

ANEXO C

POTENCIA EFECTIVA, CONSUMOS ESPECIFICOS, RESULTADOS RECIENTES DE ENSAYOS DE POTENCIA EFECTIVA Y RETIRO DE UNIDADES DEL SEIN

- C1: PREMISAS PARA EL CALCULO DE LA POTENCIA EFECTIVA Y CONSUMOS ESPECIFICOS DE LAS UNIDADES DEL SEIN**
- C2: RESULTADOS RECIENTES DE ENSAYOS DE POTENCIA EFECTIVA**
- C3: POTENCIAS EFECTIVAS DECLARADAS**
- C4: RETIRO DE UNIDADES**

Se adjunta en medio digital:

- **Consumos Especificos.xls:** Cálculo de Consumos Especificos Ponderados de las Unidades Térmicas del SEIN.
- **CT ILO.xls:** Cálculo del Consumo Especifico de la unidades TV-3 y TV4 de la C.T. Ilo I.

C1: PREMISAS PARA EL CALCULO DE LA POTENCIA EFECTIVA Y CONSUMOS ESPECIFICOS DE LAS UNIDADES DEL SEIN

PREMISAS PARA EL CALCULO DE LA POTENCIA EFECTIVA Y CONSUMOS ESPECIFICOS DE LAS UNIDADES DEL SEIN.

1. POTENCIA EFECTIVA Y CONSUMO ESPECIFICO DE DIVERSAS UNIDADES DEL SEIN

En el Anexo C3 se adjunta el sustento de los ensayos mas recientes de potencia efectiva y rendimiento de las unidades del SEIN. Asimismo, en el Cuadro C1-1 se muestran las potencias efectivas promedio y los consumos especificos ponderados de las unidades que se han agrupado, dicho cuadro también se adjunta en medio digital (Consumos Especificos.xls).

**Cuadro C1-1
Consumos Especificos Ponderados**

EMPRESA	CENTRAL	UNIDAD	Potencia Efectiva (MW)	Consumo Especifico Combustible (kg/kWh)
EGENOR	Chiclayo	GMT1	4.089	0.248
		GMT2	4.323	0.243
		GMT3	4.342	0.243
		SULZER1	5.538	0.252
		SULZER2	5.803	0.246
		Total Chiclayo	24.103	0.247
	Piura	GMT1	4.786	0.236
		GMT2	4.711	0.238
		SMD	5.838	0.229
		MAN	7.346	0.221
		MIRRELESS1	1.332	0.228
		MIRRELESS4	2.035	0.219
		MIRRELESS5	1.994	0.227
	Total Piura	27.842	0.229	
	Sullana	ALCO1	2.109	0.234
		ALCO2	2.234	0.264
		ALCO3	2.001	0.254
		ALCO4	2.031	0.242
		ALCO5	1.932	0.244
	Total Sullana	10.307	0.248	
	Paite	SKODA1	0.876	0.275
		SKODA2	0.851	0.27
		SKODA3	0.886	0.245
		EMD1	2.046	0.236
		EMD2	2.039	0.24
		EMD3	2.12	0.235
	Total Paite	8.818	0.246	
Chimbote	TG1	21.385	0.345	
	TG2	20.465	0.344	
	TG3	21.305	0.338	
Total Chimbote	63.155	0.342		
SHOUGESA	San Nicolás	TV1	19.886	0.317
		TV2	19.448	0.321
		TV3	25.39	0.293
	Total San Nicolás	64.504	0.309	

2. CONSUMOS ESPECIFICOS DE LAS UNIDADES A VAPOR DE LA C.T. ILO I

Con fecha 16.08.2004 se aprobaron las pruebas de potencia efectiva y rendimiento de las unidades a vapor de la C.T. Ilo I, las que se muestran en el Cuadro C1-2.

Cuadro C1-2
Potencia Efectiva C.T. ILO I

Tipo de Unidad	Unidad	Potencia Efectiva (kW)	Potencia Auxiliares (kW)
Planta Turbinas a Vapor	TV - 2	23 195.6	520.2
	TV - 3	71 688.7	1 338.4
	TV - 4	68 639.5	1 054.7
	A nivel de Planta	150 171.8	

Según los resultados de los ensayos efectuados se estableció un nuevo orden de prioridad para el despacho de las unidades a vapor en función al consumo específico de vapor, el cual se muestra en el Cuadro C1-3.

Cuadro C1-3
Orden de Prioridad de las unidades a vapor de la C.T. ILO I

Orden de Prioridad	Unidad	Consumo Especifico de Vapor lb vapor / kWh
1ro	TV-2	8.59
2do	TV-3	9.11
3ro	TV-4	9.22

Debido a que la C.T. Ilo I al operar como planta a vapor genera una potencia efectiva menor que la suma de las potencias efectivas individuales de las unidades a vapor, se ha efectuado un ajuste a la unidad que se ubica en el último orden de prioridad a fin de considerar dicho efecto. Por consiguiente las potencias efectivas de las unidades a vapor consideradas para el modelo PERSEO se muestran en el Cuadro C1-4.

Cuadro C1-4
Potencia Efectiva ajustada de la C.T. ILO I

TIPO DE UNIDAD	UNIDAD	POTENCIA EFECTIVA (kW)	POTENCIA AUXILIARES (kW)
Planta Turbinas a Vapor	TV - 2	23 195.6	520.2
	TV - 3	71 688.7	1 338.4
	TV - 4	55 287.5	1 054.7
	A nivel de Planta	150 171.8	

(1) La Potencia efectiva de la TV-4, ha sido calculado como la diferencia de la Potencia Efectiva a nivel de Planta menos la Potencia Efectiva de la TV-2 y TV-3.

El orden de prioridad de las calderas en función al rendimiento determinado por el consultor, son los que se muestran en el Cuadro C1-5.

Cuadro C1-5
Orden de Prioridad de las calderas de la C.T. ILO I

Orden de Prioridad	Caldera	Consumo Especifico de Vapor lb vapor / lb comb
1ro	Caldera 3	14.95
2do	Caldera 4	14.68
3ro	Caldera 2	13.91
4to	Caldera 1	13.81

Para el cálculo del consumo específico de las turbinas a vapor TV-3 y TV-4, se siguió el siguiente procedimiento:

- Se simuló la operación de la planta a vapor de la C.T. Ilo I a plena carga, para hallar el consumo específico de la unidades TV-3 y TV-4 a la máxima capacidad.
- Se utilizaron las ecuaciones de consumo específico de vapor de las turbinas determinados por el consultor
- Se utilizo las ecuaciones lineales de rendimiento de las calderas y dichas ecuaciones se utilizaron en el cálculo de consumo específico.
- Para cubrir el consumo de vapor de la TV-2 se utilizó vapor de recuperación.
- Para cubrir el consumo de vapor de la TV-3 se utilizó, vapor de recuperación y el vapor producido por las calderas 3 y 4.
- Para cubrir el consumo de vapor de la TV-4 se utilizó, el vapor producido por las calderas 4, 2 y 1.
- Se halló el consumo de combustible de capa turbina en función a los calderos que le proporcionan vapor.
- Finalmente se obtuvo el consumo específico de las unidades TV-3 y TV-4 mediante la siguiente ecuación:

$$C.E.C = \frac{g \cdot \rho_{comb}}{P_{turbina}}$$

Donde:

- C.E.C : Consumo Especifico de combustible (kg/kWh)
 g : Consumo horario de combustible (gl/h)
 ρ_{comb} : Densidad del combustible (kg/gl)
 P_{unidad} : Potencia generada por la unidad (kW)

- Para el Caso de la TV-2 se utilizó el consumo específico de vapor (kg vapor / kWh) para una carga nominal de 100% determinado por el consultor.
- Los consumos específicos de las unidades a vapor de la C.T. Ilo I que se consideran en el modelo PERSEO, se muestran en el Cuadro C1-6.

**Cuadro C1-6
Consumos Especificos**

TV-2	TV-3	TV-4
kg vapor/kWh	kg/kWh	kg/kWh
3.896	0.241	0.297

- El detalle del cálculo del consumo específico de las unidades 3 y 4 de la C.T. Ilo I se muestran en el Cuadro C1-7.
- La hoja de cálculo del consumo específico de la C.T. Ilo1 se adjunta en medio digital. (CT ILO.xls)

**Cuadro C1-7
Cálculo del Consumo Específico de las unidades 3 y 4 de la C.T. Ilo I**

POTENCIA DE LAS TURBINAS A VAPOR

Potencia TV2 (MW)	23 196
Potencia TV3 (MW)	71 689
Potencia TV4 (MW)	55 297
Potencia Planta de Vapor (MW)	150.172
Densidad R500 (Kg / gal)	3.675
Lb-vap/h (TV4)	511,007.88
Lb-vap/h (TV3)	652,987.82
Lb-vap/h (TV2)	199,195.53

Lb-Vap/h (Costo=0)	268,864.72
Lb-Vap/h (Costo=Cald. 3)	307,233.59
Lb-Vap/h (Costo=Cald. 4)	402,929.46
Lb-Vap/h (Costo=Cald. 2)	183,986.22
Lb-Vap/h (Costo=Cald. 1)	180,377.23

Lb-Comb/h (Caldera 3)	20,562.71
gal/h	2,537.99
Lb-Comb/h (Caldera 4)	27,570.69
gal/h	3,402.96
Lb-Comb/h (Caldera 2)	13,170.63
gal/h	1,625.61
Lb-Comb/h (Caldera 1)	13,011.60
gal/h	1,605.97

CAPACIDAD NOMINAL DE CALDEROS

UNIDAD	Lb-vap/h
CALDERO 3	307,233.59
CALDERO 4	402,929.46
CALDERO 2	183,986.22
CALDERO 1	180,377.23

UNIDAD	CONSUMO Lb-vap/hr	Consumo de Combustible Gal/h	Gal/KWh	Consumo Especifico Kg/KWh
TV2	199,195.53			
Vapor costo=0	199,195.53	0.0		
Vapor costo=Cald. 3	0.00	0.0		
Vapor costo=Cald. 4	0.00	0.0		
Vapor costo = Cald 2	0.00	0.0		
TV3	652,987.82			
Vapor costo=0	89,469.19	0.0		
Vapor costo=Cald. 3	307,233.59	2538.0		
Vapor costo=Cald. 4	256,265.03	2164.5		
Vapor costo = Cald 2	0.00	0.0		
Vapor costo = Cald 1	0.00	0.0	0.066	0.241
TV4	511,007.88			
Vapor costo=0	0.00			
Vapor costo=Cald. 3	0.00	0.0		
Vapor costo=Cald. 4	148,544.44	1238.5		
Vapor costo = Cald 2	183,986.22	1626.6		
Vapor costo = Cald 1	180,377.23	1606.0	0.081	0.297

3. POTENCIAS EFECTIVAS Y CONSUMOS ESPECIFICOS DECLARADOS

La empresa ETEVENSA ha puesto a disposición del COES las unidades TG3 y TG4 con gas natural sin inyección de agua, se adjuntan sus fichas técnicas de donde se han considerado para la simulación en el modelo PERSEO la potencia efectiva y consumo específico, se adjuntan el Anexo C2 las fichas correspondientes.

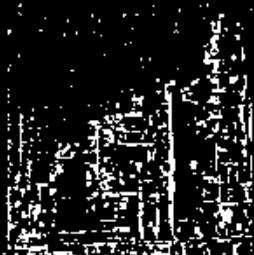
La empresa ELECTROANDES con carta GOEA/853-2004 de fecha 24.11.2004 ha declarado que la Potencia Efectiva de la C.H. Oroya es 9 MW se adjuntan el Anexo C2 las cartas correspondientes.

4. RETIRO DE UNIDADES

En el Anexo C4 se adjunta el sustento de las unidades recientemente retiradas del SEIN.

C2: RESULTADOS RECIENTES DE ENSAYOS DE POTENCIA EFECTIVA.

- CC.HH. CHARCANI I y III.
- C.T. ILO 1 (TV-2, TV-3, TV-4, TG1, TG2 y CATKATO)
- C.T. CHICLAYO (SULZER-1, SULZER-2, GMT-1, GMT-2 y GMT-3)
- C.T. CHIMBOTE (TG-1, TG-2 y TG-3)
- C.T. PAITA (EMD1, EMD2, EMD3, SKODA1, SKODA2 y SKODA3)
- C.T. PIURA 1 (MIRRLEES1, MIRRLEES4, MIRRLEES5, GMT1, GMT2, MAN y TG)
- C.T. SULLANA (ALCO1, ALCO2, ALCO3, ALCO4 y ALCO5)
- C.T. SHOUGESA (TV3)
- C.T. TRUJILLO (TG-4)



CENERGIA

Empresa de Generación
Eléctrica de Arequipa S.A.

13 DIC. 2004

GERENCIA DE GENERACIÓN

Registro N.

EGASA

EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DE AREQUIPA S.A.

DETERMINACIÓN DE POTENCIA EFECTIVA DE UNIDADES DE GENERACIÓN HIDRÁULICA CHARCANI I Y III

INFORME FINAL

San Borja, Diciembre del 2004

COES-SISAG
RECIBIDO
16 DIC. 2004
2654
DIRECCIÓN DE OPERACIONES

RESUMEN EJECUTIVO

En cumplimiento a lo establecido en el contrato suscrito entre la empresa EGASA (empresa de generación eléctrica de Arequipa S. A.) y CENERGIA se ha elaborado el presente informe que incluye los resultados del "Ensayo de potencia efectiva de las Centrales Hidroeléctricas Charcani I y III".

Los grupos evaluados son las turbinas Francis N° 1 Y N° 2 de la Central Hidroeléctrica Charcani I, y la turbina Francis N° 1 Y N° 2 de la Central Hidroeléctrica Charcani III, las cuales se encuentran ubicadas en cascada sobre el río Chili y aguas arriba de la ciudad de Arequipa, siguiendo el curso de agua, de aguas abajo hacia aguas arriba de la ciudad de Arequipa, la primera central es la de Charcani I, antes de llegar a Charcani III.

El presente estudio ha sido desarrollado en dos etapas, la primera corresponde al trabajo de campo y la segunda al análisis en gabinete de la información recopilada durante los ensayos realizados.

En la primera etapa se han efectuado los ensayos o pruebas in situ de cada una de las unidades de generación con presencia de representantes del COES y EGASA. Para el desarrollo de estos ensayos CENERGIA dispuso del personal, equipos e instrumentos necesarios.

En la segunda etapa se ha efectuado el análisis y evaluación de los datos de ensayo los cuales se revisaron y validaron en función a criterios técnicos previamente establecidos; luego, sobre la base de los resultados de los ensayos y considerando el Procedimiento N° 18 del COES SINAC (Determinación de la Potencia Efectiva de las Centrales Hidroeléctricas del SINAC), se procedió a la determinación de la potencia efectiva de las Centrales Hidroeléctricas antes mencionadas.

En el Cuadro N° 1, se muestra los resultados de la potencia efectiva obtenida y la altura bruta.

Cuadro N° 1
Resultados de Potencia Efectiva y Altura Bruta de las Centrales Hidroeléctricas Charcani I y III

Central Hidroeléctrica	Descripción	Unidades	Valor medido
Charcani I	Potencia Efectiva Grupo N° 01	kW	868.35
	Potencia Efectiva Grupo N° 02	kW	860.32
	Potencia Efectiva de la Central	kW	1,728.67
	Altura Bruta Promedio Grupo N° 01	m	24.92
	Altura Bruta Promedio Grupo N° 02	m	25.79
Charcani III	Potencia Efectiva Grupo N° 01	KW	2,245.2
	Potencia Efectiva Grupo N° 02	KW	2,335.2
	Potencia Efectiva de la Central	kW	4,580.4
	Altura Bruta Promedio Grupo N° 01	m	58.24
	Altura Bruta Promedio Grupo N° 02	m	58.34



ENERSUR S.A.

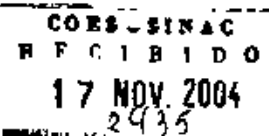
ESTUDIO DE DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA EFECTIVA Y CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA ILO 1

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

INFORME FINAL

San Borja, Noviembre del 2004

200



RESUMEN EJECUTIVO

Por encargo de ENERSUR, y en cumplimiento del Procedimiento PR-17 del COES SINAC, CENERGIA ha elaborado el estudio "Determinación de la potencia efectiva y curvas de rendimiento de las unidades de generación de la Central Termoeléctrica Ilo 1"; el mismo que ha sido efectuado en base a los resultados de las pruebas efectuadas en el período comprendido entre el 16 y el 20 de agosto del año 2004.

El Objetivo de las pruebas ha sido medir la potencia y rendimiento a plena carga y cargas parciales; a las denominadas "condiciones de sitio o medidas" que en nuestro caso la denominamos "condiciones de ensayo" que está referida a las condiciones ambiente del lugar registrada durante los ensayos.

El objetivo del estudio ha sido llevar los resultados de potencia efectiva y rendimiento de las unidades de generación de la central, de las "condiciones de ensayo" a la "condición de potencia efectiva" que, como sabemos está referida a la una condición promedio de una data histórica de 20 años; para lo cual se ha utilizado curvas de corrección de fabricantes (caso turbinas a gas), la Norma ISO 3046/1-1986 (para el caso del grupo Diesel) y mediante metodología propia para el caso de las turbinas a vapor.

La Central Termoeléctrica Ilo 1, está conformada por una planta con turbinas a vapor con cuatro unidades de generación, una planta con turbinas a gas conformada por dos unidades de generación y un grupo Diesel.

Para el caso de las turbinas a gas y el grupo Diesel, se ha establecido las siguientes condiciones de potencia efectiva:

CONDICIONES DE POTENCIA EFECTIVA	
Temperatura	25,56 °C
Humedad relativa	73,97 %

En el caso de las turbinas a vapor, en lugar de tener una temperatura de referencia del agua de mar se ha usado su equivalente expresado como presión absoluta de vacío en el condensador.

En cuanto a los rendimientos, para el caso de las turbinas a gas y el grupo Diesel, éste parámetro se ha determinado a nivel de bloque, midiendo directamente la potencia eléctrica (KW) y el consumo de combustible (gal/h) que en este caso fue el petróleo Diesel Nº 2. Para el caso de las unidades de generación a vapor el tratamiento ha sido por equipos ya que la existencia de un colector de vapor impide el tratamiento por bloques.

Para determinar la eficiencia (%) y el consumo específico de calor o Heat Rate (KJ/KWh) de las unidades de generación se ha considerado el poder calorífico bajo (LHV), obtenido de los resultados de los análisis en laboratorio de las muestras tomadas durante los ensayos, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 2	
ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE	
PETROLEO DIESEL N° 2	
Poder Calorífico Bruto – HHV (BTU/Lb)	19 590
Poder Calorífico Neto – LHV (BTU/Lb)	18 381
Gravedad Específica (a 60°F)	0,8490
PETROLEO RESIDUAL 500	
Poder Calorífico Bruto – HHV (BTU/Lb)	18 608
Poder Calorífico Neto – LHV (BTU/Lb)	17 570
Gravedad Específica (a 60°F)	0,97205

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se han efectuado los cálculos correspondientes y se han obtenido los siguientes resultados:

1. Resultados de la prueba de potencia efectiva a nivel de unidades de generación

CUADRO N° 3				
POTENCIAS DE LAS UNIDADES DE GENERACION DE LA C.T. ILO 1				
A LAS DIFERENTES CONDICIONES INDICADAS				
UNIDAD	POTENCIA ENSAYO(*)	POTENCIA EFECTIVA	POTENCIA AUXILIARES	DESVIACION %
TV - 1	22 765,2	23 349,7	306,6	1,3
TV - 2	22 922,3	23 195,6	520,2	0,8
TV - 3	70 885,9	71 688,7	1 338,4	0,3
TV - 4	66 436,3	66 639,5	1 054,7	0,3
TG - 1	37 339,3	34 606,5	135,1	0,32
TG - 2	37 784,5	34 937,2	286,1	0,37
GD Cat - Kato	3 257,1	3 180,5	0,0	0,71

(*) Los ensayos de las unidades fueron realizadas en el período comprendido entre el 16 y el 20 de agosto del 2004.

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a los equipos de medición, se obtiene los siguientes resultados:

<i>Unidad</i>	<i>Potencia efectiva</i>
TV - 1	23 349,7 KW ± 46,7 KW
TV - 2	23 195,7 KW ± 46,4 KW
TV - 3	71 688,7 KW ± 143,4 KW
TV - 4	66 639,5 KW ± 133,2 KW
TG - 1	34 606,5 KW ± 74,7 KW
TG - 2	34 937,2 KW ± 75,4 KW
GD-Cat - Kato	3 180,5 KW ± 6,4 KW

2. Resultados de la prueba de rendimiento en las turbinas a gas y grupo diesel evaluadas como unidad de generación

CUADRO N° 4							
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RENDIMIENTO DE LA TG-1, TG-2 Y GD Cat-kato							
UNIDAD	Carga		Consumo horario combustible Gal/h	Rendimiento (kWh/gal)	Consumo específico combustible gr/kWh	Consumo específico calor - HR (kcal/kWh)	Eficiencia (%)
	%	KW					
TG - 1	0	0,00	935,96	0,00			0,00
	25	8 651,62	1481,11	5,92	542,67	5 530,02	15,55
	50	17 303,23	1 986,27	8,71	368,86	3 758,81	22,88
	75	25 954,85	2 511,42	10,33	310,92	3 168,41	27,14
	100	34 606,47	3 036,57	11,40	281,95	2 873,21	29,93
TG - 2	0	0,00	831,77	0,00			0,00
	25	8 734,29	1 341,85	6,51	493,86	5 030,57	17,10
	50	17 468,59	1 851,94	9,43	340,66	3 471,43	24,77
	75	26 202,88	2 362,02	11,09	289,66	2 951,72	29,14
	100	34 937,17	2 872,10	12,16	264,16	2 691,86	31,95
GD Cat - Kato	0	0,00	11,36	0,00			0,00
	25	795,1	63,44	12,53	256,37	2 612,56	32,92
	50	1 590,2	115,52	13,77	233,42	2 378,67	36,15
	75	2 385,4	167,60	14,23	225,77	2 300,70	37,38
	100	3 180,5	219,68	14,48	221,95	2 261,72	38,02

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a la precisión del registrador de potencia (0,2) y el medidor de flujo (0,2) se obtiene como resultado definitivo para el rendimiento a plena carga de las unidades, los siguientes resultados:

Unidad	Rendimiento
TG- 1	11,40 KWh/gal \pm 0,046 KWh/gal
TG - 2	12,16 KWh/gal \pm 0,049 KWh/gal
GD-Cat - kato	14,48 KWh/gal \pm 0,058 KWh/gal

La función del rendimiento de estas unidades "r", expresado en KWh/gal en función de la potencia "X" expresado en KW, es el siguiente:

$$\begin{aligned} r_{TG-1} &= X/(0,0607X + 935,96) \\ r_{TG-2} &= X/(0,0584X + 831,77) \\ r_{GD\ Cat-kato} &= X/(0,0655X + 11,359) \end{aligned}$$

Para la prueba efectuada a nivel de la planta de vapor, los resultados son los siguientes:

CUADRO N° 5	
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE POTENCIA EFECTIVA DE LA PLANTA A VAPOR	
Unidad	Potencia efectiva (KW)
TV - 2	22 747,4
TV - 3	61 182,7
TV - 4	66 241,7
TOTAL	150 171,8

3. Resultados de la prueba de rendimiento de las calderas

CUADRO N° 5					
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RENDIMIENTO DE LAS CALDERAS					
Equipo	Carga Nominal %	Producción Nominal Kib/h	Consumo Especifico de Combustible (Lb C / Lb V)	Rendimiento (Lb V / Lb C)	Eficiencia* (%)
Caldera 1	54	97,87	0,0767	13,03	85,46
	65	117,78	0,0741	13,49	88,09
	82	147,42	0,0728	13,73	88,85
	100	180,38	0,0724	13,81	88,89
Caldera 2	57	104,09	0,0732	13,66	85,91
	66	120,64	0,0724	13,80	86,98
	81	148,64	0,0714	14,01	88,09
	100	183,99	0,0719	13,91	87,02
Caldera 3	39	120,59	0,0743	13,45	84,84
	49	151,95	0,0636	13,92	86,34
	72	221,01	0,0688	14,54	88,16
	100	307,23	0,0669	14,95	88,27
Caldera 4	30	123,89	0,0746	13,40	85,14
	50	200,49	0,0715	13,98	85,88
	76	301,79	0,0699	14,29	87,32
	100	402,93	0,0681	14,68	87,53

* Base Poder Calorifico Inferior (LHV)

La función del consumo de combustible "c", expresado en Kib/h en función de la producción de vapor "X", expresado también en Kib/h, es el siguiente:

$$C_{B-1} = 0,06690X + 0,87360$$

$$C_{B-2} = 0,07005X + 0,29140$$

$$C_{B-3} = 0,06205X + 1,48570$$

$$C_{B-4} = 0,06654X + 0,99941$$

4. Resultados de la prueba de rendimiento de las turbinas a vapor

CUADRO N° 5						
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RENDIMIENTO DE LAS TURBINAS A VAPOR						
EQUIPO	Carga Nominal (%)	Potencia Efectiva (kW)	Consumo Horario de vapor Lb/h	Consumo específico de vapor (lb/kWh)	Consumo específico de calor (BTU/kWh)	Eficiencia Global (%)
TV - 1	0	0,00	16 441,20			0,00
	25	5 837,44	65 283,03	11,18	12 923,33	26,41
	50	11 674,87	114 124,86	9,78	11 295,99	30,21
	75	17 512,31	162 966,69	9,31	10 753,55	31,74
	85	19 847,30	182 503,40	9,20	10 625,91	32,12
	100	23 349,70	211 808,52	9,07	10 482,32	32,56
TV - 2	0	0,00	26547,70			0,00
	25	5 798,91	69708,97	12,02	13 687,75	24,93
	50	11 597,82	112870,24	9,73	11 081,35	30,80
	75	17 396,72	166031,52	8,97	10 212,55	33,42
	85	19 716,30	173296,00	8,79	10 008,13	34,10
	100	23 195,60	199192,79	8,59	9 778,15	34,90
TV - 3	0	0,00	5 277,70			0,00
	25	17 922,17	167 204,55	9,33	10 147,71	33,63
	50	35 844,35	329 131,40	9,18	9 987,56	34,17
	75	53 766,52	491 058,25	9,13	9 934,17	34,35
	85	60 935,40	555 829,00	9,12	9 921,61	34,40
	100	71 688,70	652 985,10	9,11	9 907,48	34,45
TV - 4	0	0,00	8 592,80			0,00
	25	16 659,86	159 987,65	9,60	10 591,56	32,22
	50	33 319,73	311 382,50	9,35	10 307,13	33,11
	75	49 979,59	462 777,34	9,26	10 212,31	33,42
	85	56 643,50	523 335,30	9,24	10 190,01	33,49
	100	66 639,50	614 172,19	9,22	10 164,91	33,57

La función del consumo específico de vapor "Ce", expresado en Klb/KWh en función de la potencia "X", expresado en KW, es el siguiente:

$$Ce_{TV-1} = (8,367X + 16 441,27)/X$$

$$Ce_{TV-2} = (7,443X + 26547,7)/X$$

$$Ce_{TV-3} = (9,035X + 5 277,7)/X$$

$$Ce_{TV-4} = (9,0874X + 8 592,8)/X$$

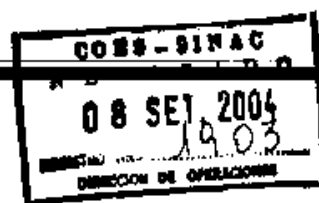


D.E.I EGENOR S. en C. por A.

**"ESTUDIO DE DETERMINACION DE LA POTENCIA
EFECTIVA Y CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS
UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA
CENTRAL TERMICA CHICLAYO"**

INFORME FINAL

Lima, Setiembre de 2004



RESUMEN EJECUTIVO

Por encargo de Duke Energy Internacional Egenor S en C por A y en cumplimiento del Procedimiento PR-17 del COES SINAC, CENERGIA ha elaborado el estudio "Determinación de la potencia efectiva y curvas de rendimiento de las unidades de generación de la Central Térmica Chiclayo"; el mismo que ha sido efectuado en base a los resultados de las pruebas efectuadas los días 21 y 24 del mes de julio del año 2004.

El Objetivo de las pruebas ha sido medir la potencia y rendimiento a plena carga y las cargas parciales equivalentes al 75%, 50% y 25%; a las denominadas "condiciones de sitio o medidas" que en nuestro caso la denominamos "condiciones de ensayo" que está referida a las condiciones ambiente del lugar registrada durante los ensayos.

En el presente informe se presenta los cálculos y resultados obtenidos para la potencia efectiva y el rendimiento a plena carga y cargas parciales de las unidades térmicas SULZER -1, SULZER -2, GMT -1, GMT -2 y GMT -3 ensayadas; los mismos que han sido obtenidos considerando la metodología que se establece en la Norma ISO 3046-1 que permite llevar los valores correspondientes a las condiciones de ensayo a las condiciones de potencia efectiva que, como sabemos está referida a la condición promedio de una data histórica de 20 años.

Para este caso, se ha establecido las siguientes condiciones de potencia efectiva:

CUADRO N° 1	
CONDICIONES DE POTENCIA EFECTIVA	
Temperatura	26,4 °C
Humedad relativa	67,4 %

En cuanto a los rendimientos, ésta se ha determinado a partir de las mediciones de potencia eléctrica (KW) y consumo de combustible (gal/h) que en este caso fue el Petróleo Residual N° 6. Para determinar la eficiencia (%) y el consumo específico de calor o Heat Rate (Kcal/KWh) se ha considerado el poder calorífico bajo obtenido de los resultados de los análisis en laboratorio de las muestras tomadas durante los ensayos, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 2	
ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE	
Poder Calorífico Bruto - HHV (BTU/Lb)	18 818
Poder Calorífico Neto - LHV (BTU/Lb)	17 744
Gravedad Específica (a 60°F)	0,9403

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se han efectuado los cálculos correspondientes y se han obtenido los siguientes resultados:

1. Resultados de la prueba de potencia efectiva

CUADRO N° 3

POTENCIAS DE LAS UNIDADES DE GENERACION DE LA C.T. CHICLAYO
A LAS DIFERENTES CONDICIONES INDICADAS

UNIDAD	POTENCIA ENSAYO(*)	POTENCIA ISO	POTENCIA EFECTIVA	POTENCIA AUXILIARES	DESVIACION %
SULZER - 1	5 631,6	5 647,6	5 535,6	403,2	0,47
SULZER - 2	6 008,4	5 930,1	5 803,4	391,3	0,50
GMT - 1	4 125,5	4 115,5	4 098,9	106,2	0,47
GMT - 2	4 336,5	4 341,5	4 323,1	95,5	0,87
GMT - 3	4 359,1	4 362,9	4 341,5	80,8	0,93

(*) Los ensayos de las unidades fueron realizadas los días 21, 24 de julio del 2004.

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a los equipos de medición, se obtiene los siguientes resultados:

<i>Potencia efectiva de la unidad SULZER 1:</i>	<i>5 535,6 KW ± 11,1 KW</i>
<i>Potencia efectiva de la unidad SULZER 2:</i>	<i>5 803,4 KW ± 11,6 KW</i>
<i>Potencia efectiva de la unidad GMT - 1 :</i>	<i>4 098,9 KW ± 8,2 KW</i>
<i>Potencia efectiva de la unidad GMT - 2 :</i>	<i>4 323,1 KW ± 8,6 KW</i>
<i>Potencia efectiva de la unidad GMT - 3 :</i>	<i>4 341,5 KW ± 8,7 KW</i>

2. Resultados de la prueba de rendimiento

CUADRO N° 4

VALORES RELACIONADOS A LA PRUEBA DE RENDIMIENTO
DE LAS UNIDADES ENSAYADAS DE LA C.T. CHICLAYO

UNIDAD	Carga		Consumo horario combustible Gal/h	Rendimiento (kWh/gal)	Consumo específico combustible gr/kWh	Consumo específico calor - HR (kcal/kWh)	Eficiencia (%)
	%	KW					
SULZER - 1	0	0,00	23,10	0,00			0,00
	25	1 383,90	115,41	11,99	296,80	2 919,70	29,46
	50	2 767,80	207,71	13,33	267,09	2 627,48	32,73
	75	4 151,69	300,02	13,84	257,19	2 530,07	33,99
	100	5 535,59	392,33	14,11	252,24	2 481,36	34,66
SULZER - 2	0	0,00	25,73	0,00			0,00
	25	1 450,84	119,60	12,13	293,40	2 886,23	29,80
	50	2 901,68	213,47	13,59	261,83	2 575,73	33,39
	75	4 352,52	307,34	14,16	251,31	2 472,23	34,79
	100	5 803,36	401,21	14,46	246,05	2 420,48	35,53
GMT - 1	0	0,00	47,52	0,00			0,00
	25	1 024,71	107,16	9,56	372,17	3 661,16	23,49
	50	2 049,43	166,79	12,29	289,65	2 849,41	30,18
	75	3 074,14	226,43	13,58	262,15	2 578,82	33,35
	100	4 098,85	286,07	14,33	248,39	2 443,53	35,20
GMT - 2	0	0,00	41,56	0,00			0,00
	25	1 080,76	105,11	10,28	346,14	3 405,09	25,26
	50	2 161,53	168,66	12,82	277,71	2 731,87	31,48

	75	3 242,29	232,21	13,96	254,89	2 507,47	34,30
	100	4 323,06	295,76	14,62	243,49	2 395,27	35,90
GMT-3	0	0,00	41,74	0,00			0,00
	25	1 085,39	105,46	10,29	345,80	3 401,69	25,28
	50	2 170,77	169,17	12,83	277,36	2 728,42	31,52
	75	3 256,16	232,88	13,98	254,54	2 504,00	34,35
	100	4 341,54	296,59	14,64	243,14	2 391,79	35,96

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a la precisión del registrador de potencia (0,2) y el medidor de flujo (0,2) se obtiene como resultado definitivo para el rendimiento a plena carga de las unidades, los siguientes resultados:

Rendimiento de la unidad SULZER - 1	:	14,11 KWh/gal ± 0,056 KWh/gal
Rendimiento de la unidad SULZER - 2	:	14,46 KWh/gal ± 0,058 KWh/gal
Rendimiento de la unidad GMT - 1	:	14,33 KWh/gal ± 0,057 KWh/gal
Rendimiento de la unidad GMT - 2	:	14,62 KWh/gal ± 0,058 KWh/gal
Rendimiento de la unidad GMT - 3	:	14,64 KWh/gal ± 0,059 KWh/gal



D.E.I. EGENOR S. En C. Por A.

ESTUDIO DE DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA
EFECTIVA Y CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS
UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA
CENTRAL TÉRMICA CHIMBOTE

INFORME FINAL



RESUMEN EJECUTIVO

Por encargo de Duke Energy Internacional Egenor S en C por A y en cumplimiento del Procedimiento PR-17 del COES SINAC, CENERGIA ha elaborado el estudio "Determinación de la potencia efectiva y curvas de rendimiento de las unidades de generación de la Central Térmica Chimbote"; el mismo que ha sido efectuado en base a los resultados de las pruebas efectuadas el día 19 del mes de julio del año 2004.

El Objetivo de las pruebas ha sido medir la potencia y rendimiento a plena carga y las cargas parciales equivalentes al 75%, 50%, 25% y vacío; a las denominadas "condiciones de sitio o medidas" que en nuestro caso la denominamos "condiciones de ensayo" que está referida a las condiciones ambiente del lugar registrada durante los ensayos.

En el presente informe se presenta los cálculos y resultados obtenidos para la potencia efectiva y el rendimiento a plena carga y cargas parciales de las unidades térmicas TG - 1, TG - 2 y TG - 3 ensayadas; los mismos que han sido obtenidos considerando las respectivas curvas de corrección que permite llevar los valores correspondientes a las condiciones de ensayo a las condiciones de potencia efectiva que, como sabemos está referida a la condición promedio de una data histórica de 20 años.

Para este caso, se ha establecido las siguientes condiciones de potencia efectiva:

CUADRO N° 1	
CONDICIONES DE POTENCIA EFECTIVA	
Temperatura	24,4 °C
Humedad relativa	79,1 %

En cuanto a los rendimientos, ésta se ha determinado a partir de las mediciones de potencia eléctrica (KW) y consumo de combustible (gal/h) que este caso fue el petróleo Diesel N° 2. Para determinar la eficiencia (%) y el consumo específico de calor o Heat Rate (Kcal/KWh) se ha considerado el poder calorífico bajo obtenido de los resultados de los análisis en laboratorio de las muestras tomadas durante los ensayos, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 2	
ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE	
Poder Calorífico Bruto - HHV (BTU/lb)	19 568
Poder Calorífico Neto - LHV (BTU/lb)	18 365
Gravedad Específica (a 60°F)	0,8514

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se han efectuado los cálculos correspondientes y se han obtenido los siguientes resultados:

1. Resultados de la prueba de potencia efectiva

CUADRO N° 3					
POTENCIAS DE LAS UNIDADES DE GENERACION DE LA C. T. CHIMBOTE A LAS DIFERENTES CONDICIONES INDICADAS					
UNIDAD	POTENCIA ENSAYO(*)	POTENCIA ISO	POTENCIA EFECTIVA	POTENCIA AUXILIARES	DESVIACION %
TG - 1	21 975,7	22 884,2	21 384,6	21,2	0,54
TG - 2	21 092,1	21 900,5	20 465,3	21,5	1,74
TG - 3	22 326,8	22 799,3	21 305,2	18,3	0,71

(*) Los ensayos de las unidades fueron realizados el día 19 de julio del 2004.

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a los equipos de medición, se obtiene los siguientes resultados:

Potencia efectiva de la unidad TG - 1 : **21 384,6 KW ± 42,7 KW**
Potencia efectiva de la unidad TG - 2 : **20 465,3 KW ± 40,9 KW**
Potencia efectiva de la unidad TG - 3 : **21 305,2 KW ± 42,6 KW**

2. Resultados de la prueba de rendimiento

CUADRO N° 4							
VALORES RELACIONADOS A LA PRUEBA DE RENDIMIENTO DE LAS UNIDADES ENSAYADAS DE LA C. T. CHIMBOTE							
UNIDAD	Carga		Consumo horario combustible Gal/h	Rendimiento (kWh/gal)	Consumo especifico combustible gr/kWh	Consumo especifico calor - HR (kcal/kWh)	Eficiencia (%)
	%	KW					
TG - 1	0	0,00	766,21	0,00			0,00
	25	5 346,15	1 146,32	4,66	690,98	7 035,24	12,22
	50	10 692,29	1 526,43	7,00	460,05	4 684,04	18,36
	75	15 038,44	1 906,54	8,41	383,08	3 900,30	22,05
	100	21 384,58	2 286,65	9,35	344,59	3 508,43	24,51
TG - 2	0	0,00	819,57	0,00			0,00
	25	5 116,33	1 160,32	4,41	730,83	7 441,01	11,56
	50	10 232,66	1 501,07	6,82	472,73	4 813,10	17,87
	75	15 349,00	1 841,81	8,33	386,69	3 937,10	21,84
	100	20 465,33	2 182,58	9,38	343,67	3 499,14	24,58
TG - 3	0	0,00	841,21	0,00			0,00
	25	5 326,31	1 189,02	4,48	719,39	7 324,46	11,74
	50	10 652,62	1 536,83	6,93	464,91	4 733,50	18,17
	75	15 978,93	1 884,63	8,48	380,08	3 869,84	22,22
	100	21 305,24	2 232,44	9,54	337,67	3 438,01	25,01

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a la precisión del registrador de potencia (0,2) y el medidor de flujo (0,2) se obtiene como resultado definitivo para el rendimiento a plena carga de las unidades, los siguientes resultados:

Rendimiento de la unidad TG - 1 : **9,35 KWh/gal ± 0,037 KWh/gal**
Rendimiento de la unidad TG - 2 : **9,38 KWh/gal ± 0,038 KWh/gal**
Rendimiento de la unidad TG - 3 : **9,54 KWh/gal ± 0,038 KWh/gal**

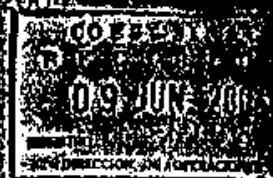


D.E.I EGENOR S. en C. por A.

ESTUDIO DE DETERMINACIÓN
DE LA POTENCIA EFECTIVA Y
CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS
UNIDADES DE GENERACIÓN DE
LA CENTRAL TÉRMICA DE PAITA

INFORME FINAL

Una parte de 2014



RESUMEN EJECUTIVO

Por encargo de Duke Energy Internacional Egenor S en C por A y en cumplimiento del Procedimiento PR-17 del COES SINAC, CENERGIA ha elaborado el estudio "Determinación de la potencia efectiva y curvas de rendimiento de las unidades de generación de la Central Térmica Paita"; el mismo que ha sido efectuado en base a los resultados de las pruebas efectuadas los días 13 y 14 del mes de mayo del año 2004.

El Objetivo de las pruebas ha sido medir la potencia y rendimiento a plena carga y y las cargas parciales equivalentes al 75%, 50%, 25% y vacío; a las denominadas "condiciones de sitio o medidas" que en nuestro caso la denominamos "condiciones de ensayo" que está referida a las condiciones ambiente del lugar registrada durante los ensayos.

En el presente informe se presenta los cálculos y resultados obtenidos para la potencia efectiva y el rendimiento a plena carga y cargas parciales de las unidades EMD 1, EMD 2, EMD 3, SKODA 1, SKODA 2 y SKODA 3 ensayadas; los mismos que han sido obtenidos considerando la metodología que se establece en la Norma ISO 3046-1 que permite llevar los valores correspondientes a las condiciones de ensayo a las condiciones de potencia efectiva que, como sabemos está referida a la una condición promedio de una data histórica de 20 años.

Para este caso, se ha establecido las siguientes condiciones de potencia efectiva:

CUADRO N° 1	
CONDICIONES DE POTENCIA EFECTIVA	
Temperatura	28,4 °C
Humedad relativa	77,7 %

En cuanto a los rendimientos, ésta se ha determinado a partir de las mediciones de potencia eléctrica (KW) y consumo de combustible que en este caso fue el petróleo Diesel N° 2 (gal/h). Para determinar la eficiencia (%) y el consumo específico de calor o Heat Rate (KJ/KWh) se ha considerado el poder calorífico bajo obtenido de los resultados de los análisis en laboratorio de las muestras tomadas durante los ensayos, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 2	
ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE	
Poder Calorífico Bruto - HHV (BTU/Lb)	19 525
Poder Calorífico Neto - LHV (BTU/Lb)	18 342
Gravedad Específica (a 60°F)	0,8511

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se han efectuado los cálculos correspondientes y se han obtenido los siguientes resultados:

1. Resultados de la prueba de potencia efectiva

CUADRO N° 3					
POTENCIAS DE LAS UNIDADES DE GENERACION DE LA C. T. PAITA					
A LAS DIFERENTES CONDICIONES INDICADAS					
UNIDAD	POTENCIA ENSAYO(*)	POTENCIA ISO	POTENCIA EFECTIVA	POTENCIA AUXILIARES	DESVIACION %
EMD 1	2 055,3	2 052,2	2 046,2	40,8	0,81
EMD 2	2 046,4	2 045,1	2 039,2	40,6	0,92
EMD 3	2 129,3	2 125,9	2 119,7	49,4	1,37
SKODA 1	880,3	878,4	875,8	93,4	2,56
SKODA 2	854,4	853,4	850,9	81,0	0,28
SKODA 3	889,0	886,7	886,1	83,5	1,43

(*) Los ensayos de las unidades fueron realizadas los días 13 y 14 de mayo del 2004.

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a la precisión del registrador de potencia (0,2), se obtiene como resultado definitivo para la potencia efectiva de las unidades los siguientes resultados:

Potencia efectiva de la unidad EMD 1	:	2 046,2 KW ± 4,1 KW
Potencia efectiva de la unidad EMD 2	:	2 039,2 KW ± 4,1 KW
Potencia efectiva de la unidad EMD 3	:	2 119,7 KW ± 4,2 KW
Potencia efectiva de la unidad SKODA 1	:	875,8 KW ± 1,8 KW
Potencia efectiva de la unidad SKODA 2	:	850,9 KW ± 1,7 KW
Potencia efectiva de la unidad SKODA 3	:	886,1 KW ± 1,8 KW

2. Resultados de la prueba de rendimiento

CUADRO 4							
VALORES RELACIONADOS A LA PRUEBA DE RENDIMIENTO DE LAS UNIDADES ENSAYADAS DE LA C. T. PAITA							
UNIDAD	Carga		Consumo horario combustible Gal/h	Rendimiento (kWh/gal)	Consumo específico combustible gr/kWh	Consumo específico calor - HR (kcal/kWh)	Eficiencia (%)
	%	KW					
EMD 1	0	0,0	26,60	0,00			0,00
	25	511,6	57,45	8,90	361,78	3 678,83	23,38
	50	1 023,1	88,30	11,59	278,01	2 827,07	30,42
	75	1 534,7	119,14	12,88	250,09	2 543,15	33,82
	100	2 046,2	149,99	13,64	236,13	2 401,19	35,82
EMD 2	0	0,0	28,18	0,00			0,00
	25	509,8	59,08	8,63	373,30	3 796,01	22,66
	50	1 019,6	89,97	11,33	284,26	2 890,57	29,75
	75	1 529,4	120,86	12,65	254,58	2 588,76	33,22
	100	2 039,2	151,76	13,44	239,74	2 437,85	35,28
EMD 3	0	0,0	25,91	0,00			0,00
	25	529,9	58,02	9,13	352,73	3 586,86	23,98
	50	1 059,8	90,14	11,76	273,97	2 785,99	30,87
	75	1 589,8	122,25	13,00	247,72	2 519,04	34,14
	100	2 119,7	154,36	13,73	234,60	2 385,56	36,05
SKODA 1	0	0,0	11,14	0,00			0,00
	25	218,9	27,01	8,11	397,44	4 041,50	21,28
	50	437,9	42,89	10,21	315,50	3 208,22	26,81
	75	656,8	58,76	11,18	288,18	2 930,47	29,35
	100	875,8	74,63	11,73	274,52	2 791,59	30,81
SKODA 2	0	0,0	10,45	0,00			0,00
	25	212,7	25,63	8,30	388,18	3 947,37	21,79
	50	425,4	40,82	10,42	309,10	3 143,14	27,36
	75	638,2	56,01	11,39	282,73	2 875,07	29,91
	100	850,9	71,20	11,95	269,55	2 741,03	31,38
SKODA 3	0	0,0	7,48	0,00			0,00
	25	221,5	22,45	9,87	326,50	3 320,07	25,90
	50	443,1	37,43	11,84	272,13	2 767,25	31,08
	75	664,6	52,40	12,68	254,01	2 582,98	33,29
	100	886,1	67,38	13,15	244,95	2 490,84	34,53

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a la precisión del registrador de potencia (0,2) y el medidor de flujo (0,2) se obtiene como resultado definitivo para el rendimiento de las unidades los siguientes resultados:

Unidad	Rendimiento de combustible a plena carga
EMD 1	13,64 kWh/gal ± 0,055 KWh/gal
EMD 2	13,44 kWh/gal ± 0,054 KWh/gal
EMD 3	13,73 kWh/gal ± 0,055 KWh/gal
SKODA 1	11,73 kWh/gal ± 0,047 KWh/gal
SKODA 2	11,95 kWh/gal ± 0,048 KWh/gal
SKODA 3	13,15 kWh/gal ± 0,053 KWh/gal

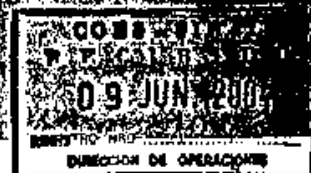


D.E.I EGENOR S. en C. por A.

ESTUDIO DE DETERMINACIÓN
DE LA POTENCIA EFECTIVA Y
CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS
UNIDADES DE GENERACIÓN DE
LA CENTRAL TÉRMICA DE PIURA

INFORME FINAL

Junio de 2004



RESUMEN EJECUTIVO

Por encargo de Duke Energy Internacional Egenor S en C por A y en cumplimiento del Procedimiento PR-17 del COES SINAC, CENERGIA ha elaborado el estudio "Determinación de la potencia efectiva y curvas de rendimiento de las unidades de generación de la Central Térmica Piura 1"; el mismo que ha sido efectuado en base a los resultados de las pruebas efectuadas los días 11, 12 y 15 del mes de mayo del año 2004.

El Objetivo de las pruebas ha sido medir la potencia y rendimiento a plena carga y y las cargas parciales equivalentes al 75%, 50%, 25% y vacío; a las denominadas "condiciones de sitio o medidas" que en nuestro caso la denominamos "condiciones de ensayo" que está referida a las condiciones ambiente del lugar registrada durante los ensayos.

En el presente informe se presenta los cálculos y resultados obtenidos para la potencia efectiva y el rendimiento a plena carga y cargas parciales de las unidades Mirrlees 1, Mirrlees 4 y Mirrlees 5 ensayadas; los mismos que han sido obtenidos considerando la metodología que se establece en la Norma ISO 3046-1 que permite llevar los valores correspondientes a las condiciones de ensayo a las condiciones de potencia efectiva que, como sabemos está referida a la una condición promedio de una data histórica de 20 años.

Para este caso, se ha establecido las siguientes condiciones de potencia efectiva:

CUADRO N° 1	
CONDICIONES DE POTENCIA EFECTIVA	
Temperatura	30,7 °C
Humedad relativa	68,3 %

En cuanto a los rendimientos, ésta se ha determinado a partir de las mediciones de potencia eléctrica (KW) y consumo de combustible que en este caso fue el petróleo Diesel N° 2 (gal/h). Para determinar la eficiencia (%) y el consumo específico de calor o Heat Rate (KJ/KWh) se ha considerado el poder calorífico bajo obtenido de los resultados de los análisis en laboratorio de las muestras tomadas durante los ensayos, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 2	
ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE	
Poder Calorífico Bruto - HHV (BTU/Lb)	19 525
Poder Calorífico Neto - LHV (BTU/Lb)	18 342
Gravedad Específica (a 60°F)	0,8511

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se han efectuado los cálculos correspondientes y se han obtenido los siguientes resultados:

1. Resultados de la prueba de potencia efectiva

CUADRO N° 3					
POTENCIAS DE LAS UNIDADES DE GENERACION DE LA C. T. PLURA					
EN LAS DIFERENTES CONDICIONES INDICADAS					
UNIDAD	POTENCIA ENSAYO(*)	POTENCIA ISO	POTENCIA EFECTIVA	POTENCIA AUXILIARES	DESVIACION %
MIRPLEES 1	1 335,3	1 337,2	1 331,9	18,1	1,51
MIRPLEES 4	2 047,2	2 043,3	2 035,1	50,9	1,73
MIRPLEES 5	2 005,1	2 001,8	1 993,8	30,0	0,72

(*) Los ensayos de las unidades fueron realizadas los días 11, 12 y 15 de mayo del 2004.

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a la precisión del registrador de potencia (0,2), se obtiene como resultado definitivo para la potencia efectiva de las unidades los siguientes resultados:

Potencia efectiva de la unidad Mirplees 1: **1 331,9 KW ± 2,6 KW**
Potencia efectiva de la unidad Mirplees 4: **2 047,2 KW ± 4,1 KW**
Potencia efectiva de la unidad Mirplees 5: **1 993,8 KW ± 4,0 KW**

2. Resultados de la prueba de rendimiento

CUADRO N° 4							
VALORES RELACIONADOS A LA PRUEBA DE RENDIMIENTO							
DE LAS UNIDADES ENSAYADAS DE LA C. T. PLURA							
UNIDAD	Carga		Consumo horario combustible Gal/h	Rendimiento (kWh/gal)	Consumo específico combustible gr/kWh	Consumo específico calor - HR (kcal/kWh)	Eficiencia (%)
	%	KW					
MIRPLEES - 1	0	0,0	11,22	0,00			0,00
	25	333,0	31,93	10,43	308,96	3 141,79	27,37
	50	665,9	52,64	12,65	254,67	2 589,67	33,21
	75	998,9	73,36	13,62	236,57	2 405,63	35,75
	100	1 331,9	94,07	14,16	227,52	2 313,60	37,17
MIRPLEES - 4	0	0,0	15,84	0,00			0,00
	25	508,8	46,42	10,96	293,92	2 988,82	28,77
	50	1 1017,5	77,0	13,22	243,76	2 478,78	34,69
	75	1 526,3	107,58	14,19	227,04	2 308,77	37,25
	100	2 035,1	138,15	14,73	218,69	2 223,77	38,67
MIRPLEES - 5	0	0,0	17,31	0,00			0,00
	25	490,9	47,51	10,33	311,76	3 107,27	27,13
	50	981,9	77,71	12,64	254,94	2 592,44	33,17
	75	1 472,8	107,90	13,85	236,00	2 399,83	35,84
	100	1 963,8	138,09	14,22	226,53	2 303,53	37,33

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a la precisión del registrador de potencia (0,2) y el medidor de flujo (0,2) se obtiene como resultado definitivo para el rendimiento de las unidades los siguientes resultados:



D.E.I EGENOR S. en C. por A.

**"ESTUDIO DE DETERMINACION DE LA POTENCIA
EFECTIVA Y CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS
UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA
CENTRAL TERMICA PIURA 1 Y TG-PIURA"**

INFORME FINAL

Lima, Setiembre de 2004

COM-SINAC
RECIDIDO
08 SET. 2004
CENTRO REG. 1903
DIRECCION DE OPERACIONES

RESUMEN EJECUTIVO

Por encargo de Duke Energy Internacional Egenor S en C por A y en cumplimiento del Procedimiento PR-17 del COES SINAC, CENERGIA ha elaborado el estudio "Determinación de la potencia efectiva y curvas de rendimiento de las unidades de generación de la Central Térmica Piura 2"; el mismo que ha sido efectuado en base a los resultados de las pruebas efectuadas los días 22, 23 y 24 del mes de julio del año 2004.

El Objetivo de las pruebas ha sido medir la potencia y rendimiento a plena carga y las cargas parciales equivalentes al 75%, 50% y 25%; a las denominadas "condiciones de sitio o medidas" que en nuestro caso la denominamos "condiciones de ensayo" que está referida a las condiciones ambiente del lugar registrada durante los ensayos.

En el presente informe se presenta los cálculos y resultados obtenidos para la potencia efectiva y el rendimiento a plena carga y cargas parciales de las unidades térmicas GMT - 1, GMT - 2, MAN y TG ensayadas; los mismos que han sido obtenidos considerando la metodología que se establece en la Norma ISO 3046-1 que permite llevar los valores correspondientes a las condiciones de ensayo a las condiciones de potencia efectiva que, como sabemos está referida a la condición promedio de una data histórica de 20 años.

Para este caso, se ha establecido las siguientes condiciones de potencia efectiva:

CUADRO N° 1	
CONDICIONES DE POTENCIA EFECTIVA	
Temperatura	30,7 °C
Humedad relativa	68,3 %

En cuanto a los rendimientos, ésta se ha determinado a partir de las mediciones de potencia eléctrica (KW) y consumo de combustible (gal/h) que en el caso de los grupos Diesel fue el petróleo residual y en el caso de la TG fue el petróleo Diesel N° 2. Para determinar la eficiencia (%) y el consumo específico de calor o Heat Rate (Kcal/KWh) se ha considerado el poder calorífico bajo obtenido de los resultados de los análisis en laboratorio de las muestras tomadas durante los ensayos, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 2		
ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE		
	Petróleo R 6	Petróleo D 2
Poder Calorífico Bruto - HHV (BTU/Lb)	18 818	19 525
Poder Calorífico Neto - LHV (BTU/Lb)	17 744	18 342
Gravedad Específica (a 60°F)	0,9403	0,8511

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se han efectuado los cálculos correspondientes y se han obtenido los siguientes resultados:

1. Resultados de la prueba de potencia efectiva

CUADRO N° 3					
POTENCIAS DE LAS UNIDADES DE GENERACION DE LA C. T. PIURA Y TG-PIURA					
A LAS DIFERENTES CONDICIONES INDICADAS					
UNIDAD	POTENCIA ENSAYO(*)	POTENCIA ISO	POTENCIA EFECTIVA	POTENCIA AUXILIARES	DESVIACION %
GMT - 1	4 848,6	4 836,9	4 786,1	153,3	0,50
GMT - 2	4 768,5	4 758,3	4 710,9	153,7	1,00
MAN	7 481,8	7 490,5	7 346,4	378,0	1,29
TG	21 658,1	22 233,6	19 740,2	19,2	0,44

(*) Los ensayos de las unidades fueron realizadas los días 22, 23 y 24 de julio del 2004.

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a los equipos de medición, se obtiene los siguientes resultados:

Potencia efectiva de la unidad GMT - 1 : 4 786,1 KW \pm 9,6 KW
Potencia efectiva de la unidad GMT - 2 : 4 710,9 KW \pm 9,4 KW
Potencia efectiva de la unidad MAN : 7 346,4 KW \pm 14,7 KW
Potencia efectiva de la unidad TG : 19 740,2 KW \pm 39,4 KW

2. Resultados de la prueba de rendimiento

CUADRO N° 4							
VALORES RELACIONADOS A LA PRUEBA DE RENDIMIENTO							
DE LAS UNIDADES ENSAYADAS DE LA C. T. PIURA Y TG-PIURA							
UNIDAD	Carga		Consumo horario combustible Gal/h	Rendimiento (kWh/gal)	Consumo específico combustible gr/kWh	Consumo específico calor - HR (kcal/kWh)	Eficiencia (%)
	%	KW					
GMT - 1	0	0,00	38,63	0,00			0,00
	25	1 198,52	108,38	11,04	322,28	3 171,38	27,12
	50	2 393,04	178,14	13,43	264,94	2 606,27	33,00
	75	3 589,56	247,90	14,48	245,79	2 417,90	35,57
	100	4 786,08	317,65	15,07	236,21	2 323,71	37,01
GMT - 2	0	0,00	40,11	0,00			0,00
	25	1 177,73	108,77	10,83	328,71	3 233,59	26,60
	50	2 355,47	177,44	13,28	268,10	2 637,37	32,61
	75	3 533,20	246,10	14,36	247,90	2 438,63	35,27
	100	4 710,93	314,76	14,97	237,80	2 339,26	36,76
MAN	0	0,00	33,07	0,00			0,00
	25	1 836,61	138,68	13,24	268,73	2 643,58	32,53
	50	3 673,21	244,28	15,04	236,69	2 328,36	36,94
	75	5 509,82	349,89	15,75	226,01	2 223,29	38,68
	100	7 346,42	455,49	16,13	220,67	2 170,75	39,82
TG	0	0,00	770,48	0,00			0,00
	25	4 935,05	1 084,84	4,55	708,14	7 200,98	11,94
	50	9 870,10	1 399,21	7,06	456,67	4 643,83	18,52
	75	14 805,15	1 713,57	8,64	372,85	3 791,45	22,68
	100	19 740,20	2 027,93	9,73	330,94	3 365,25	25,56

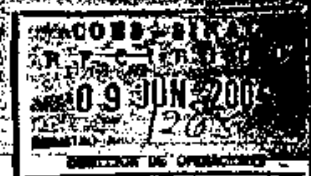


D.E.I EGENOR S. en C. por A.

ESTUDIO DE DETERMINACIÓN
DE LA POTENCIA EFECTIVA Y
CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS
UNIDADES DE GENERACIÓN DE
LA CENTRAL TÉRMICA SULLANA

INFORME FINAL

Uma, Junio de 2004



RESUMEN EJECUTIVO

Por encargo de Duke Energy Internacional Egenor S en C por A y en cumplimiento del Procedimiento PR-17 del COES SINAC, CENERGIA ha elaborado el estudio "Determinación de la potencia efectiva y curvas de rendimiento de las unidades de generación de la Central Térmica Sullana"; el mismo que ha sido efectuado en base a los resultados de las pruebas efectuadas los días 14, 15 y 17 del mes de mayo del año 2004.

El Objetivo de las pruebas ha sido medir la potencia y rendimiento a plena carga y y las cargas parciales equivalentes al 75%, 50%, 25% y vacío; a las denominadas "condiciones de sitio o medidas" que en nuestro caso la denominamos "condiciones de ensayo" que está referida a las condiciones ambiente del lugar registrada durante los ensayos.

En el presente informe se presenta los cálculos y resultados obtenidos para la potencia efectiva y el rendimiento a plena carga y cargas parciales de las unidades Alco 1, Alco 2, Alco 3, Alco 4 y Alco 5 ensayadas; los mismos que han sido obtenidos considerando la metodología que se establece en la Norma ISO 3046-1 que permite llevar los valores correspondientes a las condiciones de ensayo a las condiciones de potencia efectiva que, como sabemos está referida a la una condición promedio de una data histórica de 20 años.

Para este caso, se ha establecido las siguientes condiciones de potencia efectiva:

CUADRO N° 1	
CONDICIONES DE POTENCIA EFECTIVA	
Temperatura	30,9 °C
Humedad relativa	80,4 %

En cuanto a los rendimientos, ésta se ha determinado a partir de las mediciones de potencia eléctrica (KW) y consumo de combustible que en este caso fue el petróleo Diesel N° 2 (gal/h). Para determinar la eficiencia (%) y el consumo específico de calor o Heat Rate (KJ/KWh) se ha considerado el poder calorífico bajo obtenido de los resultados de los análisis en laboratorio de las muestras tomadas durante los ensayos, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 2	
ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE	
Poder Calorífico Bruto - HHV (BTU/Lb)	19 525
Poder Calorífico Neto - LHV (BTU/Lb)	18 342
Gravedad Específica (a 60°F)	0,8511

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se han efectuado los cálculos correspondientes y se han obtenido los siguientes resultados:

1. Resultados de la prueba de potencia efectiva

CUADRO N° 3					
POTENCIAS DE LAS UNIDADES DE GENERACION DE LA C. T. SULLANA A LAS DIFERENTES CONDICIONES INDICADAS					
UNIDAD	POTENCIA ENSAYO(*)	POTENCIA ISO	POTENCIA EFECTIVA	POTENCIA AUXILIARES	DESVIACION %
ALCO 1	2 159,5	2 147,8	2 109,1	13,1	5,50
ALCO 2	2 314,6	2 296,1	2 233,5	14,0	4,89
ALCO 3	2 053,5	2 042,0	2 001,3	12,5	0,94
ALCO 4	2 070,4	2 067,5	2 030,6	12,6	1,50
ALCO 5	1 963,5	1 963,7	1 931,5	14,7	5,40

(*) Los ensayos de las unidades fueron realizadas los días 14, 15 y 17 de mayo del 2004.

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a la precisión del registrador de potencia (0,2), se obtiene como resultado definitivo para la potencia efectiva de las unidades los siguientes resultados:

<i>Potencia efectiva de la unidad Alco 1</i>	:	<i>2 109,1 KW ± 4,2 KW</i>
<i>Potencia efectiva de la unidad Alco 2</i>	:	<i>2 233,5 KW ± 4,4 KW</i>
<i>Potencia efectiva de la unidad Alco 3</i>	:	<i>2 001,3 KW ± 4,0 KW</i>
<i>Potencia efectiva de la unidad Alco 4</i>	:	<i>2 030,6 KW ± 4,1 KW</i>
<i>Potencia efectiva de la unidad Alco 5</i>	:	<i>1 931,5 KW ± 3,9 KW</i>

2. Resultados de la prueba de rendimiento

CUADRO 4							
VALORES RELACIONADOS A LA PRUEBA DE RENDIMIENTO DE LAS UNIDADES ENSAYADAS DE LA C. T. SULLANA							
UNIDAD	Carga		Consumo horario combustible Gal/h	Rendimiento (kWh/gal)	Consumo específico combustible gr/kWh	Consumo específico calor - HR (kcal/kWh)	Eficiencia (%)
	%	KW					
ALCO 1	0	0,0	21,38	0,00			0,00
	25	527,3	54,39	9,69	332,29	3 378,94	25,45
	50	1 054,5	87,39	12,07	266,97	2 714,79	31,68
	75	1 581,8	120,40	13,14	245,20	2 493,41	34,49
	100	2 109,1	153,41	13,75	234,32	2 382,72	36,09
ALCO 2	0	0,0	21,38	0,00			0,00
	25	558,4	61,66	9,06	355,72	3 617,20	23,78
	50	1 116,8	102,14	10,93	294,63	2 996,07	28,70
	75	1 675,1	142,62	11,75	274,27	2 789,03	30,84
	100	2 233,5	183,11	12,20	264,09	2 685,51	32,02
ALCO 3	0	0,0	15,03	0,00			0,00
	25	497,2	50,70	9,87	326,45	3 319,65	25,91
	50	994,4	86,37	11,58	278,07	2 827,65	30,41
	75	1 491,6	122,05	12,30	261,94	2 663,64	32,29
	100	1 968,8	157,72	12,69	253,88	2 581,64	33,31
ALCO 4	0	0,0	11,83	0,00			0,00
	25	507,6	46,95	10,81	297,96	3 029,91	28,38
	50	1 015,3	82,08	12,37	260,44	2 648,38	32,47
	75	1 522,9	117,21	12,99	247,94	2 521,20	34,11
	100	2 030,6	152,34	13,33	241,68	2 457,62	34,99

ALCO 5	0	0,0	13,69	0,00			0,00
	25	482,9	46,91	10,29	312,93	3 182,11	27,03
	50	965,8	80,13	12,05	267,28	2 717,93	31,64
	75	1 448,7	113,35	12,78	252,06	2 563,20	33,55
	100	1 931,5	146,58	13,18	244,46	2 485,84	34,80

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a la precisión del registrador de potencia (0,2) y el medidor de flujo (0,2) se obtiene como resultado definitivo para el rendimiento de las unidades los siguientes resultados:

<i>Unidad</i>	<i>Rendimiento de combustible a plena carga</i>
<i>Alco 1</i>	<i>13,75 kWh/gal ± 0,055 kWh/gal</i>
<i>Alco 2</i>	<i>12,20 kWh/gal ± 0,049 kWh/gal</i>
<i>Alco 3</i>	<i>12,69 kWh/gal ± 0,051 kWh/gal</i>
<i>Alco 4</i>	<i>13,33 kWh/gal ± 0,053 kWh/gal</i>
<i>Alco 5</i>	<i>13,18 kWh/gal ± 0,053 kWh/gal</i>

**DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA
EFECTIVA Y RENDIMIENTO**

**CENTRAL TERMOELÉCTRICA DE SAN NICOLÁS
TURBINAS A VAPOR: UNIDAD N° 3**

**SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
SHOUGESA**

INFORME FINAL DEL ENSAYO

 **ALFA PLUS S.A.C**
INGENIEROS

Lima, Octubre del 2004



POTENCIA EFECTIVA Y RENDIMIENTO DE LA TURBINA A VAPOR MITSUBISHI N°3 CENTRAL TERMOELÉCTRICA DE SAN NICOLÁS

1 Resumen y Conclusiones

De acuerdo a los criterios y procedimientos establecidos por el COES-SINAC en su Procedimiento N°17, relativo al ensayo de Centrales Termoeléctricas, el día 15 de septiembre del 2004 se realizaron la prueba para la determinación de la potencia efectiva y rendimiento de las Turbina a Vapor Mitsubishi N°3 de la Central Termoeléctrica de San Nicolás, propiedad de Shougang Generación Eléctrica S.A.A. SHOUGESA, por encargo del COES-SINAC, a solicitud de SHOUGESA.

En este Informe se presentan los resultados de Potencia Efectiva, Rendimiento y conclusiones del ensayo, a partir de los valores medidos.

Los resultados obtenidos se muestran en el CUADRO N° 1-1. En él figuran la potencia declarada por SHOUGESA antes de realizar las pruebas, también se muestran las potencias y rendimientos medidos durante el ensayo, y los respectivos valores ISO y de Potencia Efectiva, obtenidos por cálculo.

**CUADRO N° 1-1
POTENCIA Y RENDIMIENTO DE LA TURBINA A VAPOR MITSUBISHI N°3 DE LA
C.T. SAN NICOLÁS**

RESUMEN TV N° 3 - CT. SAN NICOLAS					FECHA DEL ENSAYO
UNIDADES	POTENCIAS (kW)				
	DECLARADA	EFECTIVA	ENSAYO	ISO	
TV N° 3 -	25,000	25,390	24,431	25,403	15-09-04
EFICIENCIAS (%)					
	DECLARADA	EFECTIVA	ENSAYO	ISO	
TV N° 3 -	-	30.23%	29.22%	30.24%	15-09-04
TEMPERATURA EN EL CONDENSADOR (°F)					
	DECLARADA	EFECTIVA	ENSAYO	ISO	
TV N° 3 -	-	91.9 °F	101.5 °F	91.7 °F	15-09-04
PRESIÓN EN EL CONDENSADOR (°Hg)					
	DECLARADA	EFECTIVA	ENSAYO	ISO	
TV N° 3 -	-	1.51 °Hg	2.02 °Hg	1.50 °Hg	15-09-04

Conforme al procedimiento N° 17 del COES SINAC, la Potencia Efectiva de una determinada unidad termoeléctrica es la potencia continua (antes de servicios auxiliares) entregada por la unidad, correspondiente a bornes de generación, cuando opera a Condiciones de Potencia Efectiva y a máxima carga. La Definición de Potencia Efectiva se indica en el rubro 4.2. La potencia ISO es la que se obtiene de convertir las condiciones de Ensayo a las condiciones ISO. Sus conceptos y procedimientos de cálculo se explican en el Informe.

El ensayo de medición y sus resultados han cumplido con los procedimientos y objetivos trazados, siendo válidos y satisfactorios. Los rendimientos, definidos como la producción neta de energía por unidad de volumen de combustible consumido a las condiciones del sitio, expresados en kWh/galón, tienen también resultados

Los rendimientos se han calculado a partir de los valores medidos de potencia eléctrica y consumo de combustible. Los valores del poder calorífico bajo y gravedad específica han sido tomados de los resultados obtenidos de los análisis en laboratorio de las muestras del combustible usado ese día. Estos valores son: 17,475 BTU/lb y 0.9979 respectivamente. El resultado de los análisis en laboratorio se muestra en el Anexo N° 2.

Los resultados de las mediciones y de los cálculos efectuados a partir de los valores medidos aparecen en el CUADRO N° 1-4, donde la potencia efectiva mostrada a diferentes cargas es la potencia bruta, es decir, considerando el consumo de los sistemas auxiliares. El CUADRO N° 1-1 contiene los resultados finales del informe; en él se encuentran la potencia declarada así como aquellas a condiciones de ensayo, ISO y de Potencia Efectiva y sus correspondientes eficiencias térmicas.

El CUADRO N° 1-4 contienen el comportamiento de las unidades tanto a máxima carga como a cargas parciales. Además, se indica el consumo de combustible en vacío, así como, los rendimientos del combustible (kWh/gal), consumos específicos de combustible (gr/kWh), consumos específicos de calor (kJ/kWh) y eficiencias térmicas para distintas cargas, que aproximadamente corresponden al 44%, 64%, 76% y 100% de las cargas nominales. Los valores incluidos corresponden a las condiciones de potencia efectiva. Se ha tomado el promedio de los datos existentes, después de descartar algunos considerados como poco aceptables.

CUADRO N° 1-4

TV N° 3 - CT. SAN NICOLAS - SHOUGESA			
RESUMEN DE COMPORTAMIENTO A CARGAS NOMINALES			
POTENCIAS (kW)			
DECLARADA	EFFECTIVA	ENSAYO	ISO
25,000	25,390	24,431	25,403
CONSUMO EN VACÍO (gal/min)			10.836
COMPORTAMIENTO A CARGA PARCIAL Y TOTAL PARA CARGA NOMINAL (MW)			
11,000	16,000	19,000	25,000
POTENCIA EFFECTIVA (kW)			
11,216	16,207	17,713	25,390
Rendimiento [kWh/gal]			
9.44	10.43	10.93	12.89
Consumo Específico Combustible gr/kWh			
400	363	348	293
Consumo Específico de Calor kJ/kWh			
16,269	14,736	14,141	11,923
Eficiencia Térmica %			
22.14%	24.47%	25.62%	30.23%

Las mediciones de consumo de auxiliares dieron como resultado los siguientes valores, que incluyen el margen de error:

- Turbina a Vapor MITSUBISHI N° 3: 1,057 kW \pm 2.11 kW

La potencia efectiva se obtuvo como la potencia bruta en bornes del generador sin restar el consumo de los sistemas auxiliares. El resultado final, incluyendo el margen de error, es el siguiente:

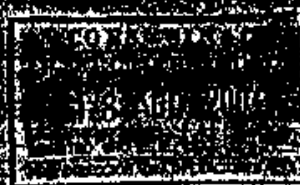
- Turbina a Vapor MITSUBISHI N° 3: 25,390 kW \pm 50.4 kW



D.E.I. EGENOR S. En C. Por A.

ESTUDIO DE DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA
EFECTIVA Y CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS
UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA
CENTRAL TÉRMICA TRUJILLO

INFORME FINAL



RESUMEN EJECUTIVO

Por encargo de Duke Energy Internacional Egenor S en C por A y en cumplimiento del Procedimiento PR-17 del COES SINAC, CENERGIA ha elaborado el estudio "Determinación de la potencia efectiva y curvas de rendimiento de la unidad de generación TG - 4 de la Central Térmica Trujillo"; el mismo que ha sido efectuado en base a los resultados de las pruebas efectuadas el día 20 del mes de julio del año 2004.

El Objetivo de las pruebas ha sido medir la potencia y rendimiento a plena carga y las cargas parciales equivalentes al 75%, 50%, 25% y vacío; a las denominadas "condiciones de sitio o medidas" que en nuestro caso la denominamos "condiciones de ensayo" que está referida a las condiciones ambiente del lugar registrada durante los ensayos.

En el presente informe se presenta los cálculos y resultados obtenidos para la potencia efectiva y el rendimiento a plena carga y cargas parciales de la unidad térmica TG - 4 ensayada; los mismos que han sido obtenidos considerando las respectivas curvas de corrección que permite llevar los valores correspondientes a las condiciones de ensayo a las condiciones de potencia efectiva que, como sabemos está referida a la condición promedio de una data histórica de 20 años.

Para este caso, se ha establecido las siguientes condiciones de potencia efectiva:

CUADRO N° 1	
CONDICIONES DE POTENCIA EFECTIVA	
Temperatura	23,8 °C
Humedad relativa	82,4 %

En cuanto a los rendimientos, ésta se ha determinado a partir de las mediciones de potencia eléctrica (KW) y consumo de combustible (gal/h) que este caso fue el petróleo Diesel N° 2. Para determinar la eficiencia (%) y el consumo específico de calor o Heat Rate (Kcal/KWh) se ha considerado el poder calorífico bajo obtenido de los resultados de los análisis en laboratorio de las muestras tomadas durante los ensayos, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 2	
ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE	
Poder Calorífico Bruto - HHV (BTU/Lb)	19 568
Poder Calorífico Neto - LHV (BTU/Lb)	18 365
Gravedad Específica (a 60°F)	0,8514

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se han efectuado los cálculos correspondientes y se han obtenido los siguientes resultados:

1. Resultados de la prueba de potencia efectiva

CUADRO N° 3					
POTENCIAS DE LA UNIDAD DE GENERACION TG - 4 DE LA C.T. TRUJILLO A LAS DIFERENTES CONDICIONES INDICADAS					
UNIDAD	POTENCIA ENSAYO(*)	POTENCIA ISO	POTENCIA EFECTIVA	POTENCIA AUXILIARES	DESVIACION %
TG - 4	21 851,8	22 733,3	21 344,5	14,0	0,80

(*) Los ensayos de las unidades fueron realizadas el día 20 de julio del 2004.

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a los equipos de medición, se obtiene el siguiente resultado:

Potencia efectiva de la unidad TG - 4 : 21 344,5 KW \pm 42,7 KW

2. Resultados de la prueba de rendimiento

CUADRO N° 4							
VALORES RELACIONADOS A LA PRUEBA DE RENDIMIENTO DE LAS UNIDADES ENSAYADAS DE LA C. T. TRUJILLO							
UNIDAD	Carga		Consumo horario combustible Gal/h	Rendimiento (kWh/gal)	Consumo especifico combustible gr/kWh	Consumo especifico calor - HR (kcal/kWh)	Eficiencia (%)
	%	KW					
TG - 4	0	0,00	782,50	0,00			0,00
	25	5 336,13	1 183,78	4,51	714,90	7 278,76	11,82
	50	10 672,26	1 585,05	6,73	478,62	4 873,06	17,65
	75	16 008,39	1 986,33	8,06	399,86	4 071,16	21,12
	100	21 344,52	2 387,61	8,94	360,48	3 670,21	23,43

Tomando en cuenta el nivel de incertidumbre atribuible a la precisión del registrador de potencia (0,2) y el medidor de flujo (0,2) se obtiene como resultado definitivo para el rendimiento a plena carga de la unidad, el siguiente resultado:

Rendimiento de la unidad TG - 4 : 8,94 kWh/gal \pm 0,036 kWh/gal

C3: POTENCIAS EFECTIVAS DECLARADAS

- Ficha de la unidad TG4 de la C.T. Ventanilla.
- Ficha de la unidad TG3 de la C.T. Ventanilla.
- Carta ELECTROANDES GOEA/853-2004 del 24.11.2004.

CENTRALES TERMOELECTRICAS

EMPRESA: Empresa de Generacion Termoeléctrica Ventanilla S.A

FECHA: 06/09/2004

CENTRAL: Ventanilla

GRUPO: UNIDAD "TG-4" operando con gas natural.

1.- DISPONIBILIDAD:

- Número de unidades: 01 Marca Siemens V84.3A
- Potencia efectiva: 155 MW.
- Potencia máxima por unidad: la indicada como potencia efectiva
- Rendimiento a la potencia efectiva por unidad: 104.7467 KWH/MPC
- Eficiencia térmica a la potencia efectiva por unidad: 10,471.9 BTU/KWH.

2.- TIEMPOS:

- Tiempo requerido para sincronizar la máquina, desde la instrucción de arranque hasta tener la máquina sincronizada en vacío: 25 MINUTOS
- Velocidad de toma de carga: 5 MW/MINUTO.
- Velocidad de reducción de carga: 5 MW/MINUTO.
- Tiempo mínimo de operación: 192 hrs (Según carta ETEVENSA -GG-095-2004)
- Tiempo mínimo entre arranques sucesivos: 8 horas (en evaluación)

3.- CAPACIDAD DE GENERACION REACTIVA:

- Curva de capacidad de la unidad (MW-MVAR): Se adjunta curva
- Capacidad de generación reactiva a mínima carga: 8 MVAR
- Capacidad de generación reactiva inductiva al 50% de la potencia efectiva: 6.5 MVAR
- Capacidad de generación reactiva inductiva al 100% de la potencia efectiva: 5.0 MVAR
- Tensión de generación (mínima, máxima): 15.08 kV - 16.2 (16 kV Nominal)

4.- RESTRICCIONES:

- Carga mínima: 40 MW (en evaluación, según se informa en carta ETEVENSA -GG-095-2004).
- Tiempo máximo en carga mínima: 24 horas (en evaluación).

5.- COMBUSTIBLES:

- Tipo de combustible: Gas Natural (poder calorífico superior 1,067 BTU/PC; poder calorífico inferior 971 BTU/PC).
- Precio del combustible: Informado según Procedimiento N° 31-C.
- Precio del transporte de combustible: Informado según Procedimiento N° 31-C
- Precio del tratamiento mecánico del combustible: En evaluación.
- Precio del tratamiento químico del combustible: Ninguno.

5.- COSTOS VARIABLES:

- Costo Variable Combustible (CVC): 24.3483 US\$/MWh
- Costo Variable No Combustible (CVNC): 5.524 US\$/MWh

6.- OTROS DATOS:

- Consumo de combustible en la toma de carga (de 0 a 150 Mw): 22,000 m3 (Estimados)
- Consumo de combustible en la reducción de carga (de 150 a 0 Mw): 22,000 m3 (Estimados)
- Energía generada en carga - descarga (de 0 a 150 y viceversa Mw.): 75 MWh (Carga + descarga)
- Tiempo de rampa de carga y de descarga: 1.03 horas (carga + descarga)

DIRECCION DE OPERACIONES/COES-SICN

FICHA N° 2

CENTRALES TERMOELECTRICAS

EMPRESA: Empresa de Generacion Termoeléctrica Ventanilla S.A

FECHA: 27/08/2004

CENTRAL: Ventanilla

GRUPO: UNIDAD "TG-3" operando con gas natural.

1.- DISPONIBILIDAD:

- Número de unidades: 01 Marca Siemens V84.3A
- Potencia efectiva: 155 MW.
- Potencia máxima por unidad: la indicada como potencia efectiva
- Rendimiento a la potencia efectiva por unidad (LHV) : 101.8918 KWH/MPC
- Eficiencia térmica (Heat Rate LHV) a la potencia efectiva : 9,529.72 BTU/KWH.

2.- TIEMPOS:

- Tiempo requerido para sincronizar la máquina, desde la instrucción de arranque hasta tener la máquina sincronizada en vacío: 26 MINUTOS
- Velocidad de toma de carga: 5 MW/MINUTO.
- Velocidad de reducción de carga: 5 MW/MINUTO.
- Tiempo mínimo de operación: 192 hrs (Según carta ETEVENSA -GG-095-2004)
- Tiempo mínimo entre arranques sucesivos: 8 horas (en evaluación)

3.- CAPACIDAD DE GENERACION REACTIVA:

- Curva de capacidad de la unidad (MW-MVAr): Se adjunta curva
- Capacidad de generación reactiva a mínima carga: 6.5 MVAr
- Capacidad de generación reactiva inductiva al 50% de la potencia efectiva: 35 MVAr
- Capacidad de generación reactiva inductiva al 100% de la potencia efectiva: 75 MVAr
- Tensión de generación (mínima, máxima): 15.08 kV - 16.2 (16 kV Nominal)

4.- RESTRICCIONES:

- Carga mínima: 35 MW (en evaluación, según se informa en carta ETEVENSA -GG-095-2004).
- Tiempo máximo en carga mínima: 24 horas (en evaluación).

5.- COMBUSTIBLES:

- Tipo de combustible: Gas Natural
- Poder calorífico inferior 971 BTU/PC (LHV)
- Poder calorífico superior 1,067 BTU/PC (HHV)
- Precio del combustible: Informado según Procedimiento N° 31-C.
- Precio del transporte de combustible: Informado según Procedimiento N° 31-C
- Precio del tratamiento mecánico del combustible: En evaluación.
- Precio del tratamiento químico del combustible: Ninguno.

6.- COSTOS VARIABLES:

- Costo Variable Combustible (CVC): 18.8243 US\$/MWh
- Costo Variable No Combustible Sin Inyección : 5.524 US\$/MWh
- Costo Variable No Combustible Con Inyección : 5.800 US\$/MWh

7.- OTROS DATOS:

- Consumo de combustible en la toma de carga (de 0 a 150 Mw): 22,000 m3 (Estimados)
- Consumo de combustible en la reducción de carga (de 150 a 0 Mw): 22,000 m3 (Estimados)
- Energía generada en carga - descarga (de 0 a 150 y viceversa Mw.): 75 MWh (Carga + descarga)
- Tiempo de rampa de carga y de descarga: 1.03 horas (carga + descarga)


ELECTROANDES

una empresa

PSEG

T-00.11

COES-SINAC	
RECIBIDO	
25 NOV 2004	
2525	
DIRECCION DE OPERACIONES	

25 NOV 2004

GOEA/853-2004

La Oroya, 24 de noviembre de 2004

Señor
 Jaime Guerra Montes de Oca
 Director de Operaciones
 COES - SINAC
 Lima

DOA <input type="checkbox"/>	DEV <input type="checkbox"/>	OA <input type="checkbox"/>
DES <input checked="" type="checkbox"/>	DTR <input type="checkbox"/>	OI <input type="checkbox"/>
DPC <input type="checkbox"/>	CCO <input type="checkbox"/>	AL <input type="checkbox"/>
1 PREP. RPTA	6 ATENDER	
2 OPNIAR	7 INFORMAR	
3 REVISAR	8 CONOCIMIENTO Y FINES	
4 COORDINAR	9 DIFUNDIR	
5 CONVERSAR	10 ARCHIVAR	
	11 COPIA	

ASUNTO : CÁLCULO DE POTENCIA GARANTIZADA C.H. OROYA

Referencia : Carta COES-SINAC/D-1200-2004 de 2004-11-19

De nuestra consideración:

Es grato dirigimos a usted en atención a vuestra comunicación de la referencia, para alcanzarle adjunto los cálculos de Potencia Garantizada de nuestra central hidroeléctrica Oroya. Al respecto, debemos declarar que la potencia efectiva de la central es de 9 MW.

Estamos remitiendo a la dirección electrónica erosc11@coes.or.pe los archivos magnéticos con los detalles de los cálculos.

Sin otro particular, es propicia la oportunidad para reiterarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,

ZENÓN MARIÑOS TORREJÓN
 Gerente de Operaciones

C4: RETIRO DE UNIDADES

- C.T. MOQUEGUA (CKD-1 y CKD-2)
 - ◆ Carta de EGESUR G-1409-2004 del 27.08.2004.
 - ◆ Carta COES-SINAC/D-867-2004 del 31.08.2004.
- C.H. HERCCA (Unidad N° 1)
 - ◆ Carta de EGEMSA N° G-774-2004 DEL 11.10.2004
 - ◆ Carta COES-SINAC/D-1030-2004 del 12.10.2004.
- C.T. TRUPAL (TV)
 - ◆ Carta de EGENOR CS-769-2004 del 28.10.2004.
 - ◆ Carta COES-SINAC/D-1115-2004 del 29.10.2004.

EGESUR

EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DEL SUR S.A.
G -1409- 2004

7.00.11
COES-SINAC
RECIBIDO
27 AGO. 2004
NUMERO 1836
DIRECCIÓN DE OPERACIONES

Tacna, 27 de agosto de 2004

Señor:
Ing. Jaime Guerra Montes de Oca
Director de Operaciones
COES SINAC
Lima

Asunto: Retiro de la operación comercial del COES SINAC de las unidades de generación de la Central Térmica Moquegua

De nuestra consideración:

Es grato dirigimos a usted para saludarlo y a la vez comunicarle que, por convenir a los intereses de nuestra empresa, hemos decidido retirar de la operación comercial del COES SINAC a las unidades de generación de la Central Térmica Moquegua, a partir del 1º de setiembre de 2004.

Sin otro particular, sea propicia la ocasión para reiterarle los sentimientos de nuestra especial consideración y estima.

Atentamente,

1 AGO 2004


Ing. JOSE MOSQUERA CASTILLO
Gerente General (e)

DOA <input type="checkbox"/>	DEV <input type="checkbox"/>	OA <input type="checkbox"/>
DES <input checked="" type="checkbox"/>	DTR <input type="checkbox"/>	OI <input type="checkbox"/>
DPC <input type="checkbox"/>	CCO <input type="checkbox"/>	AL <input type="checkbox"/>
1 PREP. RPTA	6 ATENDER	
2 OPINAR	7 INFORMAR	
3 REVISAR	8 CONOCIMIENTO Y FINES	
4 COORDINAR	9 DIFUNDIR	
5 CONVERSAR	10 ARCHIVAR	
	11 COPIA	



COMITE DE OPERACION ECONOMICA DEL SISTEMA
INTERCONECTADO NACIONAL
San Isidro, 31 de agosto de 2004

COES-SINAC/D-867-2004

Señor Ingeniero
José Mosquera Castillo
Gerente General (e)
EGESUR
Presente.-

Asunto: Retiro de las unidades de generación de la C.T. Moquegua de la operación comercial en el COES-SINAC.

Ref.: Su comunicación G-1409-2004.

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted en atención a su carta de la referencia, para manifestarle la aprobación del retiro de la operación comercial en el COES-SINAC, de las unidades de generación de la C.T. Moquegua a partir de las 00:00 horas del día 1° de setiembre de 2004.

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para reiterarle mis cordiales saludos.

Atentamente,

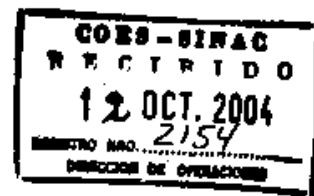
Ing. JAIME GUERRA MONTES DE OCA
DIRECTOR DE OPERACIONES
COES-SINAC

c.c.: Empresas Integrantes
DOA, DPC, CCO, DES, DEV, DTR



EGEMSA

EMPRESA DE GENERACION ELÉCTRICA MACHUPICCHU S.A.



Cusco, 11 de Octubre de 2004

N° G. 124-2004

12 OCT 2004

Señor:
Ing. Jaime Guerra Montes de Oca
 Director de Operaciones COES SINAC

Lima:

DOA <input checked="" type="checkbox"/>	DEV <input checked="" type="checkbox"/>	OA <input type="checkbox"/>
DES <input checked="" type="checkbox"/>	DTR <input checked="" type="checkbox"/>	OI <input type="checkbox"/>
DPC <input checked="" type="checkbox"/>	CCO <input type="checkbox"/>	AL <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> 1 PREP. RPTA	<input checked="" type="checkbox"/> 6 ATENDER	
<input checked="" type="checkbox"/> 2 OPINAR	<input checked="" type="checkbox"/> 7 INFORMAR	
<input checked="" type="checkbox"/> 3 REVISAR	<input checked="" type="checkbox"/> 8 CONOCIMIENTO Y FINES	
<input checked="" type="checkbox"/> 4 COORDINAR	<input checked="" type="checkbox"/> 9 DIFUNDIR	
<input checked="" type="checkbox"/> 5 CONVERSAR	<input checked="" type="checkbox"/> 10 ARCHIVAR	
	<input checked="" type="checkbox"/> 11 COPIA	

Asunto: Retiro de Unidad N° 1 de la Pequeña C.H. Hercca.

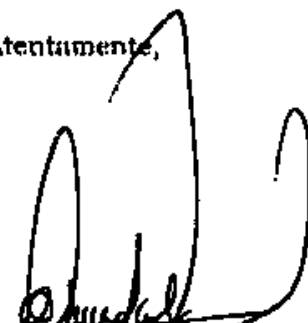
De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted para manifestarle que como es de su conocimiento, el grupo N° 1 de la Pequeña Central Hidroeléctrica Hercca, Sicuanl - Cusco, se encuentra fuera de servicio desde el 20/12/2003 por fallas en la turbina.

En vista que no es factible su rehabilitación en el corto plazo; agradeceré disponer el correspondiente retiro de esta unidad del COES, a partir del mes de septiembre 2004.

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para expresarle mis cordiales saludos.

Atentamente,



Ervis Salas Alvarado
 Gerente General
 EGEMSA

f - Cc. P, C.



COMITE DE OPERACION ECONOMICA DEL SISTEMA
INTERCONECTADO NACIONAL

San Isidro, 12 de octubre de 2004

COES-SINAC/D-1030-2004

Señor Ingeniero
Elvis Salas Ninantay
Gerente General
EGEMSA
Presente.-

Asunto: Retiro de la Unidad N° 1 de la Pequeña C.H. Hercca
de la operación comercial en el COES-SINAC.

Ref.: Su comunicación G-774-2004 recibida el 12.10.2004

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted en atención a su carta de la referencia, para manifestarle la aprobación del retiro de la operación comercial en el COES-SINAC, de la unidad N° 1 de Pequeña Central Hidroeléctrica Hercca, Sicuani - Cusco, a partir de las 00:00 horas del día 13 de octubre de 2004, considerando que en la fecha ha sido recibida su carta.

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para reiterarle mis cordiales saludos.

Atentamente,

Ing. JAIME GUERRA MONTER DE OCA
DIRECTOR DE OPERACIONES
COES-SINAC

c.c.: Empresas Integrantes
OGA, OPC, CCO, DES, DEV, DTR



COES-SINAC
 RECIBIDO
 29 OCT. 2004
 REGISTRO NRO. 2303
 DIRECCION DE OPERACIONES

Duke Energy International Egenor S. en C. por A.
 Av. Parí y Altago 899, 4to. Piso, San Isidro, Lima 27, Perú
 Central: (511) 615-4600 / (511) 223-2300
 Fax: (511) 615-4712

28 OCT. 2004

San Isidro,
 GS-769-2004

Señor Ingeniero
 Jaime Guerra Montes de Oca
 Director de Operaciones
 COES-SINAC
 Ciudad.

Asunto: Resolución Contrato Duke Energy Egenor y Trupal

De nuestra mayor consideración:

Hacemos de su conocimiento que Duke Energy International Egenor S. en C. por A. ha resuelto su Contrato con Trupal S.A. con fecha 31 de Octubre de 2004, mediante el cual informábamos al COES como unidad puesta a disposición del SEIN a la Unidad Térmica de Trupal.

Por lo tanto, dicha unidad será representada por Duke Energy International Egenor S. en C. por A. sólo hasta el 31 de Octubre 2004 ((a las 24:00 horas) y por consiguiente agradeceremos que dicha unidad sea retirada del COES para todo fin a partir de las 00:00 del 1° de Noviembre de 2004.

Sin otro particular, aprovechamos la ocasión para expresarle nuestros cordiales saludos.

Atentamente,

JULIO VELAZQUEZ B.
 Sub-Gerente de Comercialización
 DUKE ENERGY INTERNATIONAL
 SENOR S. EN C. POR A.

c.c.: Ing. A. Rutini (Trupal)

DOA <input type="checkbox"/>	DEV <input type="checkbox"/>	OA <input type="checkbox"/>
DES <input type="checkbox"/>	DTR <input type="checkbox"/>	OI <input type="checkbox"/>
DPC <input type="checkbox"/>	CCO <input type="checkbox"/>	AL <input type="checkbox"/>
1 PREP. RPTA	6 ATENDER	
2 OPINAR	7 INFORMAR	
3 REVISAR	8 CONOCIMIENTO Y FINES	
4 COORDINAR	9 DIFUNDIR	
5 CONVERSAR	10 ARCHIVAR	
	11 COPIA	



COMITE DE OPERACION ECONOMICA DEL SISTEMA
INTERCONECTADO NACIONAL

San Isidro, 29 de octubre de 2004

COES-SINAC/D- 1115 -2004

Señor Ingeniero
Julio Velásquez B.
Sub Gerente de Comercialización
EGENOR
Presente.-

Asunto: Retiro de la unidad térmica de Trupal de la operación comercial en el COES-SINAC.

Ref.: Su comunicación CS-769-2004 recibida el 29.10.2004

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted en atención a su comunicación de la referencia, para manifestarle la aprobación de la Dirección de Operaciones para el retiro de la operación comercial en el COES-SINAC, de la unidad térmica de Trupal a partir de las 00:00 horas del día 1° de noviembre de 2004.

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para reiterarle mis cordiales saludos.

Atentamente,

Ing. JAIME GUERRA MONTES DE OCA
DIRECTOR DE OPERACIONES
COES-SINAC

c.c.: Empresas Integrantes
DOA, DPC, CCO, DES, DEV, DTR