



ENERGIA VERDE

江西华电电力有限责任公司

Jiangxi Hua Dian Electric Power Co., Ltd.

江西华电电力有限责任公司
地址: 江西省新余市高新技术产业园区赛维大道398号
电话: 0086-790-6667066
传真: 0086-790-6439957
电子邮件: jxhd@jxhdep.com
邮编: 338004
网址: <http://jxhdep.com>

Escritório de contato no Brasil
Av. Álvares Cabral, 381 / sala 1602 - Lourdes
30170-000, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil
Tel: 55-31-4042-5888
E-mail: hd@hdenergiaverde.com
www.hdenergiaverde.com

Mensagem do Presidente



感谢您关注江西华电电力有限责任公司（以下简称：江西华电）以及低温余热电站，新能源发电产业！江西华电创业十余年来的发展，可谓攻坚十年，风雨十年，收获十年！十年里，我们走过了一段用心血和汗水铺就的奋斗之路，谱写了一篇成就与梦想交织的创业之歌。在此，我谨代表江西华电的全体员工，感激在过去三十年的科技攻关，十二年的产业培育，八年的样机试制，五年的商业示范验证过程中，给予扶持，
的名界朋友！我们感恩在失败的二十多台样机研发历程中陪伴着一起渡过难关，共同解决技术难题，相互鼓励重新站起来的专家和好友！

我们不会忘记曾经在同一战壕打拼过离去的队友们，我们正在延续着他（她）们未完成的梦想！成绩来之不易，我们应加倍努力。节能减排刻不容缓，我们当义不容辞，迅速扩大低温余热电站的推广成果和应用范围，为全球节能减排事业做出更大贡献。

把智慧汗水和辛勤劳力载入低温余热和新能源利用的人类史册！低温余热电站建设的事业很大，很美，很值得，诚邀名界宾朋莅临我司研究指导，共襄盛举！同成大业！

Muito obrigado pelo seu interesse na Jiangxi Huadian Electric Power Co. Ltd. (adiante designada apenas por HD) e pela utilização de estações de baixa temperatura e calores residuais como novas fontes para gerar energia elétrica.

Com mais de dez anos de desenvolvimento, esta pode ser descrita como uma década fundamental após anos de muito trabalho. Há dez anos caminhamos por uma estrada pavimentada com o sangue e suor da luta e escrevemos uma canção com realizações empresariais e sonhos entrelaçados. Aqui, em nome de toda a equipe da HD, expressamos nossa gratidão pelas últimas três décadas de avanços tecnológicos, pelos doze anos de formação da indústria, pelos oito anos de ensaios de protótipo e pelos cinco anos de processo da demonstração comercial, etapas em que tivemos o apoio de nossa comunidade de amigos.

Passamos por momentos difíceis no desenvolvimento, fracassamos em mais de vinte protótipos e, juntamente com especialistas e amigos, resolvemos vários problemas técnicos, sempre encorajando uns aos outros.

Não devemos nos esquecer do trabalho duro na mesma trincheira desempenhado pelos companheiros que partiram. Somos a continuação de seus sonhos inacabados!

Uma vez tendo duramente conquistado nosso objetivo, devemos redobrar os nossos esforços no sentido de expandir nosso produto para o mundo e fazer ainda maiores contribuições para a causa da conservação da energia.

A sabedoria, aliada ao suor e trabalho, resultaram na utilização de fontes de baixa temperatura e calor residual como uma nova forma de gerar energia na história da humanidade. Convidamos os amigos para visitarem nosso setor de orientação de pesquisa e verem de perto nossa conquista. Desejamos o mesmo sucesso!

02 Apresentação



03 O Turbo Gerador



03 Processo de Funcionamento

04 Composição Básica

05 Configurações

06 Aplicações do Gerador

07 Redução de Pressão

08 Vapores Residuais do Processo

09 Resfriamento de Fluido Quente

10 Resfriamento de Ar Quente



11 Aplicações por Tipo de Indústria



11 Indústria Química

12 Refinaria de Petróleo

13 Extração de Petróleo

14 Usina Termelétrica

16 Usina Geotérmica

17 Energia Solar

18 Usina de Álcool

19 Indústria Petroquímica

20 Siderurgia

21 Modelos Disponíveis

22 Viabilidade Econômica

23 Tabelas Técnicas



Fundada em 1995, a Jiangxi Hua Dian Electric Power Co., Ltd. é uma empresa de inovação tecnológica na China que tem por maior objetivo diminuir os desperdícios térmicos e transformá-los em energia elétrica.

O seu fundador, Sr. Hu Da, mestre em energia termelétrica, trabalhou em pesquisa e produção de equipamentos termelétricos por mais de 20 anos e juntamente com o Professor Hu Liang Guang e engenheiro Chen Jing Kun desenvolveram a Turbina Elétrica a Parafuso Helicoidal.

O professor Hu Liang Guang, inventor da turbina, chamado de "professor" estudou na Rússia nos anos 1954-1960, trabalhou em pesquisas termelétricas por mais de 40 anos, publicou mais de 20 trabalhos e tem 2 patentes na China. Faleceu em janeiro de 2011.

A Turbina Elétrica a Parafuso Helicoidal gera energia elétrica usando vapor saturado úmido ou fluido refrigerante, e pode ser usada em muitos tipos de indústrias, como siderúrgica, papel, petroquímica, cerâmica e outros. Pode fazer o papel da válvula redutora de pressão, aproveitando a diferença de pressão para gerar energia elétrica. Pode abaixar a temperatura da água de refrigeração, através de fluido refrigerante, gerando energia elétrica. Com mais de 100 unidades instaladas na China contabiliza uma economia de mais de 3000MW por ano.



No Brasil já foi instalada e está em funcionamento uma turbina em uma fábrica de Carbonato de Cálcio Precipitado na cidade de Arcos, Minas Gerais, aproveitando a diferença de pressão entre a caldeira e o secador.

Atualmente conta com um escritório de representação localizado em Belo Horizonte, Minas Gerais para atender o Brasil e a América Latina.



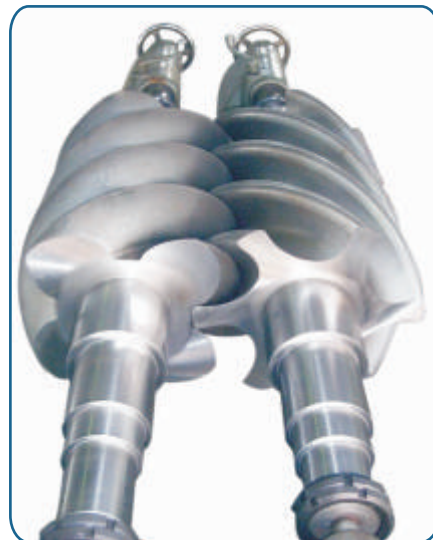
O Turbo Gerador a Parafuso Helicoidal (Helical Screw Expanding Power Generator - HSEPG) aproveita diretamente o vapor saturado para gerar energia elétrica.

Processo de funcionamento

Os componentes básicos do Turbo Gerador a Parafuso são um par de parafusos helicoidais e uma carcaça. O vapor saturado em sua expansão volumétrica provocará a movimentação dos dois elementos helicoidais, convertendo a sua energia em força motriz.

O vapor saturado entra no sulco A e se move para as posições B, C e D sucessivamente até sair pelo sulco E num processo contínuo.

Para acionamento, além do vapor saturado pode-se utilizar fluidos refrigerantes como R123, aceito pelo Protocolo Montreal.



Características Técnicas:

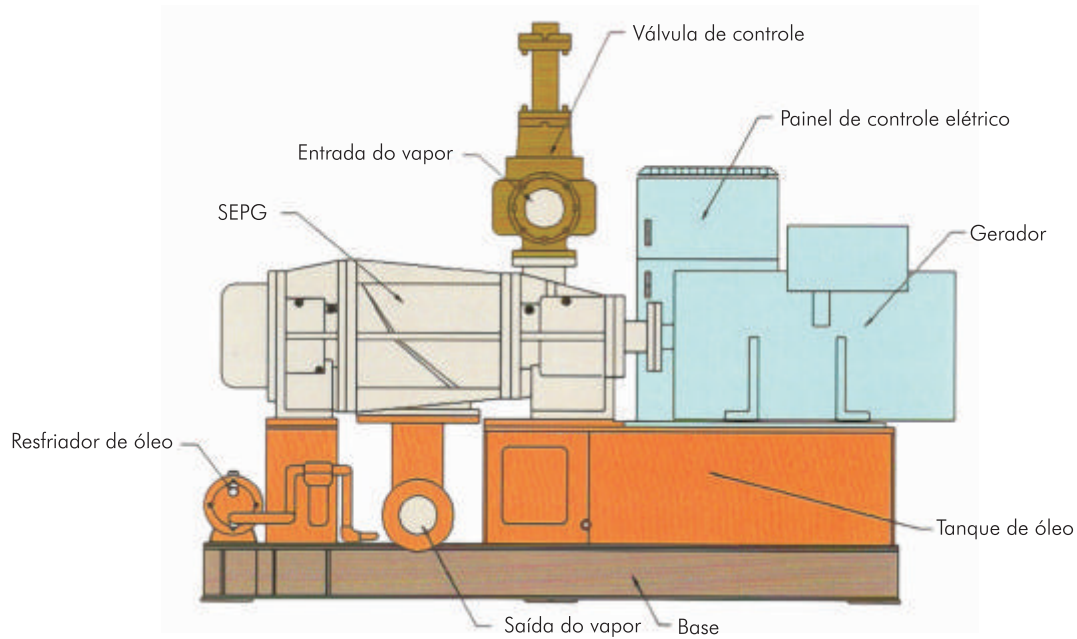
Pressão de acionamento: de 0,30 a 2,5 MPa

ΔP (diferença entre entrada e saída): de 0,4 a 1,5 MPa

Temperatura do vapor saturado: 143°C ~ 226°C

Potência elétrica gerada: 1 a 3000 kW

Composição básica



Pode estar montado em um chassi ou dividido em duas peças, dependendo do modelo da turbina. A turbina é constituída por um par de parafusos helicoidais (SEPG), uma válvula de fecho rápido, uma válvula de controle na entrada, um tanque de óleo, uma bomba de óleo lubrificante, um trocador de calor de placa para o óleo, um redutor, um gerador elétrico e um painel de controle elétrico, conforme a figura acima.



Configurações

O Turbo Gerador está disponível em oito diferentes versões, conforme a tabela abaixo:

Modelo	Potência (kW)	Rotações (rpm)	Tamanho (mm)	Peso (kg)
SEPG80	1-5	2000-5000	550x250x350	900
SEPG100	5-15	2000-5000	550x300x400	1800
SEPG180	20-50	2000-4000	700x500x650	2500
SEPG250	50-250	1500-4000	1500x1500x1300	3000
SEPG300	100-400	1500-3000	1700x1700x1360	3500
SEPG400	250-700	1500-3000	2000x1800x1500	4500
SEPG500	400-1500	1500-2400	2200x2100x1660	7500
SEPG600	1000-3000	1500-2100	3500x2500x1800	9800





A Turbina de Parafuso pode ser aplicada nas seguintes condições:

- Vapor saturado de 105°C a 300 °C
- Água quente acima de 80°C
- Gás quente acima de 200 °C

Condição	Turbina Convencional	Turbina Parafuso
Temperatura do vapor	Acima de 320°C, superaquecido	105°C a 300°C, saturado
Título do vapor	$\geq 1,0$	$\leq 1,0$
Pressão do vapor	Acima de 15 bar	1 a 30 bar
Temperatura do gás ou ar quente	Acima de 400°C	Acima de 250°C
Temperatura da água quente	Acima de 180°C	Acima de 80°C

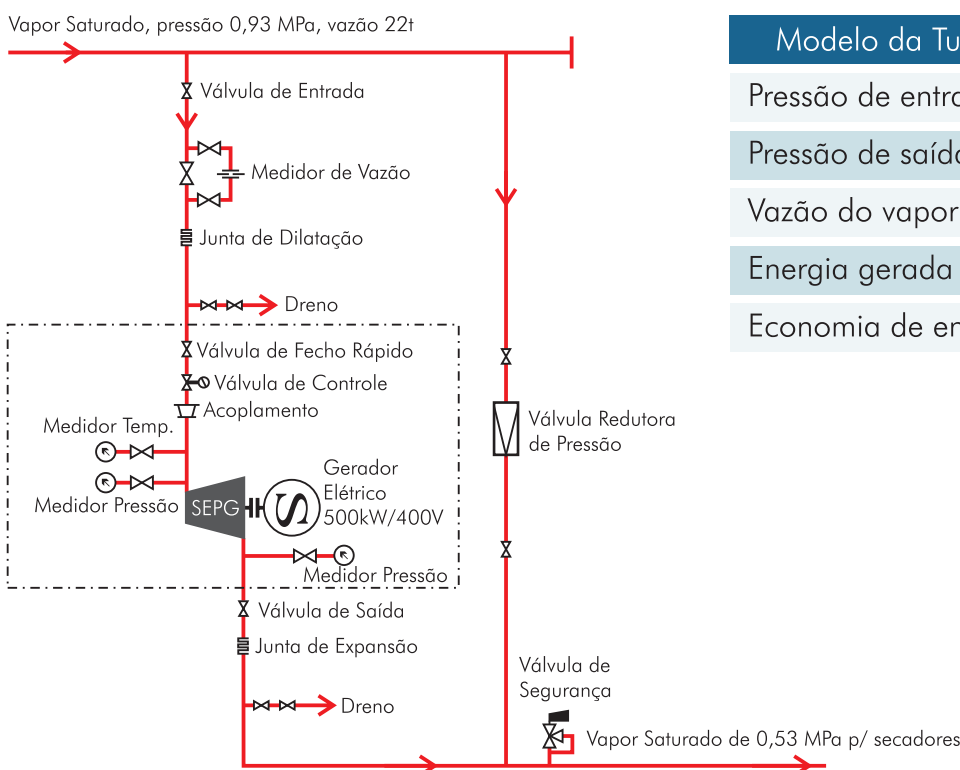
Por trabalhar com temperaturas menores, o campo de atuação da turbina de parafuso é bem maior que o da turbina convencional.



Redução de pressão

No caso clássico de empresas que precisam utilizar vapor saturado, tais como indústrias, hospitais, hotéis e outros, eles possuem uma geração de vapor a uma certa pressão. Porém, a maioria destas empresas necessita de uma menor pressão e instalam válvulas redutoras de pressão, ficando a pergunta: e a perda de energia com esta redução de pressão? A turbina de parafuso neste caso funciona como uma válvula redutora de pressão e aproveita esta diferença de pressão para gerar energia elétrica.

A Lagos Indústria Química Ltda., situada em Arcos (MG), produz carbonato de cálcio precipitado. Utiliza uma caldeira de 22 t/h de vapor a 10 bar que abastece 12 secadores do tipo Drum Dryer, os quais trabalham com 5 bar.



Modelo da Turbina: SEPG400-500/2700-1.65-C

Pressão de entrada na turbina	0,93 MPa
Pressão de saída da turbina	0,53 MPa
Vazão do vapor	16~22 t/h
Energia gerada	180~320 kW/h
Economia de energia por ano	2300 MW/h

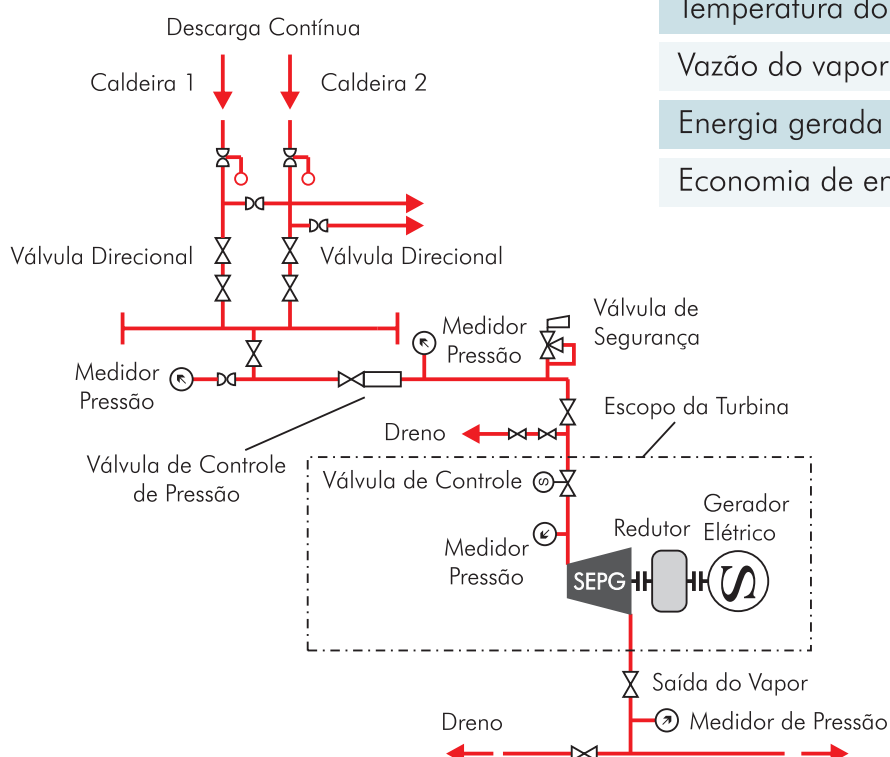
Vapores residuais do processo

Em muitos processos que demandam vapores de alta pressão, ao final sobram vapores de baixa pressão. Um caso típico é a caldeira de alta pressão, que para sempre garantir a qualidade do vapor superaquecido, faz uma descarga contínua para limpar o fundo do vaso. A turbina pode usar esta descarga para gerar energia elétrica ou movimentar uma bomba d'água da própria caldeira de alta pressão.

Em Jiujiang (China), a usina termelétrica possui duas caldeiras de vapor superaquecido para produzir energia elétrica para a cidade; as duas caldeiras têm uma descarga contínua de vapor saturado que, somados, correspondem a uma vazão de 10,4 t/h, com pressão de 14bar (manométrica).



Modelo da Turbina: SEPG300-300/3000	
Pressão de entrada na turbina	1,5 MPa (absoluto)
Temperatura do vapor na entrada	vapor saturado
Pressão de saída da turbina	0,19 Mpa (absoluto)
Temperatura do vapor na saída	111,0°C
Vazão do vapor	10,4 t/h
Energia gerada	300 kW/h
Economia de energia por ano	2400 MW/h (8000h/ano)



Resfriamento de fluido quente

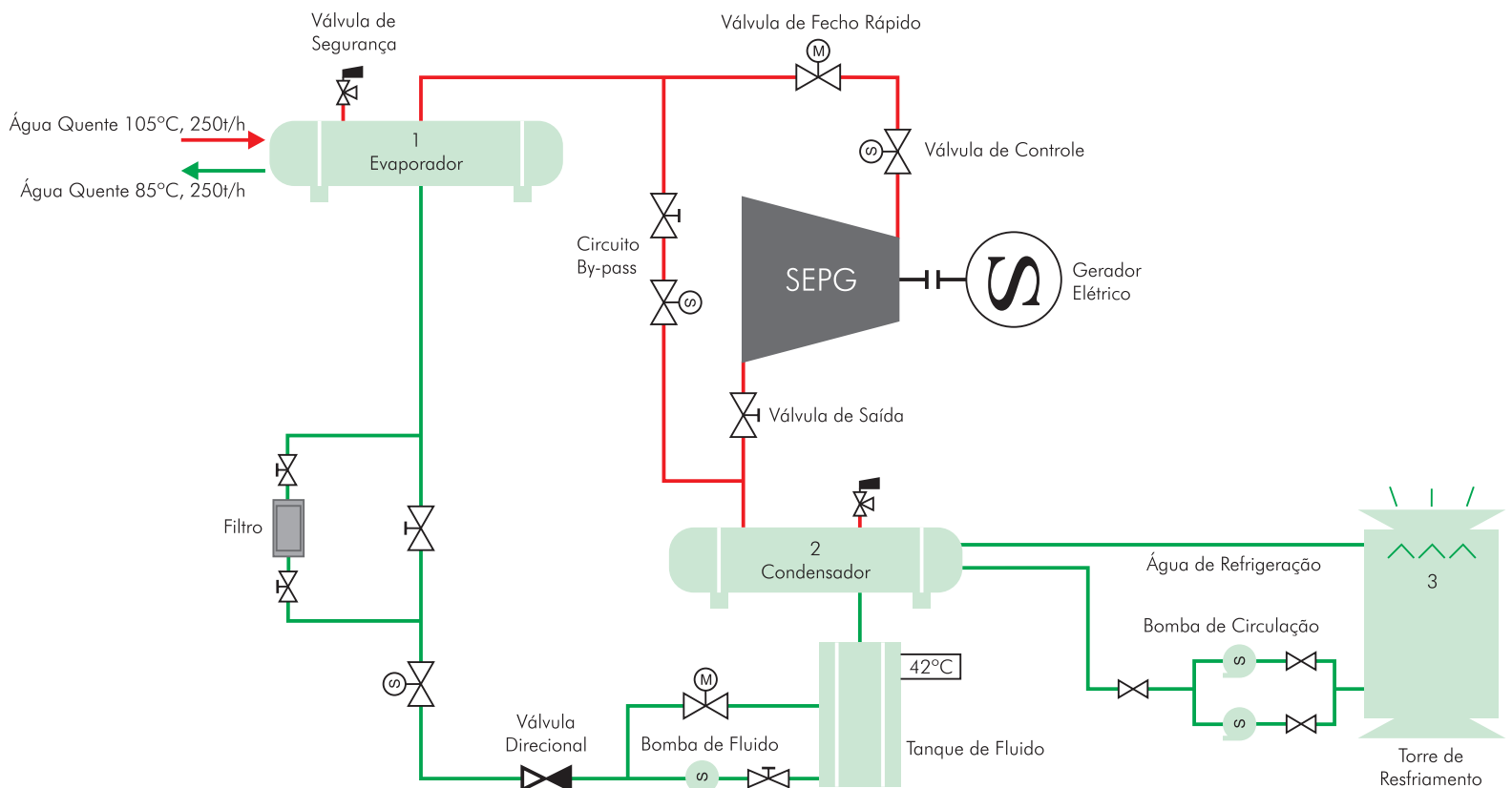
Existem grandes quantidades de água quente em várias fábricas, principalmente águas do resfriamento de equipamentos. Geralmente estas águas são refrigeradas em torres de resfriamento de água, para posterior reaproveitamento. No caso de processos contendo água com temperatura acima de 90°C, pode-se esfriá-la, gerando energia elétrica utilizando o processo do ciclo Rankine, que por meio de um fluido refrigerante, esfria a água e a transforma em vapor, que irá movimentar a turbina.

Um exemplo desta aplicação é o campo de extração de petróleo Huabei, localizado na cidade Hejian, província Hebei (China). O líquido extraído da terra, mistura de petróleo, água e particulado, possui uma temperatura de 100 a 105°C, com vazão de 250 m³/h. A empresa necessita reduzir a temperatura para 85°C para sua reutilização. Para refrigerar 250 m³/h de 105°C para 85°C, usou-se 106 t/h de fluido refrigerante R-123, que posteriormente é aquecido de 42°C para 82°C dentro do Evaporador.



Modelo da Turbina: SEPG500-400/1500-1.65-SS

Temperatura do líquido na entrada	105°C
Temperatura do líquido na saída	85°C
Vazão do líquido	250 t/h
Pressão de entrada na turbina	0,42 MPa (manométrica)
Pressão de saída da turbina	0,07 MPa (manométrica)
Vazão do vapor (fluido refrigerante)	106 t/h
Energia gerada	360 kW/h
Consumo próprio de energia	50 kW/h
Energia líquida gerada	310 kW/h

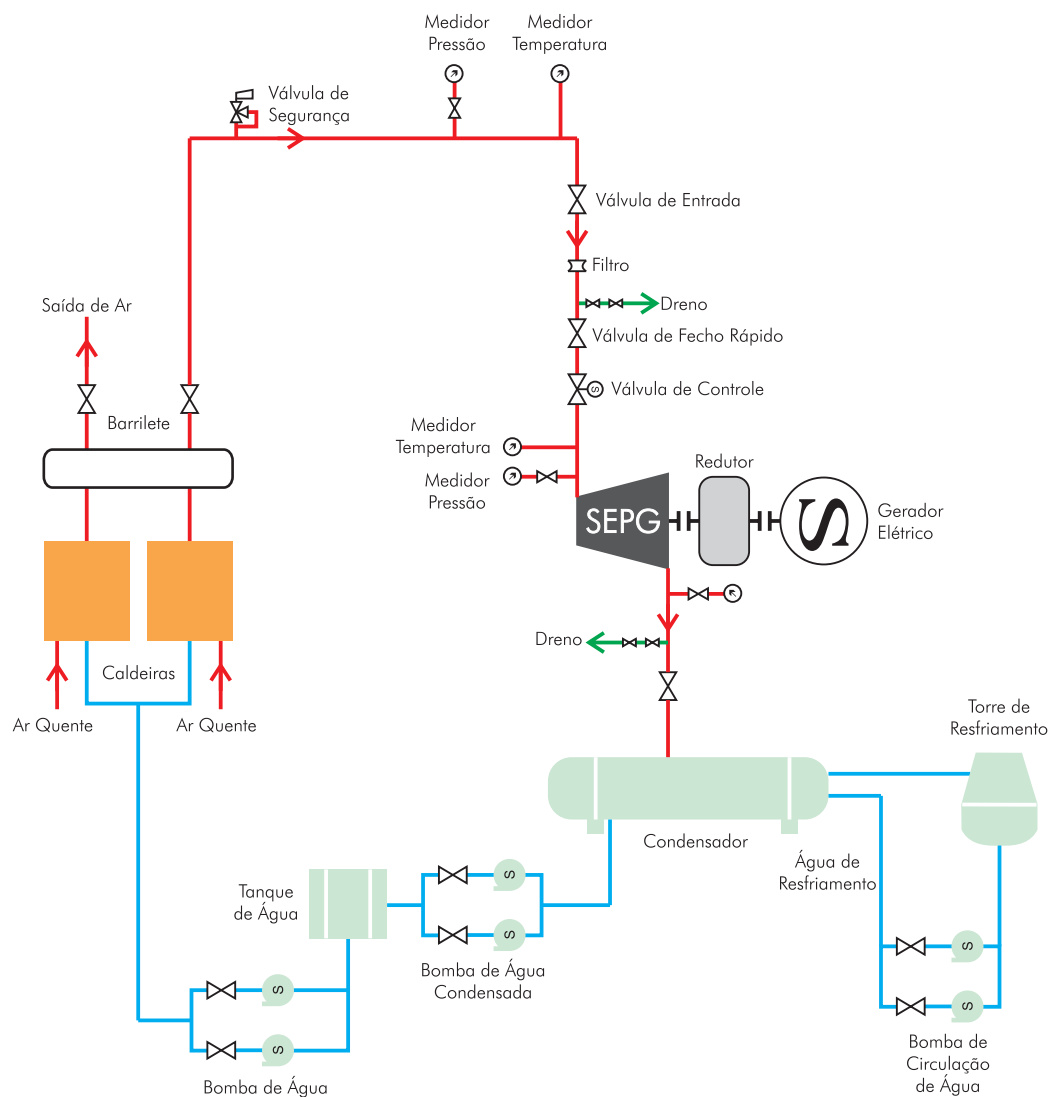


Resfriamento de ar quente

Ar quente ou gás quente expelido das chaminés também podem ser aproveitados para gerar energia. Muitos processos de produção geram ar ou gás quente, como fabricação de cimento, aço, vidro e muitos outros, e usam ventiladores para esfriá-los ou descartá-los pela chaminé. Na maioria dos casos, a temperatura não é alta, 180°C a 220°C, mas por meio de uma caldeira de recuperação, pode-se produzir vapores saturados acima de 140°C, que passam por uma turbina de parafuso, gerando energia elétrica.

Uma siderurgia na China possui uma coqueiria que emite um gás quente de 200°C, com vazão de 285.000Nm³/h. Este gás passa por um trocador de calor (ar-água), gerando 9 t/h de vapor saturado de 3 bar com temperatura de 133°C.

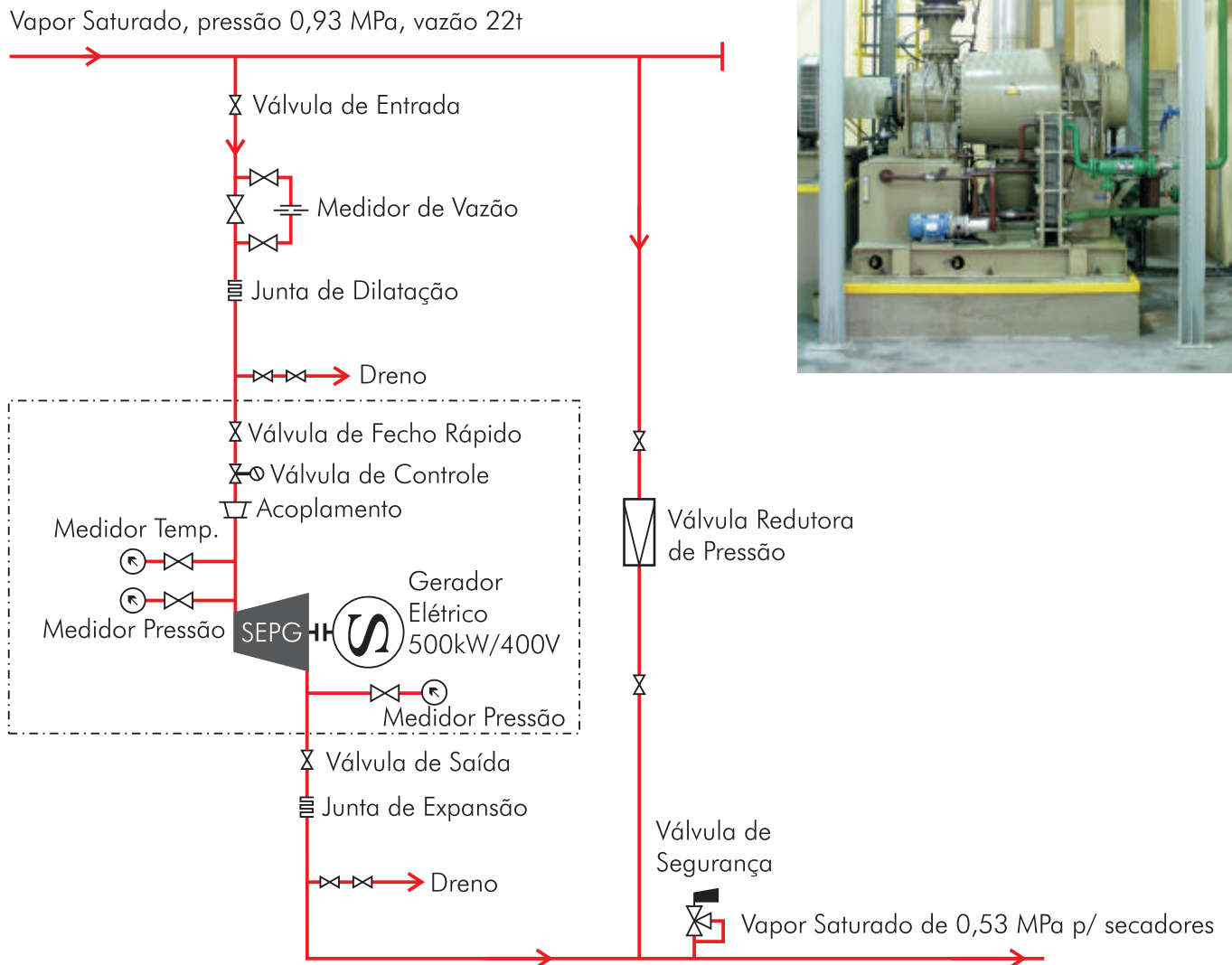
Modelo da Turbina: SEPG600-500/2250-1.65-C	
Temperatura do gás na entrada do trocador	220°C
Temperatura do gás na saída do trocador	170°C
Vazão do gás	285000 Nm ³ /h
Pressão do vapor na entrada na turbina	0,3 MPa (manométrica)
Temperatura do vapor na entrada	133°C
Pressão do vapor na saída da turbina	0,044 MPa (manométrica)
Temperatura do vapor na saída	78,0°C
Vazão do vapor	9 t/h
Energia gerada	450 kW/h
Consumo próprio de energia	49 kW/h
Energia líquida gerada	400 kW/h



Indústria Química

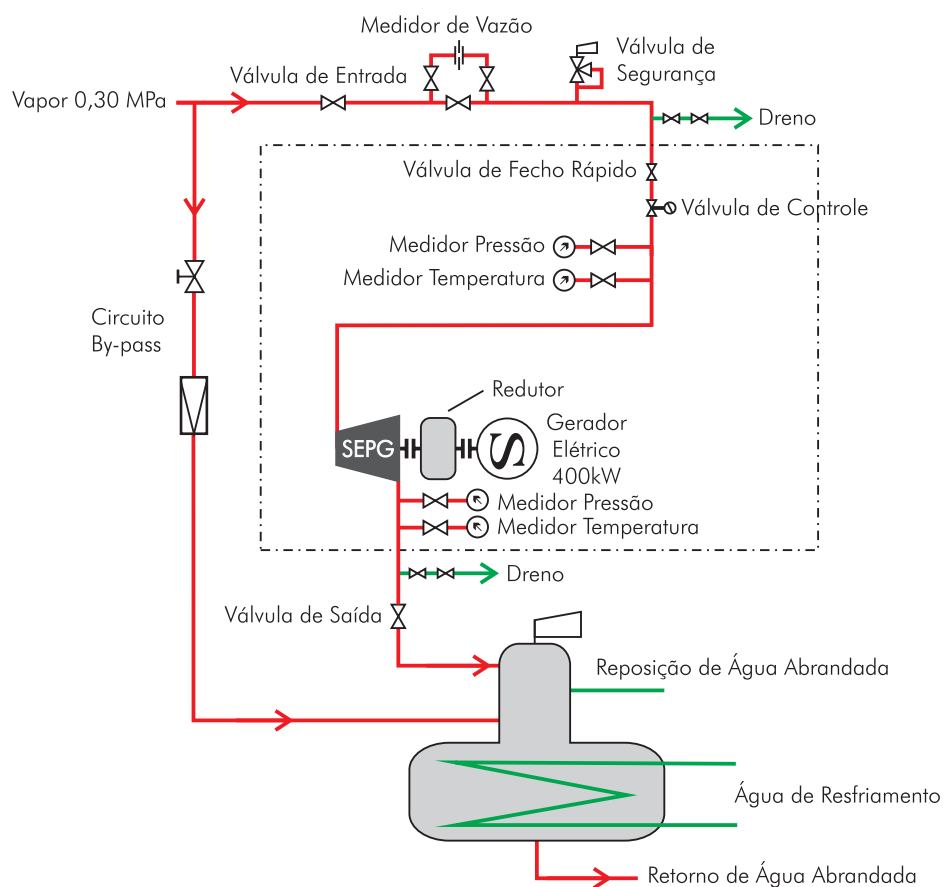
A Lagos Indústria Química Ltda., situada em Arcos (MG), produz carbonato de cálcio precipitado. Utiliza uma caldeira de 22 t/h de vapor a 10 bar que abastece 12 secadores do tipo Drum Dryer, os quais trabalham com 5 bar.

Modelo da Turbina: SEPG400-500/2700-1.65-C	
Pressão de entrada na turbina	1,01 MPa
Temperatura do vapor na entrada	184°C
Pressão de saída da turbina	0,53 MPa
Temperatura do vapor na saída	161,50°C
Vazão do vapor	16 a 22 t/h
Energia gerada	180 a 320 kW/h
Economia de energia por ano	2300 MW/h (8000h/ano)



A refinaria localizada na cidade de Maoming, província de Guangdong (China), possui muito vapor residual de 3 bar do processo. Em dois pontos que têm uma vazão de 9 t/h, esta foi aproveitada para gerar energia com o uso da turbina.

Modelo da Turbina: SEPG500-400/2250-1.65-C	
Pressão de entrada na turbina	0,26 ~ 0,32 MPa
Pressão de saída da turbina	0,02 ~ 0,05 MPa
Vazão do vapor	9 t/h
Energia gerada	330 ~ 360 kW/h
Economia de energia por ano	2700 MW (8000 h/ano)
Economia de água por ano	70.000 t

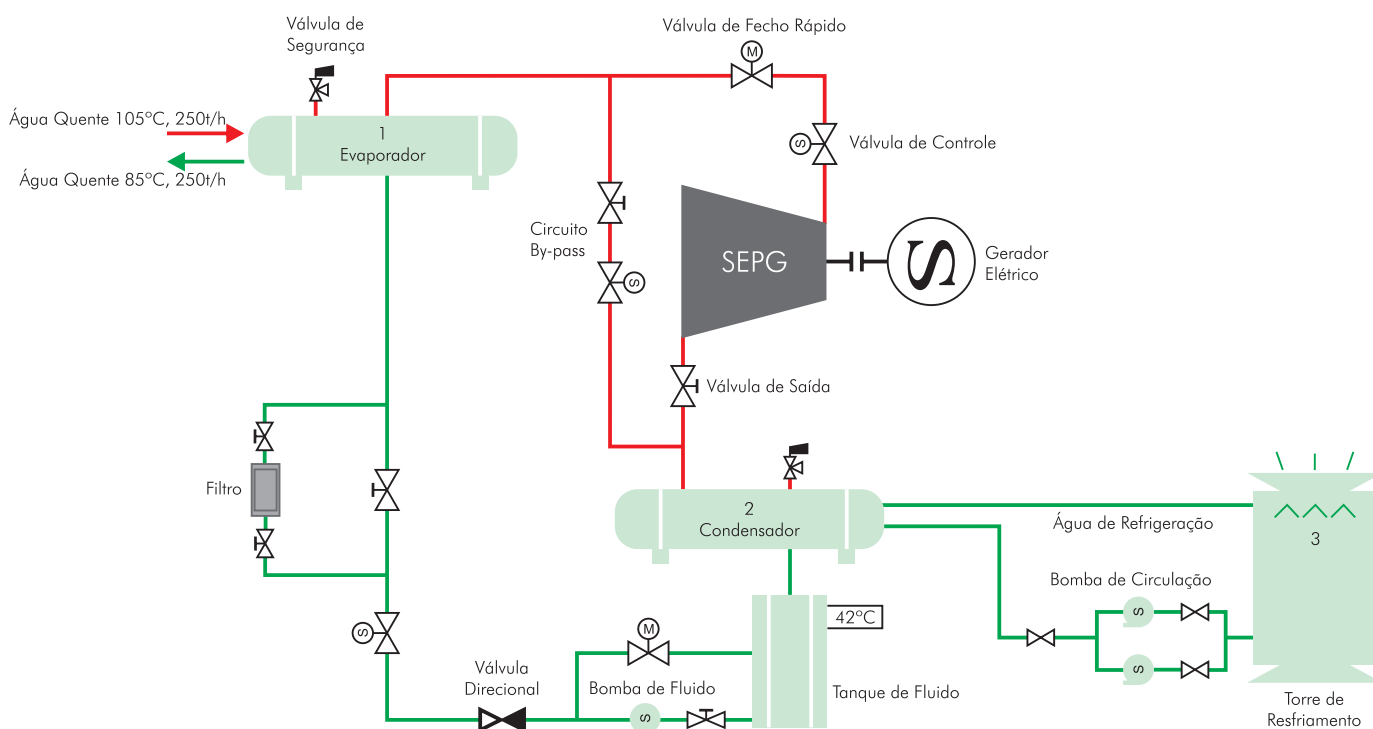


Extração de Petróleo

No campo de extração de petróleo Huabei, localizado na cidade Hejian, província Hebei (China), a turbina é utilizada para diminuir a temperatura do fluido. O fluido extraído da terra, mistura de petróleo, água e particulado, possui uma temperatura de 100 a 105°C com vazão de 250 m³/h e a empresa necessita reduzir a temperatura para 85°C para o processo. Para refrigerar 250 m³/h de 105°C para 85°C, são utilizadas 106 t/h de fluido refrigerante R-123, que aquece de 42°C para 82°C dentro do Evaporador.

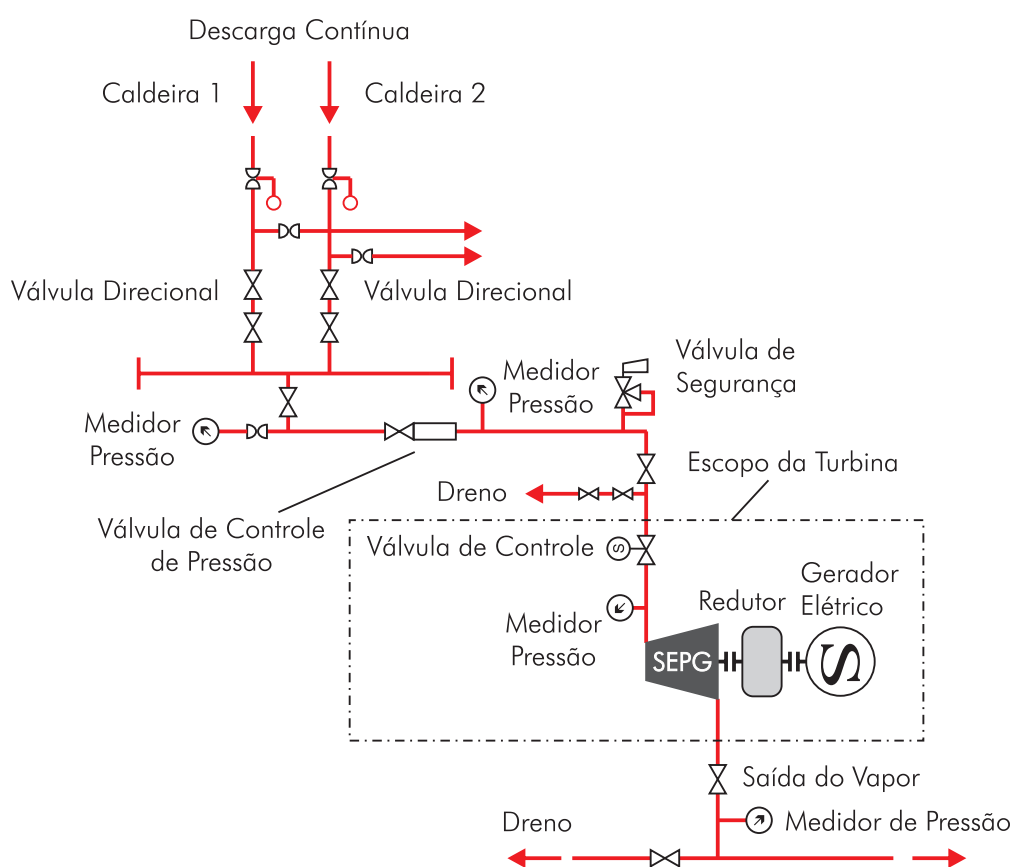
Modelo da Turbina: SEPG500-400/1500-1.65-SS

Temperatura do líquido na entrada	105°C
Temperatura do líquido na saída	85°C
Vazão do líquido	250 t/h
Pressão de entrada na turbina	0,42 MPa (manométrica)
Pressão de saída da turbina	0,07 MPa (manométrica)
Vazão do vapor (fluido refrigerante)	106 t/h
Energia gerada	360 kW/h
Consumo próprio de energia	50 kW/h
Energia líquida gerada	310 kW/h



A usina termelétrica em Jiujiang, província de Jiangxi (China), possui duas caldeiras de vapor superaquecido para produzir energia elétrica para a cidade; as duas caldeiras têm uma descarga contínua de vapor saturado que, somados, correspondem a uma vazão de 10,4 t/h, com uma pressão de 14bar manométrica.

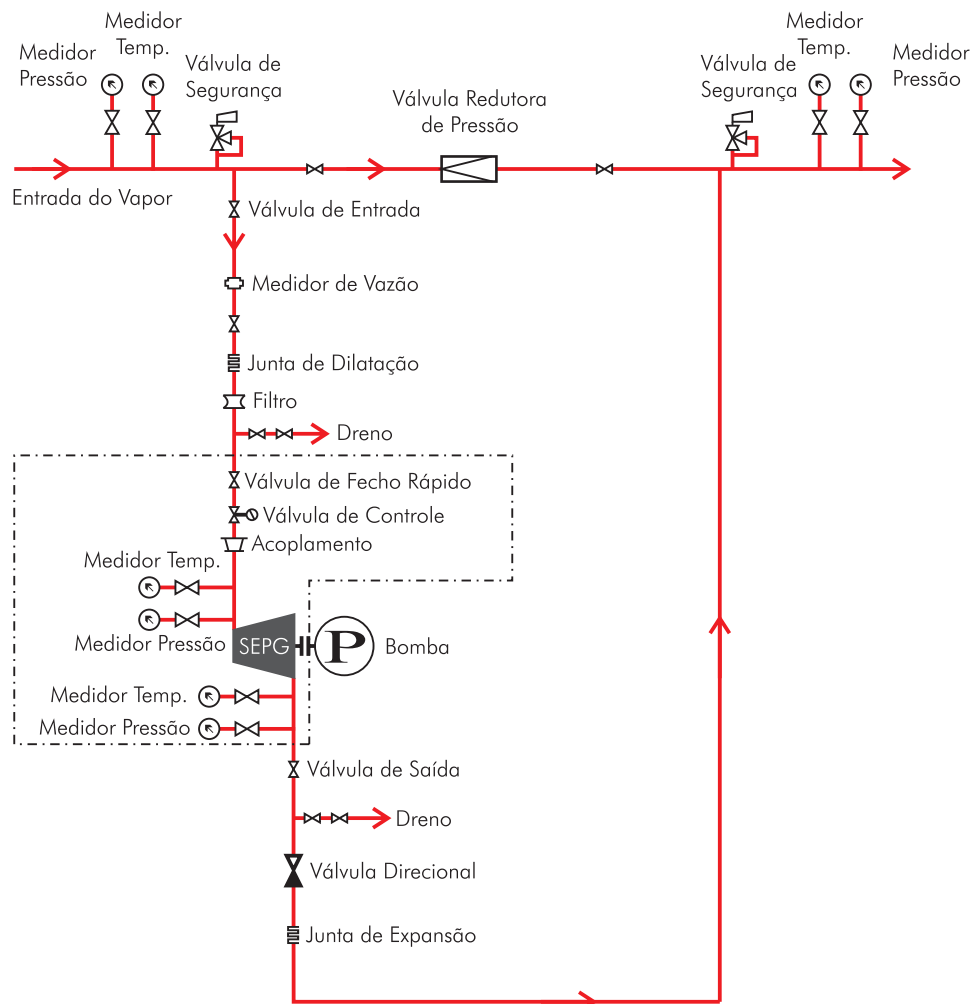
Modelo da Turbina: SEPG300-300/3000	
Pressão de entrada na turbina	1,5 MPa (absoluto)
Temperatura do vapor na entrada	vapor saturado
Pressão de saída da turbina	0,19 Mpa (absoluto)
Temperatura do vapor na saída	111,0°C
Vazão do vapor	10,4 t/h
Energia gerada	300 kW/h
Economia de energia por ano	2400 MW/h (8000h/ano)



Em outra termelétrica na província de Anhui (China), o vapor saturado da descarga contínua é aproveitado para acionar a bomba de água de circulação contínua, com o auxílio da turbina de parafuso helicoidal. A pressão do vapor é de 0,9 MPa com vazão de 5,75 t/h. A bomba de água consumiria uma potência de 278kW/h.

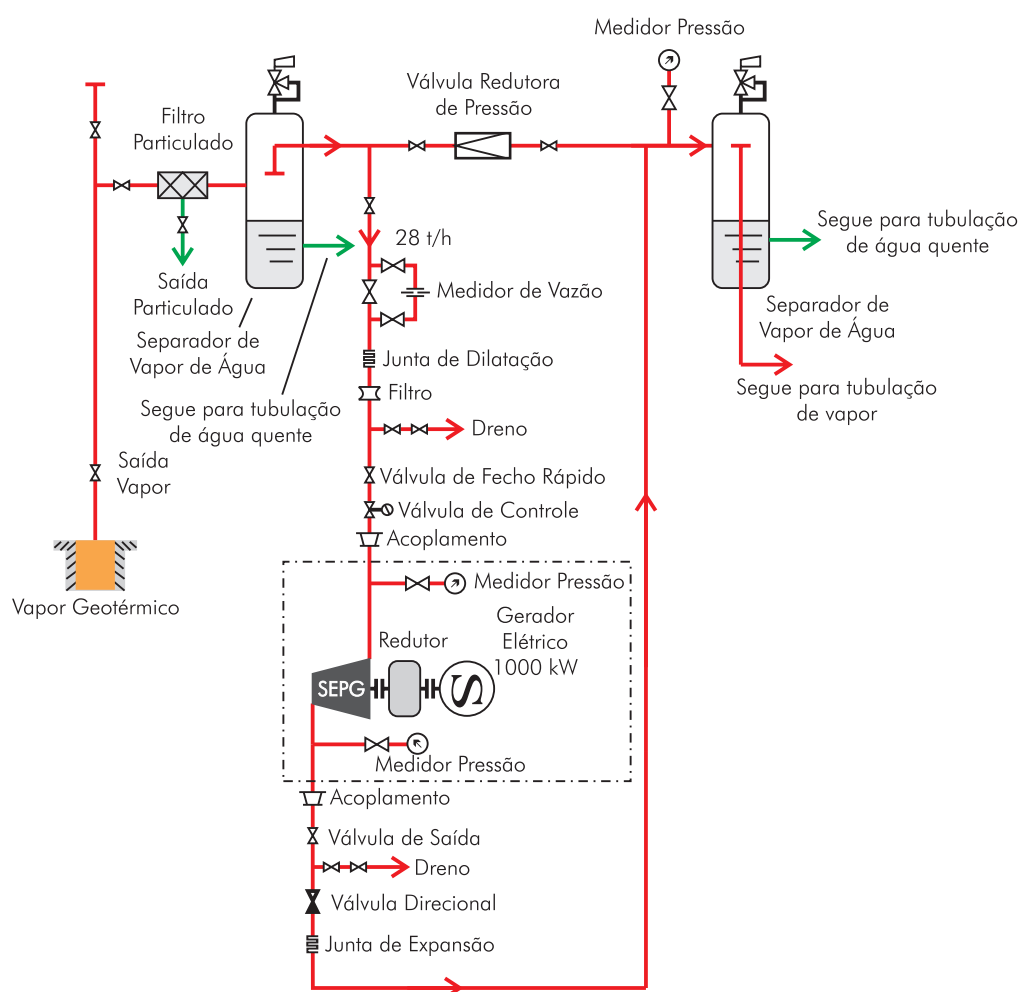
Modelo da Turbina: SEPG400-300	
Pressão de entrada na turbina	0,9 MPa
Temperatura do vapor na entrada	vapor saturado
Pressão de saída da turbina	<0,02 MPa
Vazão do vapor	5,75 t/h
Energia gerada	278 kW/h *
Economia de energia por ano	2200 MW (8000 h/ano)

* Equivalente para acionar a bomba de água



No campo geotérmico Yangbajiang, localizado no Tibet (China), a turbina de parafuso é utilizada para aproveitar a energia do vapor de 170°C que sai da terra. Como este vapor pode conter particulados, foi instalado um filtro de tela.

Modelo da Turbina: SEPG500-1000/2400	
Pressão de entrada na turbina	0,8 MPa (absoluto)
Temperatura do vapor na entrada	170°C
Pressão de saída da turbina	0,25 MPa (absoluto)
Temperatura do vapor na saída	127°C
Vazão do vapor	28 t/h
Energia gerada	1000 kW/h
Economia de energia por ano	8000 MW (8000 h/ano)

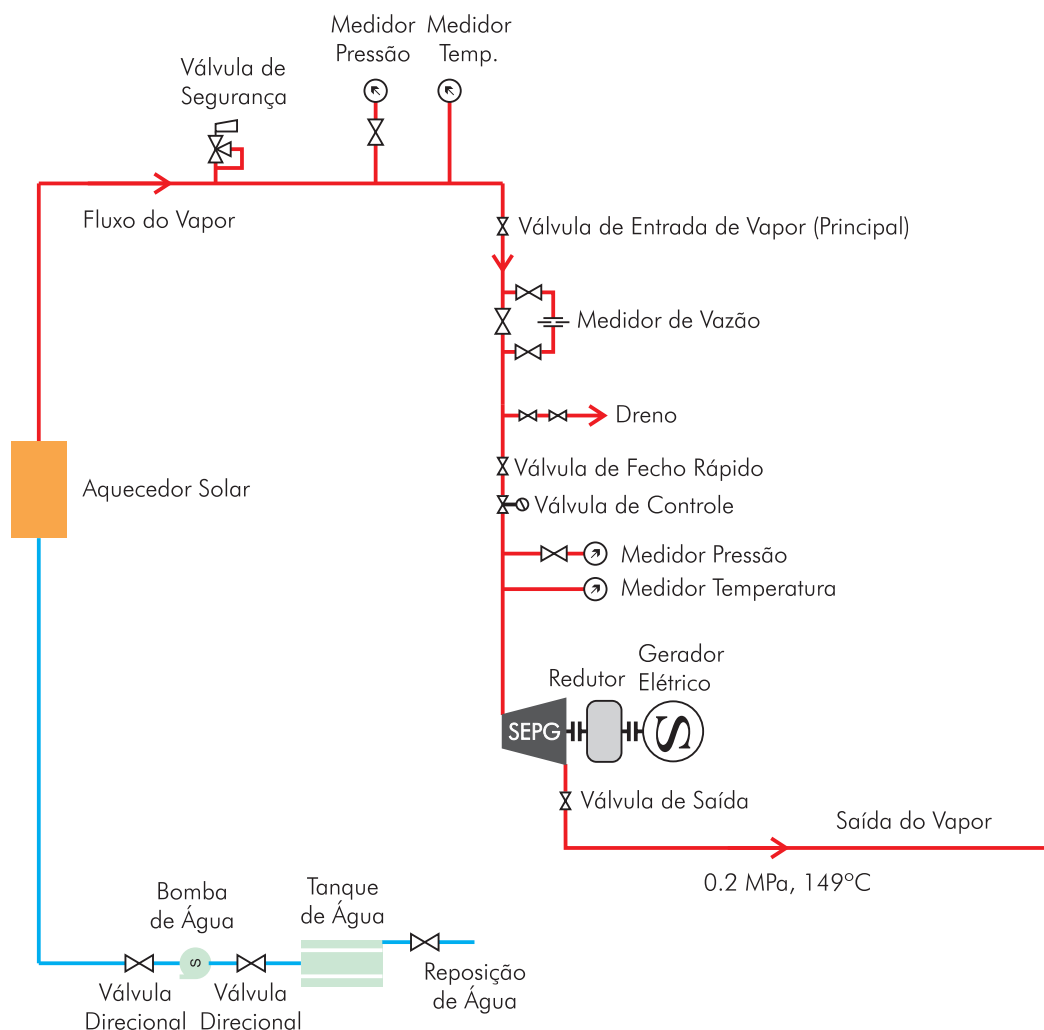


Energia Solar

Na cidade de Lanzhou da província de Gansu, foram utilizados vários coletores solares, inclusive concentradores solares, fornecendo vapores saturados de 256 °C. A empresa ainda utiliza o vapor de 2 bar no seu processo.

Modelo da Turbina: SEPG250-200/3000

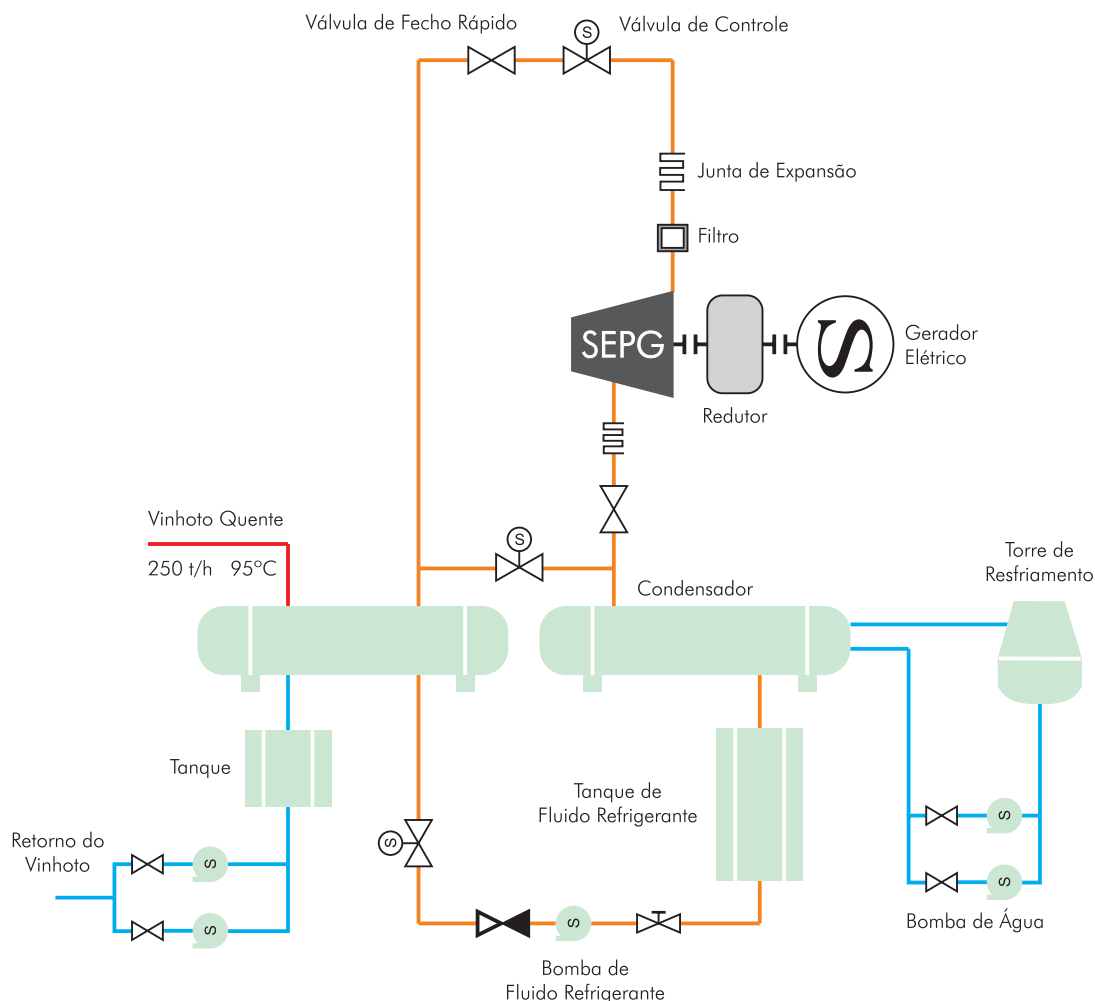
Pressão de entrada na turbina	1,1 MPa (manométrica)
Temperatura do vapor na entrada	256°C
Pressão de saída da turbina	0,2 MPa (manométrica)
Temperatura do vapor na saída	149°C
Vazão do vapor	4 t/h
Energia gerada	160 kW/h
Economia de energia por ano	128 MW (8000 h/ano)



Usina de Álcool

Uma usina de álcool que processa 1 milhão de toneladas de cana, destila 96 milhões de álcool por ano. Um ano letivo nas usinas corresponde a sete meses de trabalho, com turnos de 24 horas. Cada litro de álcool gera 13 litros de vinhaça e esta sai geralmente com uma temperatura entre 90°C e 95°C. Como esta vinhaça não pode ser utilizada nesta temperatura, é comum as usinas a deixarem esfriar numa lagoa, para posteriormente a aproveitarem na ferti-irrigação. Praticamente 250 t/h de vinhaça são depositadas nesta lagoa. Usando um fluido refrigerante, é possível reduzir a temperatura da vinhaça de 95°C para 58°C. Este fluido que será vaporizado, passará pela turbina e vai gerar energia.

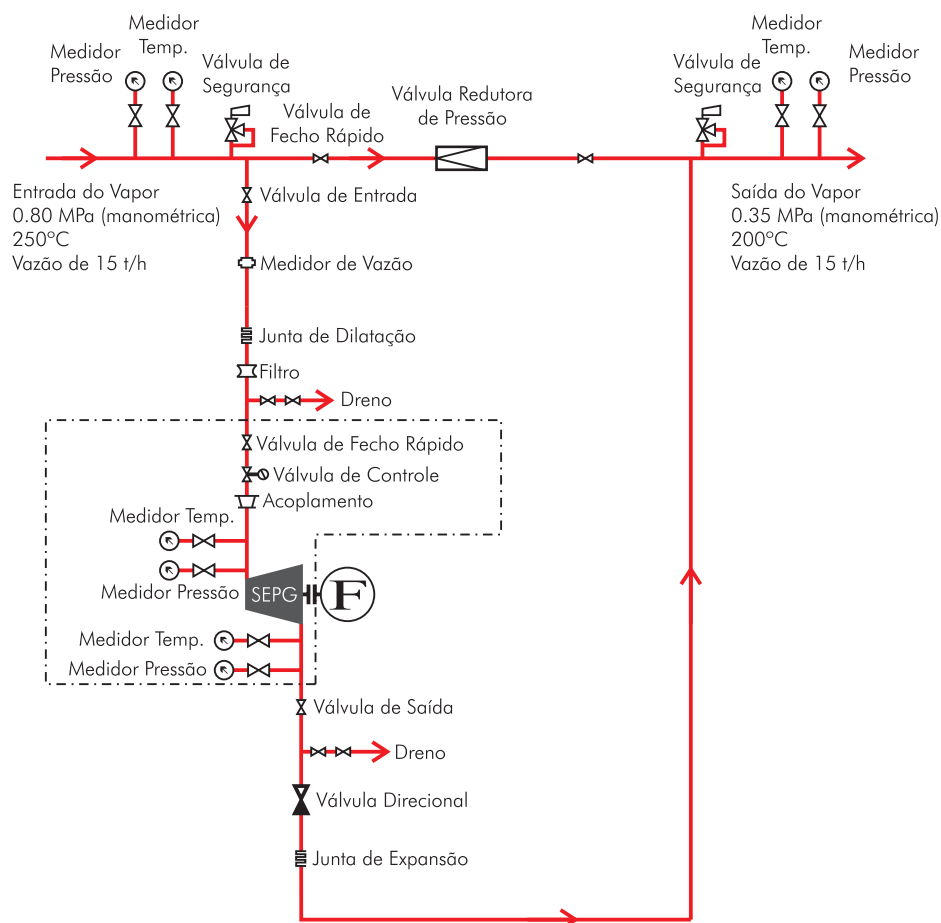
Modelo da Turbina: SEPG400-500/2700-1.65-C	
Temperatura do vinhoto na entrada do evaporador	95°C
Temperatura do vinhoto na saída do evaporador	58°C
Vazão do vinhoto	250 t/h
Temperatura do fluido na entrada do evaporador	42°C
Temperatura do fluido na saída do evaporador	67°C
Vazão do fluido	680,4 t/h
Pressão de entrada na turbina	0,35 MPa
Temperatura do fluido na entrada	67°C
Pressão de saída da turbina	0,17 MPa
Temperatura do fluido na saída	43°C
Energia gerada	390 kW/h
Energia líquida	145 kW/h
Economia de energia por ano	1160 MW (8000 h/ano)



Para produzir solvente, a Yanshan Petroquímica em Beijing utiliza um vapor de 0,35 MPa proveniente do dessuperaquecedor de um vapor de 0,8 MPa. Anteriormente usava uma válvula redutora para diminuir a pressão do vapor, mas hoje aproveita esta diferença de pressão com a turbina para acionar um exaustor de pó da própria fábrica, gerando uma economia de energia elétrica equivalente a 350kW/h.

Modelo da Turbina: SEPG400-400/3000

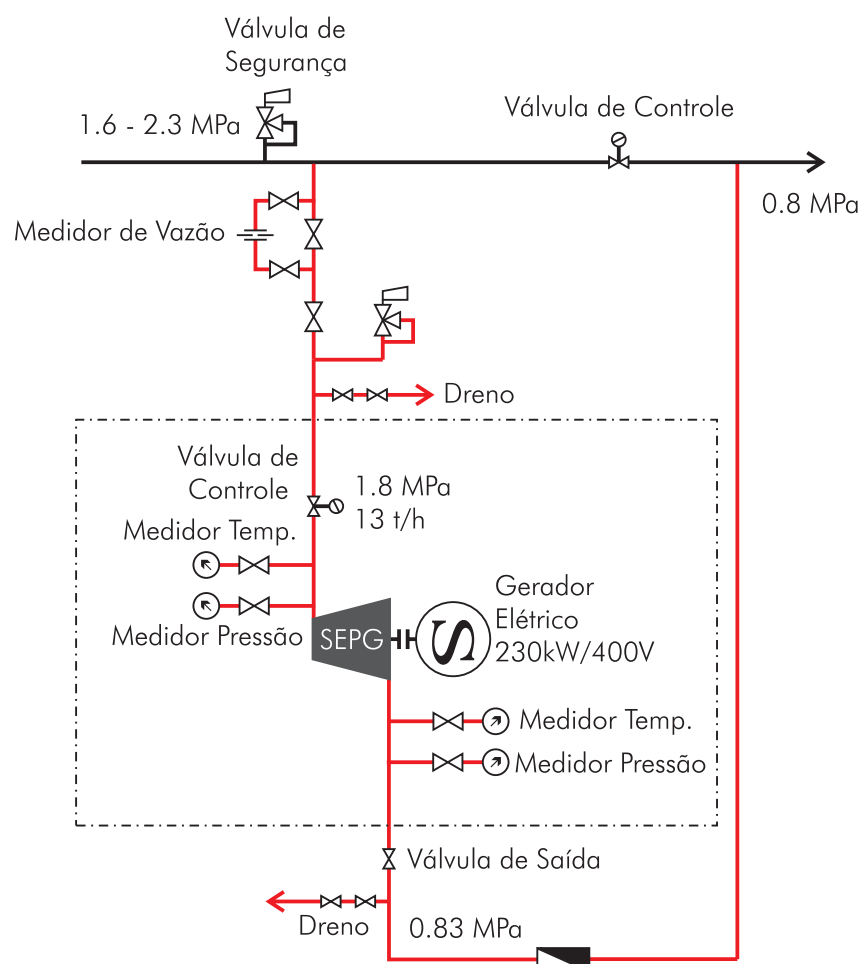
Pressão de entrada na turbina	0,8 MPa (manométrica)
Temperatura do vapor na entrada	250°C
Pressão de saída da turbina	0,35 MPa (manométrica)
Temperatura do vapor na saída	200°C
Vazão do vapor	15 t/h
Energia gerada	350 kW/h
Economia de energia por ano	280 MW (8000 h/ano)



Em XinYu, uma siderúrgica aproveitou o vapor do processo de 15 bar e o reduziu para 1,9 bar, gerando 300kW. Esta turbina foi a primeira instalada na China. Está em uso há mais de 8 anos.

Modelo da Turbina: SEPG300-300/3000

Pressão de entrada na turbina	1,5 MPa (absoluto)
Temperatura do vapor na entrada	vapor saturado
Pressão de saída da turbina	0,19 MPa (absoluto)
Temperatura do vapor na saída	111,0°C
Vazão do vapor	10,4 t/h
Energia gerada	300 kW/h
Economia de energia por ano	2400 MW (8000 h/ano)



Convencional

Consiste na estrutura padrão, destinada a áreas internas, como galpões.



Container

Este modelo vem inserido em um container especial, possuindo a praticidade de não demandar uma estrutura de alojamento. Pode ser inserido em área externa, bastando posicioná-lo no local desejado e efetuar as ligações necessárias.





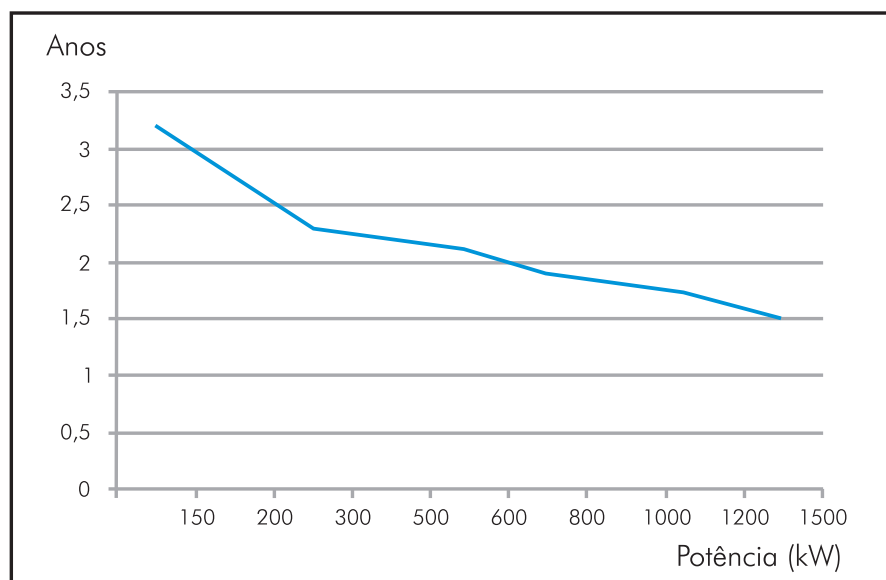
Para fazer o estudo da viabilidade econômica do SEPG, é preciso considerar os seguintes parâmetros:

Custo por kW/h	R\$ 0,18
Horas de funcionamento / ano	330 dias x 22 horas = 7.260 hs / ano
Câmbio médio em 05/2012	US\$ 1,00 = R\$ 2,00

* Não estão inclusos os impostos;

* Não consta nesta análise o custo dos trocadores de calor e sistema de tratamento de água. O custo do Turbo Gerador engloba a válvula de controle, o sistema de resfriamento a óleo, o parafuso helicoidal, o gerador elétrico e o painel de controle.

Tempo de Retorno do Investimento em Anos



Conclui-se que o investimento é pago em 3 anos ou menos, de acordo com a potência instalada.

BIOMASSA

TIPO	DENSIDADE APARENTE (Kg/m ³)	UNIDADE NOMINAL (%)	PODER CALORÍFICO INFERIOR (Kcal/Kg)
Casca Arroz - In Natura	140	12	3100
Casca Arroz - Pellet/Briquet	500-600	8	3500
Bagaço Cana - In Natura	140	50	1820
Bagaço Cana - Pellet/Briquet	500-600	15	3480
Bagaço Cana - Enfardado	350	350	3250
Casca de Castanha	-	-	5500
Casca de Babaçu	-	-	4300
Casca de Girassol	-	-	4300
Casca de Cacau	-	-	2000-3900
Casca de Café	-	-	3000
Casca de Algodão	-	-	3000
Casca de Amendoim	-	12	3000
Fibra de Palmeira	-	-	2200
Fibra de Juta	-	-	3800
Palhas	-	-	3400
Aparas de Borracha	-	-	3200
Aparas de Papelão	-	-	3700
Aparas de Polietileno	-	-	10000
Aparas de Polipropileno	-	-	11000
Recortes de Couro	-	14	4400
Carvão Vegetal	-	3-7	6700-6400
Madeira Nativa - Lenha	400-500	20-60	3290-1370
Madeira Nativa - Serragem	240-380	20-60	3290-1370
Madeira - Cavaco	350	50	1974
Eucaliptos - Lenha	450-550	20-60	3380-1400
Eucaliptos - Picado	500	20-60	3430-1420
Eucaliptos - Casca	-	20-60	3000-1200
Acácia - Lenha	380-480	20-60	3500-1600
Pinnus - Lenha	380-480	20-60	3490-1450
Pinnus - Serragem	160-380	20-60	3490-1450
Pinnus - Casca	-	20-60	3600-1510
Pinnus - Cavaco	360	30	2700

CARVÃO MINERAL

TIPO	DENSIDADE APARENTE (Kg/m ³)	UNIDADE NOMINAL (%)	PODER CALORÍFICO INFERIOR (Kcal/Kg)
Carvão Mineral RS	-	17-10	3750-3420
Carvão Mineral SC	-	17-10	4900-4550

COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS E GASOSOS

TIPO	DENSIDADE APARENTE (Kg/m³)	PODER CALORÍFICO INFERIOR (Kcal/Kg)
Óleo Diesel	825	10200
Óleo BPF Tipo A	970	9600
Óleo BTE Tipo D	940	10000
Querosene	785	10400
Alcatrão Mineral	1150	8600
Alcatrão Vegetal	1130	5500
Xisto	2100	1500
Condens. de Gás Natural	675	11300
Metanol Anidro	796	4600
Etanol Anidro	794	6400
Gasolina Automotiva	734	11100
Gasolina de Aviação	710	11150
Nafta	740	11100
GLP	544	11400
(Kcal/Nm³)		
Gás Alto Forno	-	610
Gás Natural	-	8600
Gás Nafta	-	4250
Gás de Coque	-	4500
Gás de Rua / Cidade	-	4250
Gás Metano	-	13000
Biogás	-	8450

UNIDADE DE POTÊNCIA

kW	kcal/h	kJ/h	BTU/h
1	4,19	1,8	1,8
0,001163	1	4,1868	3,972
0,000278	0,239	1	0,949
0,000293	0,252	1,054	1

UNIDADE DE ENERGIA

kcal	kJ	BTU
1	4,19	1,8
0,24	1	0,42
0,55	2,32	1
860,61	3600	3415,18

UNIDADE DE PRESSÃO

DE PARA	kgf/cm²	Psi	Pa	kPa	MPa	bar	mbar	mmCA	mmHg
1 kgf/cm²	1	14,22	98066,49	98,066	0,098	0,98	980,66	10010	735,56
1 Psi	0,07	1	6894,75	6,89	0,0068	0,068	68,94	703,25	51,71
1 Pa	0,00001	0,00014	1	0,001	0,000001	0,00001	0,01	0,102	0,0075
1 kPa	0,01	0,14	1000	1	0,001	0,01	10	102	7,5
1 Mpa	10,19	145,037	1000000	1000	1	10	10000	102008	7500,61
1 bar	1,019	14,5	100000	100	0,1	1	1000	10207	750,061
1 mbar	0,001	0,014	100	0,1	0,0001	0,001	1	10,207	0,750
1 mmCA	9,99E-05	0,00142	9,8	0,0098	9,8E-06	0,000098	0,098	1	0,073
1 mmHg	0,0013	0,019	133,32	0,13	0,00013	0,0013	1,3	13,6	1

PROPRIEDADES FÍSICAS DO AR

TEMPERATURA (°C)	MASSA ESPECÍFICA (Kg/m³)	CALOR ESPECÍFICO (Kcal/Kg °C)
-100	1,980	0,241
-50	1,534	0,240
0	1,293	0,240
20	1,205	0,240
40	1,127	0,241
60	1,059	0,241
80	1,000	0,241
100	0,946	0,242
120	0,898	0,242
140	0,854	0,243
160	0,815	0,243
180	0,779	0,244
200	0,746	0,245
250	0,675	0,247
300	0,616	0,250
350	0,566	0,253
400	0,524	0,255
500	0,457	0,261
600	0,404	0,267
800	0,329	0,276
1000	0,277	0,285
1200	0,240	0,293
1400	0,211	0,302
1600	0,188	0,312

VAZÃO DE LINHAS EM VAPOR (Kg/h)

Ø	10 bar	15 bar	21 bar	30 bar
1"	300	430	586	797
2"	1205	1726	2355	3203
3"	2716	3900	5307	7217
4"	4831	6921	9443	12841
5"	7552	10820	14761	20074
6"	10879	15585	21263	28916
8"	19348	27718	37817	51426
10"	30238	43320	59103	80374
12"	43600	62392	85122	115757

VAPOR SATURADO

PRESSÃO RELATIVA	PRESSÃO ABSOLUTA	TEMP.	VOLUME ESPECÍFICO	CALOR TOTAL
kg/cm ²	kg/cm ²	°C	m ³ /kg	kcal/kg
0,0	1,0	99,1	1,72500	638,5
0,1	1,1	101,8	1,57800	639,4
0,2	1,2	104,2	1,45500	640,3
0,3	1,3	106,6	1,35000	641,2
0,4	1,4	108,7	1,25900	642,0
0,5	1,5	110,8	1,18000	642,8
0,6	1,6	112,7	1,11100	643,5
0,8	1,8	116,3	0,99500	644,7
1,0	2,0	119,6	0,90200	645,8
1,2	2,2	122,6	0,82600	646,9
1,4	2,4	125,5	0,76160	648,0
1,6	2,6	128,1	0,70660	649,1
1,8	2,8	130,5	0,65920	650,2
2,0	3,0	132,9	0,61660	650,3
2,2	3,2	135,1	0,58170	651,0
2,4	3,4	137,2	0,54950	651,7
2,6	3,6	139,2	0,52080	652,4
2,8	3,8	141,1	0,49510	653,1
3,0	4,0	142,9	0,47060	653,4
3,5	4,5	147,2	0,42240	654,6
4,0	5,0	151,1	0,38160	655,8
4,5	5,5	154,7	0,34970	656,8
5,0	6,0	158,1	0,32130	657,8
5,5	6,5	161,2	0,29870	658,6
6,0	7,0	164,2	0,27780	659,4
6,5	7,5	167,0	0,26090	660,1
7,0	8,0	169,6	0,24480	660,8
7,5	8,5	172,1	0,23170	661,4
8,0	9,0	174,5	0,21890	662,0
8,5	9,5	176,8	0,20850	662,5
9,0	10,0	179,0	0,19810	663,0
10,0	11,0	183,2	0,18080	663,9
11,0	12,0	187,1	0,16640	664,7

PRESSÃO RELATIVA	PRESSÃO ABSOLUTA	TEMP.	VOLUME ESPECÍFICO	CALOR TOTAL
kg/cm ²	kg/cm ²	°C	m ³ /kg	kcal/kg
12,0	13,0	190,7	0,15410	665,4
13,0	14,0	194,1	0,14350	666,0
14,0	15,0	197,4	0,1343	666,6
15,0	16,0	200,4	0,12620	667,1
16,0	17,0	203,4	0,11900	667,5
17,0	18,0	206,1	0,11260	667,9
18,0	19,0	208,8	0,10680	668,2
19,0	20,0	211,4	0,10160	668,5
21,0	22,0	216,2	0,09250	668,9
23,0	24,0	220,8	0,08490	669,1
25,0	26,0	225,0	0,07850	669,3
27,0	28,0	229,0	0,07290	669,6
29,0	30,0	232,8	0,06802	669,7
31,0	32,0	236,3	0,06375	669,7
33,0	34,0	239,8	0,05995	669,6
35,0	36,0	243,0	0,05658	669,5
37,0	38,0	246,2	0,05353	669,3
39,0	40,0	249,2	0,05078	669,0
41,0	42,0	251,1	0,04828	668,8
43,0	44,0	254,9	0,04601	668,4
45,0	46,0	257,6	0,04393	668,0
47,0	48,0	260,2	0,04201	667,7
49,0	50,0	262,7	0,04024	667,3
54,0	56,0	268,7	0,03636	666,2
59,0	60,0	274,3	0,03310	665,0
64,0	65,0	279,5	0,03033	663,6
69,0	70,0	284,5	0,02795	662,1
74,0	75,0	289,2	0,02587	660,5
79,0	80,0	293,6	0,02404	658,9
84,0	85,0	297,9	0,02241	657,0
89,0	90,0	301,9	0,02096	655,1
94,0	95,0	305,8	0,01964	653,2
99,0	100,0	309,5	0,01845	651,1