

## 5 COSTOS VARIABLES DE CENTRALES TERMICAS

### 5.1 COSTOS DE COMBUSTIBLES

**Cuadro No 5.1**  
**PRECIO BASE COMBUSTIBLES LIQUIDOS EN LIMA**

Combustible	S./GJ <sup>(1)</sup> EX-PLANTA	US\$/GJ <sup>(2)</sup>	US\$/Barril	Densidad kg/GJ
Diesel 2	3,91	1,129	47,41	3 248
Residual 6	2,63	0,759	31,89	3 612
R500	2,59	0,748	31,40	3 675

<sup>(1)</sup> Precio de combustibles vigente al 31.12.2003

<sup>(2)</sup> Tasa de cambio: 3,464 S./US\$. Venta al 31.12.2003  
1 barril = 42 galones.

Para el caso de las C.T. de Ilo 2 el precio del carbón se ha considerado igual a 46,60 US\$/Ton de acuerdo al sustento presentado por la empresa ENERSUR, que se adjunta en el Anexo E.

**Cuadro No 5.2**  
**PRECIOS EX-PLANTA LOCALES DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS**

LUGAR	Diesel 2 (US\$/Ton)	Residual 6 (US\$/Ton)	R500 (US\$/Ton)
Lima (Callao)	347,5		203,5
Chimbote	347,5		
Trujillo (Salaverry)	344,9	212,6	
Chiclayo (Eten)	344,9		
Piura (Talara)	336,0	207,0	
Arequipa (Mollendo)	344,9		205,8
Moquegua (Ilo)	347,5	214,2	

Para el caso de la C.T. de Aguaytía se ha considerado un precio de 0,9460 US\$/MMBtu al 01.01.2004, de acuerdo a los resultados de la apertura de sobres efectuada el día 13.06.2003 en las oficinas del COES y la actualización del mismo en base a la fórmula de actualización correspondiente, se adjunta en el Anexo E, la hoja de cálculo con los cálculos de actualización respectivos.

Para el caso de la C.T. de Malacas unidades TG2, TG3 y TG4 se ha considerado un precio máximo tope de 1,897 US\$/MMBtu para el mes de marzo 2004, tomando en cuenta la tendencia lineal del precio del gas natural establecido en marzo del 2001 y la fecha probable de llegada del gas a Lima.

En lo referente al precio del gas natural de Camisea en boca de pozo, se ha tomado en cuenta que la composición del precio se basa en el precio base de 1,00 US\$/MMBtu, y los tres factores de 0,98, 0,96 y el descuento promocional de 0,95.

Para la tarifa de Transporte y Distribución del Gas Natural se ha considerado los nuevos precios Base y el ajuste por Recaudación Proveniente del adelanto en el Pago de la Garantía por Red Principal y fijados en las Resoluciones OSINERG N° 082-2003-OS/CD del 04.06.2003 y OSINERG N° 084-2003-OS/CD del 04.06.2003.

Por lo tanto el precio del gas natural a aplicarse será:

	US \$/MMBTu
(1) Precio del gas natural en boca de pozo ( $1 \times 0,98 \times 0,95 \times 0,96$ )	0,894
(2) Tarifa de transporte boca de pozo-City Gate ( $0,9 \times 0,8874 \times 0,9166$ )	0,732
(3) Tarifa distribución City Gate-Central ( $0,9 \times 0,1460 \times 0,9166$ )	0,120

En consecuencia el precio de gas natural que se ha considerado para setiembre del 2004 es de 1,746 US\$/MMBTu.

**Cuadro No 5.3**  
**PRECIO DEL GAS NATURAL**

Combustible	S./MMBTU <sup>(1)</sup>	US\$/MMBTU
C.T. Aguaytia	3,277	0,946
C.T. Malacas	6,571	1,897
TGN Camisea	6,048	1,746

<sup>(1)</sup> Tasa de cambio: 3,464 S./US\$ al 31.12.2003.

## 5.2 COSTOS NO COMBUSTIBLES

Se ha efectuado un análisis de las distintas plantas térmicas del sistema con la finalidad de separar los componentes variable y fijo de tales costos, considerando los estándares de mantenimiento recomendados por los fabricantes y costos unitarios incurridos por las empresas.

En el Anexo F, se adjunta el sustento del costo variable no combustible de la C.T. Ventanilla utilizando gas natural.

Los costos variables no combustibles por unidades generadoras se muestran en el Cuadro No 5.4.

**Cuadro No 5.4**  
**COSTOS VARIABLES NO COMBUSTIBLES SEIN**

Descripción	CVNC (US\$/MWh)
TG. Malacas TG1 D2	4,000
TG. Malacas TG2 GN	4,000
TG. Malacas TG3 GN	4,000
TGN. Malacas TG4 (sin inyección de agua)	3,133
TGN. Malacas TG4 (con inyección de agua)	21,604
TG. Chimbote	2,700
TG. Trujillo	2,700
TG. Piura	2,700
GD. Piura	7,110
GD. Chiclayo	7,040
GD. Sullana	7,300
GD. Paíta	7,540
G.D. Pacasmayo Sulzer 1.2.3	7,040
G.D. Pacasmayo Man	7,040
TG. Santa Rosa UT1	7,070
TG. Santa Rosa WTG	4,100
TG. Ventanilla 3 y 4	4,000
TV. Trupal	8,000
TV. San Nicolas	2,000
GD. San Nicolas	7,110
TGN. Aguaytía 1 -2	3,030
GD. Tumbes Nueva MAK-1 - MAK-2	7,000
G.D. Pucallpa Wartsila	3,276
G.D. Dolorespata	4,802
G.D. Taparachi	10,141
G.D. Bellavista	9,556
G.D. Tintaya	9,266
G.D. Chilina	6,750
C.C. Chilina	3,575
TV2. Chilina	4,530
TV3. Chilina	4,220
GD. Mollendo I	13,831
TG. Mollendo II	2,560
GD. Moquegua	6,135
GD. Calana	4,914
TV2. Ilo 1	1,079
TV3. Ilo 1	1,141
TV4. Ilo 1	1,079
TG1. Ilo 1	2,566
TG2. Ilo 1	6,390
GD. Ilo 1 CATKATO	13,355
TVC1 Ilo 2 carbón	1,000

### 5.3 COSTOS VARIABLES

El Cuadro No 5.5 resume los valores de los costos variables de las unidades de generación térmica del SEIN, incluyendo los correspondientes a las plantas proyectadas. Los detalles del cálculo de los costos variables asociados a los combustibles se encuentran en el Cuadro No 5.6

**Cuadro No 5.5  
COSTOS VARIABLES SEIN**

Descripción	CVC US\$/MWh	CVNC US\$/MWh	TOTAL US\$/MWh
Turbo Gas Malacas TG1 con D2	195,991	4,000	199,991
Turbo Gas Malacas TG2 con GN	29,770	4,000	33,770
Turbo Gas Malacas TG3 con GN	29,502	4,000	33,502
Turbo GN Malacas TG4 (sin inyección de agua)	22,863	3,133	25,996
Turbo GN Malacas TG4 (con inyección de agua)	24,786	21,604	46,390
Turbo Gas Chimbote	120,226	2,700	122,926
Turbo Gas Trujillo	116,764	2,700	119,464
Turbo Gas Piura	115,797	2,700	118,497
Grupos Diesel Piura	74,540	7,110	81,650
Grupos Diesel Chiclayo	81,385	7,040	88,425
Grupos Diesel Sullana	82,574	7,300	89,874
Grupos Diesel Paita	87,982	7,540	95,522
G.D. Pacasmayo Sulzer 1.2.3	57,938	7,040	64,978
G.D. Pacasmayo Man	54,101	7,040	61,141
Turbo Gas Sta. Rosa UTI	99,753	7,070	106,823
Turbo Gas Santa Rosa WTG	90,270	4,100	94,370
Turbo Gas Ventanilla 3 con D2	83,218	4,000	87,218
Turbo Gas Ventanilla 4 con D2	82,867	4,000	86,867
Turbovapor Trupal	98,552	8,000	106,552
Turbovapor Shougesa	67,515	2,000	69,515
G.D. Shougesa	76,628	7,110	83,738
Turbo Gas Natural Aguaytia TG-1	10,735	3,030	13,765
Turbo Gas Natural Aguaytia TG-2	11,015	3,030	14,045
G.D. Tumbes C.T. Nueva MAK1	44,122	7,000	51,122
G.D. Tumbes C.T. Nueva MAK2	43,029	7,000	50,029
G.D. Pucallpa Wartsila	51,472	3,276	54,748
Turbo Gas Ventanilla 3 con gas natural	18,429	5,558	23,987
Turbo Gas Ventanilla 4 con gas natural	18,352	5,558	23,910
Ciclo Combinado Ventanilla TG3	12,472	3,871	16,343
Dolorespata GD N° 1 al N° 7	89,407	4,802	94,209
Taparachi GD N° 1 al N° 6	86,154	10,141	96,295
Bellavista GD N° 1 al N° 4	85,952	9,556	95,508
Tintaya GD N° 1 al N° 8	82,681	9,266	91,947
Chilina GD N° 1 y N° 2	51,305	6,750	58,055
Chilina Ciclo Combinado	95,903	3,575	99,478
Chilina TV 2	88,018	4,530	92,548
Chilina TV 3	85,049	4,220	89,269
Mollendo I GD	43,681	13,831	57,512
Mollendo II TG	102,157	2,560	104,717
Moquegua GD	86,346	6,135	92,481
Calana GD	44,990	4,914	49,904
Ilo 1 TV 2	0,000	1,079	1,079
Ilo 1 TV 3	59,995	1,141	61,136
Ilo 1 TV 4	46,615	1,079	47,694
Ilo 1 TG 1	105,380	2,566	107,946
Ilo 1 TG 2	90,944	6,390	97,334
Ilo 1 CATKATO	77,591	13,355	90,947
Ilo 2 TV Carbón N° 1	15,518	1,000	16,518

**Cuadro No 5.6  
COSTOS VARIABLES DEL SEIN**

DESCRIPCION	Combustible	Costo Flete (US \$/Ton)	Tratamiento Mec. y Quím. (US \$/Ton)	Costo Financiero (US \$/Ton)	Costo Base (1) (US \$/Ton)	DVC (1) (US \$/Ton)	Consumo Específico		COSTO VARIABLE						T.S.F.O. # P.U.	POTENCIA EFECTIVA MW	
							KG/KWh (1)	BTU/KWh	Flete (US\$/MWh)	Trat Mec y Quím (US\$/MWh)	C. Financ. (US\$/MWh)	Base (US\$/MWh)	Combustible (US\$/MWh)	No Combustible (US\$/MWh)			TOTAL (US\$/MWh)
Turbo Gas Malacas TG1 con O2	Diesel 2	4.310	0.000	0.610	539.500	544.4202	0.360	14.580	1.652	0.000	0.220	194.220	195.991	4.000	199.991	0.04	14.853
Turbo Gas Malacas TG2 con GN	Gas Natural				1.897	1.8970	15.833	15.690				29.770	29.770	4.000	33.770	0.04	15.037
Turbo Gas Malacas TG3 con GN	Gas Natural				1.897	1.8970	15.652	15.552				29.502	29.502	4.000	33.502	0.04	15.101
Turbo GN Malacas TG4 (sin inyección de agua)	Gas Natural				1.897	1.8970	12.052	12.052				22.863	22.863	3.133	25.996	0.03	81.151
Turbo GN Malacas TG4 (con inyección de agua)	Gas Natural y agua				1.897	1.8970	13.066	13.066				24.786	24.786	21.604	46.390	0.03	97.352
Turbo Gas Chimbote	Diesel 2	1.600	0.000	0.393	347.500	349.4929	0.344	13.942	0.560	0.000	0.136	119.540	120.226	2.700	122.926	0.05	67.449
Turbo Gas Trujillo	Diesel 2	2.222	0.000	0.390	344.900	347.5121	0.336	13.618	0.747	0.000	0.131	115.886	116.764	2.700	119.464	0.05	21.720
Turbo Gas Piura	Diesel 2	10.150	0.166	0.380	336.000	346.6980	0.334	13.537	3.390	0.056	0.127	112.224	115.751	2.700	118.491	0.10	21.110
Grupos Diesel Piura	Diesel 2	10.150	0.166	0.380	336.000	346.6980	0.215	8.714	2.162	0.036	0.062	72.240	74.640	7.110	81.550	0.03	27.860
Grupos Diesel Chiclayo	Diesel 2	4.000	0.000	0.390	344.900	349.2887	0.233	9.443	0.932	0.000	0.091	80.362	81.396	7.040	88.426	0.03	25.139
Grupos Diesel Sullana	Diesel 2	9.119	0.000	0.380	336.000	347.7967	0.253	10.254	2.878	0.000	0.036	85.006	87.882	7.540	95.422	0.03	9.031
Grupos Diesel Paita	Diesel 2	11.377	0.000	0.380	336.000	347.7967	0.253	10.254	2.878	0.000	0.036	85.006	87.882	7.540	95.422	0.03	22.369
G.D. Pacasmayo Suller 1,2,3	Residual 6	6.394	0.226	0.240	212.500	219.4627	0.264	10.333	1.689	0.060	0.063	66.126	67.838	7.040	74.878	0.03	1.967
G.D. Pacasmayo Man	R6 y O2 (4)	6.492	0.232	0.233	232.400	239.3937	0.226	8.893	1.467	0.052	0.059	52.522	54.101	7.040	61.141	0.03	105.809
Turbo Gas Sta. Rosa ULI	Diesel 2	3.217	0.132	0.393	347.500	351.2439	0.284	11.510	0.914	0.039	0.112	80.680	82.753	7.070	89.823	0.06	121.201
Turbo Gas Santa Rosa WFG	Diesel 2	3.217	0.132	0.393	347.500	351.2439	0.257	10.416	0.827	0.034	0.101	89.306	90.270	4.100	94.370	0.03	164.142
Turbo Gas Ventanilla 3 con O2	Diesel 2	3.111	0.127	0.393	347.500	351.1309	0.237	9.605	0.737	0.030	0.080	82.356	83.216	4.000	87.216	0.04	160.522
Turbo Gas Ventanilla 4 con O2	Diesel 2	3.111	0.127	0.393	347.500	351.1309	0.236	9.595	0.734	0.030	0.080	82.010	82.967	4.000	86.967	0.04	13.868
Turbovapor Trujillo	Residual 6	3.756	0.000	0.240	212.500	216.5969	0.465	17.809	1.709	0.000	0.109	96.733	98.442	8.000	106.442	0.05	65.588
Turbovapor Shougesa	R600	11.966	2.073	0.230	203.500	217.7991	0.310	11.825	3.716	0.643	0.071	83.085	87.815	2.000	90.515	0.05	1.241
G.D. Shougesa	Diesel 2	13.561	0.000	0.393	347.500	361.4545	0.212	8.620	2.675	0.000	0.083	73.670	76.626	7.110	83.736	0.03	78.157
Turbo Gas Aguaytia 1	Gas Natural				0.946	0.9460	11.348	11.348				10.736	10.736	3.000	13.736	0.02	84.157
Turbo Gas Aguaytia 1 con Repotenciamiento (5)	Gas Natural				0.946	0.9460	11.348	11.348				10.736	10.736	3.000	13.736	0.02	78.146
Turbo Gas Aguaytia 2	Gas Natural				0.946	0.9460	11.644	11.644				11.016	11.016	3.000	14.016	0.02	9.100
G.D. Tumbes C.T. Nueva MAK1	Residual 6	11.189	0.000	0.234	207.000	218.4234	0.202	7.905	2.250	0.000	0.047	41.814	44.127	7.000	51.127	0.02	9.149
G.D. Tumbes C.T. Nueva MAK2	Residual 6	11.189	0.000	0.234	207.000	218.4234	0.197	7.515	2.204	0.000	0.046	40.779	43.029	7.000	50.029	0.02	9.149
G.D. Pucallpa Wartsa	Residual 6	61.541	0.000	0.217	191.800	203.5900	0.203	7.946			0.044	38.936	51.472	3.276	54.749	0.04	164.142
Turbo Gas Ventanilla 3 con gas natural	Gas Natural				1.746	1.7460	10.555	10.555				10.429	10.429	5.558	23.987	0.04	160.522
Turbo Gas Ventanilla 4 con gas natural	Gas Natural				1.746	1.7460	10.511	10.511				10.352	10.352	5.558	23.910	0.04	225.001
Ciclo Combinado Ventanilla TG3	Gas Natural				1.746	1.7460	7.143	7.143				12.472	12.472	3.671	16.343	0.04	

Notas:

(1) Costo del gas natural en US\$/MMBTU y consumo específico en BTU/MWh.

(2) T.S.F.O.: Tasa de salida forzada.

(3) El resultado de costo variable obtenido en este caso se aplica a la potencia adicional que se logra con inyección de agua (Factor = 16.201 MW).

(4) Composición R6: 85% y O2: 15%.

(5) Se ha considerado la repotenciamiento declarado de 6 MW de la unidad TG1 de la C.T. Aguaytia a partir de Marzo 2004 según carta APOFM-001-2004 del 05.01.2004 de TERMOSELVA.



Continua Cuadro 5.6

DESCRIPCION	Combustible	Costo Flete (US \$/Ton)	Tratamiento Mec. y Quim. (US \$/Ton)	Costo Financiero (US \$/Ton)	Costo Base (US \$/Ton)	CVC (US \$/Ton)	Consumo Especifico <sup>(1)</sup> (KG/KWh)	COSTO VARIABLE							T.S.F.O. <sup>(2)</sup> P.U.	POTENCIA EFECTIVA MW
								Flete	Trat Mec y Quim	C. Financ.	Base	Combustible	No Combustible	TOTAL		
								(US\$/MWh)	(US\$/MWh)	(US\$/MWh)	(US\$/MWh)	(US\$/MWh)	(US\$/MWh)	(US\$/MWh)		
Dolorespara GD N° 1 al N° 7	Diesel 2	28,34	0,000	0,390	344,860	374,0873	0,239	6,892	0,000	0,093	82,422	89,407	4,902	94,209	0,05	11,761
Taparachi GD N° 1 al N° 6	Diesel 2	22,30	0,000	0,390	344,860	368,1812	0,234	5,366	0,000	0,091	80,697	86,154	10,141	96,295	0,05	5,335
Bellavista GD N° 1 al N° 4	Diesel 2	23,64	0,000	0,390	344,860	368,8922	0,233	5,509	0,000	0,091	80,352	85,952	9,656	95,508	0,05	5,682
Tintaya GD N° 1 al N° 6	Diesel 2	22,22	0,000	0,390	344,86	367,4701	0,225	5,000	0,000	0,088	77,594	82,681	9,266	91,947	0,05	16,689
Chilina GD N° 1 y N° 2	D2 y R500	6,05	0,000	0,248	219,715	225,0117	0,227	1,373	0,000	0,058	49,875	51,305	6,750	58,055	0,04	10,284
Chilina Ciclo Combinado	Diesel 2	6,04	0,000	0,390	344,860	351,2939	0,273	1,650	0,000	0,106	94,147	95,903	3,575	99,478	0,10	19,702
Chilina TV 2	R500	6,05	0,000	0,233	205,810	212,0914	0,415	2,510	0,000	0,097	85,411	88,018	4,530	92,548	0,10	6,786
Chilina TV 3	R500	6,05	0,000	0,233	205,810	212,0914	0,401	2,425	0,000	0,093	82,530	85,049	4,220	89,269	0,10	10,103
Molendo I GD	R500	1,36	0,000	0,233	205,810	208,0066	0,210	0,412	0,000	0,049	43,223	43,681	13,831	57,512	0,04	31,461
Molendo II TG	Diesel 2	2,22	0,000	0,390	344,860	347,4720	0,294	0,653	0,000	0,115	101,389	102,157	2,560	104,717	0,04	71,023
Moquegua GD	Diesel 2	8,89	0,000	0,393	347,520	356,8011	0,242	2,151	0,000	0,095	84,100	86,346	6,135	92,481	0,05	0,827
Calana GD	Residual 6	7,19	0,000	0,242	214,190	221,6254	0,203	1,460	0,000	0,049	43,481	44,980	4,914	49,904	0,04	25,340
No 1 TV 2	Vapor	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0000	4,064	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,079	1,079	0,10	23,224
No 1 TV 3	R500	0,00	0,000	0,235	207,360	207,5945	0,289	0,000	0,000	0,058	59,327	59,996	1,141	61,136	0,10	63,230
No 1 TV 4	Vapor-R500	0,00	0,000	0,213	188,510	188,7232	0,247	0,000	0,000	0,053	46,582	46,615	1,079	47,694	0,10	68,668
No 1 TG 1	Diesel 2	12,38	0,000	0,393	347,520	360,8896	0,292	3,789	0,000	0,115	101,476	105,380	2,566	107,946	0,05	35,223
No 1 TG 2	Diesel 2	12,38	0,000	0,393	347,520	360,8896	0,252	3,270	0,000	0,098	67,575	90,844	6,380	97,234	0,05	35,356
No 1 CATKATO	Diesel 2	12,38	0,000	0,393	347,520	360,8896	0,215	2,790	0,000	0,085	74,717	77,591	13,365	90,947	0,05	3,247
No 2 TV Carbón N° 1	Carbón	0,00	0,000	0,000	46,600	46,6000	0,333	0,000	0,000	0,000	15,518	15,518	1,000	16,518	0,10	141,077

(1) Consumo específico de la unidad TV2 de la C.T. ILO I en (kg vapor/kWh)

(2) T.S.F.O.: Tasa de salida forzosa