

 CORPOELEC <small>CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL</small>	 La Electricidad de Caracas	 SENECA <small>Sistema eléctrico del Estado Nueva Esparta, C.A.</small>	INELMECA <small>RIF: J-00106267-0</small> <small>Empresa Certificada ISO 9001:2000</small> 
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

SECCIÓN 7:

LÍNEA ALTERNA DE SUMINISTRO PARA NUEVAS UNIDADES DE GENERACIÓN

MEMORIA DE CÁLCULO

EDC02-1-D-G-28

REV.	FECHA	BREVE DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	TOTAL PÁG.	ELAB. POR INELMECA	REV. POR INELMECA	APROB. POR EL CLIENTE
VF	06/04/09	VERSIÓN FINAL	8	JH	JL	GA
0	27/02/09	EMISIÓN FINAL	8	JH	JL	GA
B	11/08	EMISIÓN PARA COMENTARIOS	8	PF/MM	TD	GA
A	11/08	EMISIÓN PRELIMINAR	8	PF/MM	TD	GA

ELABORADO POR INELMECA:	APROBADO POR INELMECA:	REVISADO POR EL CLIENTE:	APROBADO POR EL CLIENTE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
NOMBRE: JUAN HIDALGO	NOMBRE: JOSUÉ LEÓN	NOMBRE: CARLOS ANGARITA	NOMBRE: GUSTAVO ARRIETA

 CORPOELEC <small>CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL</small>	 La Electricidad de Caracas	 SENECA <small>Sistema eléctrico del Estado Nueva Esparta, C.A.</small>	INELMECA <small>RIF: J-00106267-0</small> <small>Empresa Certificada ISO 9001:2000</small> 
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

CONTENIDO

1. OBJETIVO	3
2. ALCANCE	3
3. MEMORIA DE CÁLCULO DE PROCESOS	3
3.1. RESULTADOS DE SIMULACIÓN.....	3
4. MEMORIA DE CÁLCULO DE CIVIL.....	4
4.1. SOPORTES DE CONCRETO.....	4
4.2. SOPORTES METÁLICOS.....	6
5. MEMORIA DE CÁLCULO INSTRUMENTACIÓN.....	8
5.1. BASES Y PREMISAS PARA EL DISEÑO	8

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-28	2 de 2

 CORPOELEC <small>CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL</small>	 La Electricidad de Caracas	 SENECA <small>Sistema eléctrico del Estado Nueva Esparta, C.A.</small>	INELMECA <small>RIF: J-00106267-0</small> <small>Empresa Certificada ISO 9001:2000</small> 
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

1. OBJETIVO

Este documento tiene como finalidad presentar los cálculos realizados para diseñar la nueva línea alterna de suministro de combustible Diesel para las tres nuevas unidades turbogeneradoras aeroderivativas a ser instaladas en la Planta Luisa Cáceres de Arismendi, de manera que puedan entrar en funcionamiento, de forma independiente, durante la primera fase de la ingeniería (proyecto actual). Estos trabajos se encuentran enmarcados dentro del proyecto: “Soluciones Operacionales Sistema de Manejo de Combustibles Planta Luisa Cáceres de Arismendi, ubicada en el Estado Nueva Esparta”.

2. ALCANCE

Este documento cubre las simulaciones de flujo para el arreglo correspondiente a la nueva línea alterna de suministro de Combustible Diesel para las tres nuevas unidades turbogeneradoras aeroderivativas, así como también cubre los cálculos civiles de los soportes de tuberías correspondientes a dicha tubería.

3. MEMORIA DE CÁLCULO DE PROCESOS

3.1. RESULTADOS DE SIMULACIÓN

Para validar el comportamiento hidráulico del sistema según el diseño establecido e incorporando los nuevos flujos por ampliación, se modeló el sistema con el Simulador PROII, utilizando el Modelo Termodinámico de Grayson-Streed (GS) y tomando como premisas los siguientes datos suministrados:

Peso molecular del Combustible Diesel	190 kg/kmol
Punto de ebullición	350 °F
API	32
Temperatura asumida	Temperatura ambiente (86°F)
Eficiencia de bombas	70%
Presión de descarga de las bombas	60 psig

Caudal: 27 m³/h para la alimentación de las tres unidades nuevas de generación y 68,6 m³/h para la alimentación de las unidades ya existentes.

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-28	3 de 3

Tabla 1: Resultados de la simulación de las tuberías del sistema de alimentación a las unidades de generación.

Ruta de tuberías	DN (in)	Flujo de operación normal (m ³ /h)	Velocidad (ft/s)	Velocidades Sugeridas por Normas PDVSA (ft/s)
Alimentación hacia generadores nuevos	3	27	5,22	6 a 8
Alimentación hacia generadores existentes	4	68,6	7,70	8 a 10

Según lo observado en la Tabla 1, el diseño hidráulico de las tuberías de alimentación, tanto para las tres nuevas unidades generadoras como para la alimentación de las ya existentes, muestra que las velocidades no sobrepasan los rangos recomendados por la norma PDVSA N° L-TP 1.5 “Cálculos Hidráulicos de Tuberías”.

En la primera fase del proyecto la tubería de descarga de 6 pulgadas de diámetro, alcanza velocidades inferiores a 2 ft/s, debido a que la línea está diseñada para manejar un flujo normal de operación de 100 m³/h, que es el flujo de operación que será transportado en la segunda fase del proyecto, con las doce unidades turbogeneradoras trabajando juntas.

4. MEMORIA DE CÁLCULO DE CIVIL

4.1. SOPORTES DE CONCRETO

Se diseñarán soportes para la tubería provisional ø 3” la ubicación de los soportes y la cota superior de los mismos son las señaladas por la disciplina mecánica, se diseñan los soportes de forma tal que no representen una restricción más para la tubería de suministro de Diesel.

Los soportes de concreto se diseñarán mediante la teoría de rotura asumiendo que el suelo tiene una capacidad portante de 1 kg/cm² en el punto de apoyo del soporte.

La altura de los soportes será de H= 0,50 m

La separación máxima entre soportes, fijada por la disciplina mecánica, es de 7,50 m y el peso del tubo lleno de agua es de 18 kg/m; por lo tanto, el peso del tubo lleno de agua que soporta la estructura es:

$$P = 7,5 \times 18 = 135 \text{ kg}$$

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-28	4 de 4

			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

La fuerza horizontal proveniente del flujo se estima en un 30% de la carga P es decir:

$$V = 0,3 \times 135 = 40,5 \text{ kg pero se diseña con } V = 41 \text{ kg}$$

El volumen de soporte viene dado por la suma del volumen de los dos elementos

$$\text{Elemento enterrado } V = axaxhe = 0,45 \times 0,45 \times 0,20 = 0,0405 \text{ m}^3$$

$$\text{Elemento a la vista } V = (H/3) \times (A1 + A2 + (A1 \times A2)0,50) = (0,5/3) \times (0,45 \times 0,45 + 0,30 \times 0,30 + (0,45 \times 0,30)0,5)$$

$$V \text{ total} = 0,08925 \text{ m}^3$$

Para una densidad del concreto de 2.500 kg/m³ se tiene un peso de P = 223,15 kg

Diseño contra deslizamiento

$$P = 223,15 + 135 = 358,15 \text{ kg}$$

Debido a que no se cuenta con un estudio de suelos se supone material granular con un ángulo de fricción $\Phi = 30^\circ$ por lo que la tangente 30° es 0,57

$$\text{Fuerza Roce} = 0,57 \times 358,15 = 204,15 \text{ kg}$$

$$V/\text{Fuerza roce} = 41/204,15 = 0,20 < 0,70 \text{ (No desliza)}$$

Diseño contra volcamiento

Momento resistente = $P \times X$ donde $X = 0,45/2$ por tener simetría en ambos sentidos

Por lo que:

$$\text{El Momento resistente} = 358,15 \times 0,45/2 = 80,58 \text{ kgm}$$

$$\text{Momento Actuante} = 41 \times Y \text{ donde } Y = 0,5 + 0,2 = 0,70 \text{ m}$$

$$\text{Momento Actuante} = 41 \times 0,7 = 28,70 \text{ kgm}$$

$$\text{Momento Actuante}/(0,9 \times \text{momento resistente}) = 28,70/0,9 \times 80,58 = 0,3957 < 0,7 \text{ (No voltea)}$$

Diseño contra el hundimiento

$$\text{Excentricidad} = (M_{\text{resistente}} - M_{\text{actuante}})/P$$

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-28	5 de 5

			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

Excentricidad = $(80,58-28,70)/358,15 = 0,1448 \text{ m}$

$E = 0,45/2 - 0,1448 = 0,0802 \text{ m}$

Módulo de sección $W = B^3/6 = 45^3/6 = 15.187,50 \text{ cm}^3$

$P/A = 358,17/45 \times 45 = 0,1769 \text{ kg/cm}^2$

$PE/W = 358,17 \times 8,02/15187,50 = 0,189 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo máximo = $0,1769 + 0,189 = 0,3659 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo mínimo = $0,1769 - 0,189 = -0,0121 \text{ kg/cm}^2$ semejante a cero por lo que es despreciable

4.2. SOPORTES METÁLICOS

La carga sobre el soporte para la tubería provisional $\varnothing 3"$ se estimó en el punto anterior

$P = 135 \text{ kg}$

Se utilizará el perfil mínimo UPN 80 con un peso de: $6,08 \text{ kg/m}$ de perfil

Para una longitud de $0,70 \text{ metros}$, el peso UPN 80 = $6,08 \times 0,7 = 4,256 \text{ kg}$

Por tanto, la carga total se estima en 140 kg

Tomando en cuenta las pletinas de apoyo y arandelas, se diseñará con una fuerza puntual de 150 kg

Se supone que el soporte metálico produce sólo una restricción vertical y lateral a la tubería

El incremento de fuerza se asume en 30% por estar el tubo confinado, esto debe ser verificado por **LA CONTRATISTA**.

$P = 140 \times 1,30 = 182 \text{ kg}$ $V = 140 \times 0,3 = 42 \text{ kg}$

Reacciones verticales = $182/2 = 91 \text{ kg}$

Momento flector = $182 \times 0,7/4 = 31,85 \text{ kgm}$

Para un perfil UNP80 el módulo de sección $S_y = 3,18 \text{ cm}^3$ por lo que

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-28	6 de 6

			 RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

Esfuerzo Máximo = $M/S_y = 31,85 \times 100 / 3,18 = 1001,57 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ (No falla)

Chequeo por flecha

Flecha máxima = $L/360 = 70/360 = 0,1944 \text{ cm}$

Flecha actuante = $PL^3/48EI = 182 \times 70^3 / 48 \times 2,1 \times 10^6 \times 7,80 = 0,079 \text{ cm} < 0,1944 \text{ cm}$ (No falla)

Chequeo por corte

$V = 91 \text{ kg}$

Área de alas de perfil = $4,9 \text{ cm}^2$

Esfuerzo de corte = $91/4,9 = 18,57 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo a compresión

$kL/r = 1 \times 70 / 1 = 70 < 100$ (No Falla por pandeo)

Esfuerzo a compresión = $P/A = 42/7,75 = 5,42 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo total = $5,42 + 18,57 + 1001,57 = 1025,56 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ (No Falla)

Diseño de pletina

Se utiliza pletina $2" \times 3/16" = 2,41 \text{ cm}^2$

Perno mínimo $3/8"$ área negativa = $-3/8" \times 3/16" = -0,4536 \text{ cm}^2$

Área de sección débil = $2,41 - 0,4536 = 1,965 \text{ cm}^2$ se toma $1,90 \text{ cm}^2$

Esfuerzo = $91/1,9 = 47,89 \text{ kg/cm}^2$ (No Falla a tracción)

La soldadura será a cordón completo con electrodo E70xx

Diseño perno

Área del perno $3/8" = 0,71 \text{ cm}^2$

Esfuerzo del perno = $91/0,71 = 128,17 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ kg/cm}^2$ (No Falla por corte)

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-28	7 de 7

 CORPOELEC CORPORACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL	 La Electricidad de Caracas	 SENECA Sistema eléctrico del Estado Nueva Esparta, C.A.	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> INELMECA </div> RIF: J-00106267-0 Empresa Certificada ISO 9001:2000
EDC02-1 SOLUCIONES OPERACIONALES SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES PLANTA LUISA CÁCERES DE ARISMENDI			
MEMORIA DE CÁLCULO			

Se colocarán dos pernos para impedir posible giro del soporte en el caso de fuerzas horizontales longitudinales.

5. MEMORIA DE CÁLCULO INSTRUMENTACIÓN

5.1. BASES Y PREMISAS PARA EL DISEÑO

Se realizaron los cálculos necesarios para determinar el porcentaje de ocupación del cableado en conduits, basado en el Código Eléctrico Nacional, el cual especifica un porcentaje máximo de ocupación del 40 %.

Fecha	Preparado por	Revisión	Código del Documento	Página
06/04/09	INELMECA	VF	EDC02-1-D-G-28	8 de 8