$ 128,00
ZABALGARBI REDESIGN
CAPEX EUR 98.000.000
TOT HEAT INPUT 73,87 MWth
GROSS POWER 23,26 MWth
NET POWER 20,60 MWth
GROSS EFF. 31,49%
MSW EFF. 31,49%
NG EFF. 31,49%
TOT NG/BIOGAS 2,93 MWth 3,97%
HP STEAM TURBINE
8,21 MWe
LP STEAM TURBINE
15,053 MWe
10,00 bar
1591 Kg/h
2965,5 kJ/kg
5,00 bar
8498 Kg/h
2701,3 kJ/kg
151,9 °C
ST extraction to FWH & APH5
ST extraction to Deaerator
82730 Kg/h
460,0 °C
98,00 bar
74073 Kg/h
42 °C
0,08 bar
X = 88,22%
2293,2 kJ/h
2,93 MWth
NG
ESH
steam from drum-62'
TANK
FROM EJECTOR
200 Kg/h
condensate to drum-61'
ECO5
47 °C
7,00 bar
80294 Kg/h
90 °C
48 °C
7,00 bar
80294 Kg/h
62 °C
8,89% O2 dry
7,39% O2 wet
203548 Kg/h
750 °C
17,48% O2
241,8 °C
290,0 °C
190 °C
164 °C
TOTAL NG 2.93 MWth
NO GAS ENG
0,000 MWth
NG
GAS ENGINE
0,000 MWe
ENGINE COOLING WATER
AH6
AH7
APH5
APH7
AH4
AH2
AIR
17,48% O2
27268 Kg/h
1591 Kg/h
390 °C
9,02% O2
0 Kg/h
168 °C
17,48% O2
27268 Kg/h
276 °C
20,66% O2
0 Kg/h
79 °C
20,66% O2
98371 Kg/h
160 °C
19595 Kg/h
133 °C
2477 Kg/h
Boiler loss 5,39%
792 TPD MSW
70,938 MWth
SIDE WALL COOLING
PRIMARY COMB AIR
SECONDARY COMB AIR
CONDENSING ECONOMISER
ECO3
ECO2
133 °C
20,66% O2
98371 Kg/h
20 °C
20,66% O2
25065 Kg/h
20 °C
20,66% O2
14571 Kg/h
160 °C
ST extraction 45
FWH
99 °C
7,00 bar
140,9 °C
4,00 bar
6021 kg/h
136 °C
7,00 bar
159 °C
6,00 bar
161 °C
110,00 bar
84745 Kg/h
TO EJECTOR
41 Kg/h
20 °C
20,66% O2
98371 Kg/h
98371 Kg/h
20 °C
hot water from ECO3
90 °C
water to ECO5
STEAM
WATER
PURE AIR
GAS MIXTURE
GROSS EFF. 31,5%
MSW EFF. 31,5%
NG EFF. 31,5%
NG SHARE 4,0%
WTERT-Brasil
CLIENT
Plant ZABALGARBI RE-DESIGN - OCC
Designer Sergio Guerreiro Ribeiro 13/04/2014
Case JEN JMS 616 - 460/290 C Reheat

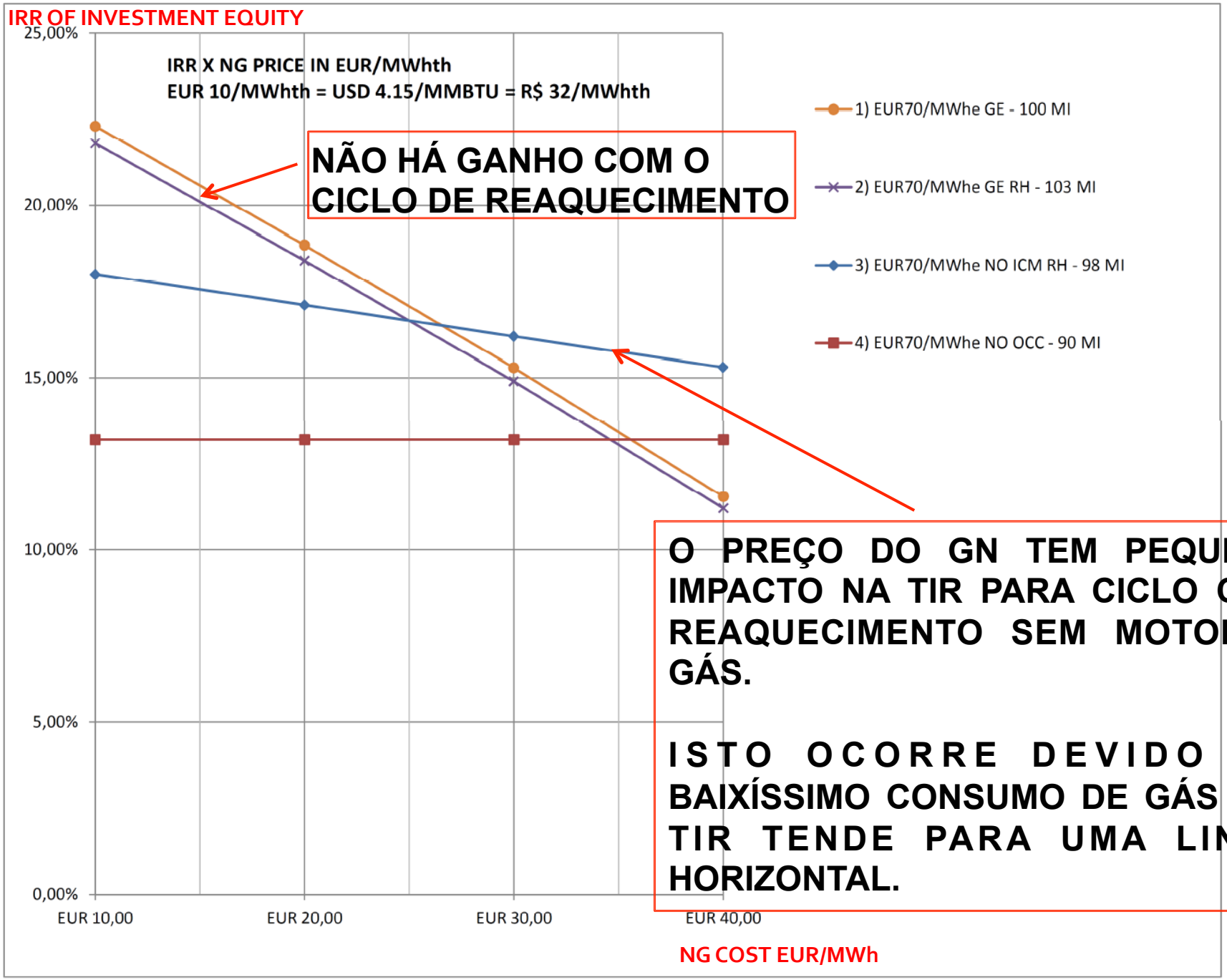


Figure 7 –IRR Comparison between GE, GT and no ICM OCC Solutions

CONCLUSÕES

1. A SOLUÇÃO ÓTIMA NÃO É AQUELA DE MÁXIMA EFICIÊNCIA TERMODINAMICA.

2. AS CONDIÇÕES DE CONTORNO DO PROJETO, ESPECIALMENTE O CUSTO DO GÁS E O PREÇO DE VENDA DA ENERGIA, DEFINIRÃO O OBJETIVO PRINCIPAL: MENOR TAXA DE LIXO OU MAIOR TIR DO INVESTIMENTO.

3. A SOLUÇÃO COM MOTOR A GÁS E SUPERAQUECIMENTO EXTERNO COM QUEIMADORES É A MELHOR PARA O CASO DE PREÇO DO GÁS ENTRE VALORES MÉDIOS E ELEVADOS.

4. CASO O PREÇO DO GÁS AUMENTE PODEMOS DESLIGAR O MOTOR E PRÉ AQUECER O AR DE COMBUSTÃO COM EXTRAÇÕES DE VAPOR DA TURBINA COMO É FEITO NORMALMENTE.

5. NA PARTIDA OU DESLIGAMENTO DA PLANTA NÃO É PRECISO ENERGIA EXTERNA POIS O MOTOR A GÁS SERÁ UTILIZADO.

6. EM CASO DE TRIP DA TURBINA A VAPOR PODEMOS CONTINUAR A QUEIMA DO LIXO COM A ENERGIA DA USINA FORNECIDA PELO MOTOR E BYPASS DO VAPOR DA TURBINA PARA O CONDENSADOR.

WTERT Brasil

MUITO OBRIGADO

www.wtert.com.br