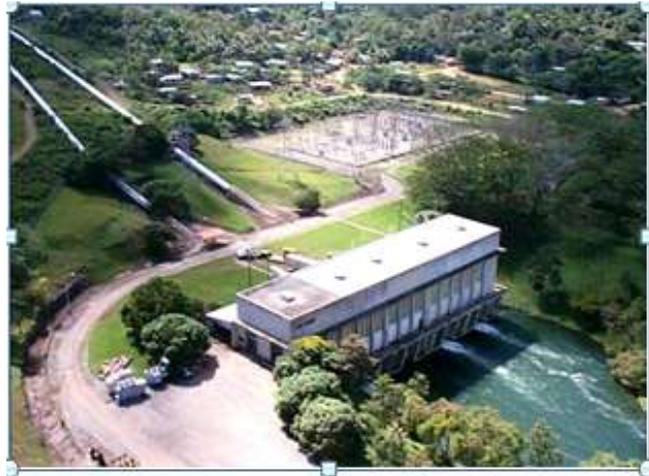


**Proyecto de Rehabilitación y Repotenciación del Complejo Hidroeléctrico Cañaveral – Río Lindo (HO-L1102)
Estudio de Evaluación del Componente de Generación**

Central Hidroeléctrica Cañaveral



Río Lindo Hydroelectric Power Plant



Preparó: Ing. Francisco Daniel Urbano

Fecha: Noviembre/2014

País: Neuquén, REP. ARGENTINA

I. OBJETIVO DE LA CONSULTORIA

De acuerdo a lo establecido en la cláusula II de los Términos de referencia (TDR) el objetivo de esta consultoría es apoyar al Equipo de Proyecto del Banco en evaluar la información disponible para el diseño y presupuesto del proyecto y proporcionar recomendaciones que permitan al equipo del proyecto realizar mejoras en la preparación del documento de préstamo.

II. DOCUMENTACIÓN INTERCAMBIADA

- a) Según mail del 01/10/2014 se recibió el Contrato firmado por David Ian Walker, Representante del BID en Honduras y los Términos de Referencia (TDR). Documentos que fueron firmados y devuelto el mismo día por el suscripto.
- b) Según mail del 03/10/2014 se remitieron al BID los siguientes archivos, a fin de que ENEE tomase conocimiento y preparase, si fuere el caso, la documentación correspondiente para su análisis durante la primera visita prevista a las dos semanas de contrato:
- Check list TURBINA FRANCIS.docx
 - Complejo Hidroeléctrico Cañaverál – Río Lindo Programa de Trabajo.docx
 - Formulario de Inspección y Check list del Generador.docx
 - Generador - Tablas, Gráficos y Criterios de puntuación Estado.docx
 - Información sobre Cañaverál-Río Lindo para desarrollo Actividades (Autoguardado).docx
 - Turbinas - Tablas, Gráficos y Criterios de puntuación Estado.docx
 - Turbina Pelton Formularios Inspección +Check List.docx
- c).Según mail del 07/10/2014 se remitió al BID lo siguiente:
- Implementación del Plan de Trabajo.docx y
 - Complejo Hidroeléctrico Cañaverál – Río Lindo Programa de Trabajo.docx (ajustado al Plan de Trabajo)
- d) Según mail del 10/10/2014 se recibe del BID la siguiente información:
- Informe Final TPC CA RL NI.pdf (Taiwan Power Company Abril/2011- 69 hojas)
 - RioLindoReport. Voith Siemens.pdf (Life Time Estimation of the Pelton Runner Río Lindo – Informe de 10 hojas preparado en enero/2002)
 - Siemens Gen Inspection_Río Lindo Report-24 06 2006.pdf (Inspección visual de los generadores -19 hojas).
- e) Minuta_de_discussion_(MD)_de_JICA_ Confidencial-1.pdf - Octubre 9 de 2014

III IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO: Primera misión a Honduras

Según lo establecido en la cláusula IV, Informes entregables, del contrato de Consultoría se dio cumplimiento, entre los días 13 y 17 de Octubre a lo requerido en la Etapa I, **Fase I (Duración dos semanas desde la firma del Contrato)** establecida en el Plan de Trabajo:

1) **Primera misión a Honduras** realizando las siguientes actividades:

a) **13/10/2014: Reunión en las oficinas de ENEE en Tegucigalpa** con la presencia de:

Ing. Carlos Jacome	Representante sectorial BID
Ing. René Madrid	ENEE Departamento Ingeniería
Ing. Oscar ALVAREZ	UCP-BID- ENEE
Ing. José H: Moncada	ENEE D. O.
Gina Ixel Hernandez	ENEE, Dpto. Estudios de Recursos
Manuel Conde	ENEE, Dpto. Estudio de Recursos

El personal de ENEE (Empresa Nacional de Energía Eléctrica) dio una detallada información respecto a las actividades que desarrolla como Institución prestadora de Servicios Públicos, teniendo responsabilidades en la Generación, Transmisión, Distribución y Venta de Energía Eléctrica.

En especial el rol vital de las Centrales Hidroeléctricas, en Cascada, que componen el Complejo Cañaveral - Río Lindo.

La Central Hidroeléctrica Cañaveral, tiene una capacidad Instalada de 29.000 Kw, impulsadas por 2 turbinas tipo Francis y los respectivos Generadores Sincrónicos. Cada Unidad Hidrogeneradora está conectada, vía un transformador elevador, a la Subestación Piedras Azules de 138 kV que integra el Sistema Interconectado Nacional.

La Central Hidroeléctrica de Río Lindo tiene una Capacidad Instalada de 80.000 Kw, compuesta por 4 Unidades impulsadas por turbinas tipo Pelton, y conectada, vía transformador-elevador a las Subestaciones El Progreso y Villanueva de 138 kV, perteneciente al Sistema Interconectado Nacional.

Ambas Centrales Hidroeléctricas están interconectadas mediante una línea de 138 kV y 151.8 MVA de capacidad.

Del total de la demanda de energía del Sistema Interconectado Nacional el 62%, aproximadamente, corresponde a la generación del parque térmico, mayoritariamente en manos privadas, y altamente dependiente del petróleo importado.

Por ello, siendo el Complejo Cañaveral – Río Lindo alimentado desde el embalse anual del lago Yojoa, cumple un rol fundamental a fin de bajar los costos del KWH.

Destacaron que el incremento de mayor capacidad de generación, una vez realizada la Rehabilitación/Repotenciación (por mejoras en la potencia y la eficiencia de las turbinas), se ubicará en la punta del Sistema a fin de bajar los altos costos que se pagan por la generación térmica.

ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL “PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO CAÑAVERAL – RÍO LINDO (HO-L1102)” ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL

Los técnicos de ENEE destacaron que, la cuenca hidrológica del lago Yojoa no sólo es la mayor del país sino que también tiene relevancia en el desarrollo turístico y actividades tales como hotelería, ganadería, agricultura, etc, además de su rol de embalse anual para la generación del 23,5% de energía Hidroeléctrica de ENEE.

Expusieron los estudios y medidas tomadas por ENEE, desde el punto de vista del medio ambiente, a fin de preservar la calidad de las aguas del lago y su entorno dado que se encuentra en un parque de gran belleza y potencial turístico.

Entre las acciones a llevar a cabo se encuentran:

- El retiro de capacitores con PCB de la Subestación de Cañaverál y entregarlos a una empresa Internacional para su retiro (Programa PROMES),
 - También se ha detectado la presencia de PCB en los bobinados de los Generadores de Río Lindo por lo que se deberá proceder a su erradicación, una vez Rehabilitados, siguiendo el mismo procedimiento (programa PROMES)
 - El control y monitoreo constante de la calidad del agua del lago Yojoa
 - El seguimiento de la influencia de la actividad minera y su potencial contaminación a las aguas del lago.
- b) **Viaje y estadía en el complejo Cañaverál – Río Lindo** (distante 180 km de la Ciudad de Tegucigalpa): Desde el 14 al 17 de Octubre permanecí en el complejo realizando las tareas objeto de la Contratación en las oficinas y Plantas Hidroeléctricas del Complejo
- b.1) Reuniones con el personal de Operación y Mantenimiento
Ing. Douglas Morales,
Ing. David Velásquez
Ing. Arnaldo Meléndez
- b.2) **Recopilación de datos y parámetros de cada Central Hidroeléctrica**
Además de la documentación mencionada en el punto II, en el se detalla la información recibida en la visita al Complejo Cañaverál – Río Lindo, compuesta por:

- ✓ **Anexo I** : “Información sobre las Centrales Hidroeléctricas Cañaverál y Río Lindo”, con datos históricos y características técnicas del equipamiento Hidroelectromecánico
- ✓ **Anexo II**: BITACORA DE LAS UNIDADES , CAÑAVERAL RÍO LINDO, CRL RLN.xls (Informe de operación y mantenimiento de las Unidades de Cañaverál y Río Lindo indicando carga, salida de unidades por fallas y su tipo, horas de funcionamiento etc) .
- ✓ **Anexo III**: Informes, planos y fotos suministradas por ENEE

IV) EVALUACIÓN DEL CONCEPTO DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL COMPLEJO CAÑAVERAL – RÍO LINDO

En función de la información disponible, mencionada en los apartados I y II, la visita y recorrida de las instalaciones, especialmente de ambas Centrales Hidroeléctricas, las reuniones mantenidas con el personal de Operación y Mantenimiento del complejo, se realiza la siguiente evaluación y diagnóstico del alcance requerido para la Rehabilitación/Reparación de cada Equipamiento:

A tal fin se analizarán en primer lugar los aspectos técnicos y programáticos de los equipos objeto de la rehabilitación y luego el análisis de viabilidad económica contrastando la extensión de la vida útil, la eficiencia de los equipos a ser instalados, el desempeño y producción de energía y potencia y los costos estimados de operación y mantenimiento en el periodo considerado.

A) ASPECTOS TÉCNICOS Y PROGRAMÁTICOS

A.1) ASPECTOS TÉCNICOS

1.- ANTECEDENTES OPERATIVOS DE LAS CENTRALES CAÑAVERAL Y RÍO LINDO

Según los antecedentes mencionados en los TDR en el apartado III. Actividades Principales, Inciso el Complejo Hidroeléctrico Cañaverál –Río Lindo, junto con la Central Hidroeléctrica Morazán, son la columna vertebral del Sistema de Generación de ENEE.

- ✓ **La Central Hidroeléctrica Cañaverál** comenzó su Operación Comercial en marzo de 1964, con dos Unidades de 15,2 MVA.

En 1972 fue llevado a cabo un Mantenimiento Mayor Parcial en la Unidad N° 1.

En 1993 fue posible llevar a cabo un Mantenimiento Mayor de los dos Generadores.

- ✓ **La Central Hidroeléctrica Río Lindo** en mayo de 1971 comenzó la Operación Comercial de la primera etapa (2 Unidades de 21,5 MVA) y en abril de 1978 entró en Operación Comercial la segunda etapa (2 Unidades de igual potencia que la primera etapa).

En 1993 fue posible llevar a cabo un mantenimiento mayor de los 4 generadores.

- ✓ **Nota 1:** Hasta la entrada en operación de la Central Hidroeléctrica F. Morazán, ENEE se enfrentó a un período crítico de la capacidad de generación, tanto en lo que se refiere a la potencia como a la energía.

Esto hizo imposible mantener las unidades generadoras al Cañaverál y Río Lindo fuera de servicio con el fin de llevar a cabo el mantenimiento mayor de ellos.

- ✓ **Nota 2:** El mantenimiento mayor de 1993 conservó la tecnología original del equipamiento (Cañaverál año 1962 y Río Lindo año 1993), tales como turbinas, gobernadores, generadores de Río Lindo, así como el equipamiento de Control y otros equipamientos de Servicios Auxiliares.

ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL “PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO CAÑAVERAL – RÍO LINDO (HO-L1102)” ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL

La capacidad del Complejo Cañaveral – Río Lindo, luego del mantenimiento mayor de 1993 quedó en 114,6 MVA.

2.- NECESIDAD DE REHABILITACIÓN/EXPANSIÓN DEL PROYECTO CAÑAVERAL – RÍO LINDO. REVISIÓN, EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE CADA EQUIPAMIENTO

2.1- Central Hidroeléctrica Cañaveral:

Algunos componentes del equipamiento han estado en operación desde hace 49 años y otros por 20 años desde el último Mantenimiento Mayor (año 1993).

Esto ha ocasionado los siguientes efectos negativos:

- ✓ Obsolescencia del Equipamiento principal (turbinas, reguladores, etc.)
- ✓ Pérdidas de eficiencia
- ✓ Indisponibilidad de la Central por incremento de fallas debido al desgaste experimentado por el Equipamiento principal. Tendencia creciente de mantenimiento correctivo.
- ✓ Dificultades creciente para la compra de repuestos vitales para el mantenimiento del equipamiento principal, sea en Honduras o el exterior, lo que repercutirá, en un futuro cercano, en el aumento en los tiempos de parada de Unidades.

Para una mejor comprensión de la necesidad de Rehabilitación de la Central Cañaveral basten los siguientes datos Históricos:

- ✓ **Horas de funcionamiento de las Unidades** desde marzo de 1964 hasta el 31 de diciembre de 2013:
 - **Unidad 1= 376.500 horas**
 - **Unidad 2 = 361.746 horas**
 - **Energía Generada por la Central = 7.985 GWH (Marzo 1964 al año 2013)**

2.2.- Central Hidroeléctrica Río Lindo:

Después de 20 años de operación desde el último Mantenimiento mayor (año 1993), y 42 años de funcionamiento continuo, el equipamiento de la Central de Río Lindo está teniendo más fallas e interrupciones por el uso y desgastes de su partes y el complejo hidroeléctrico está continuamente perdiendo eficiencia y disponibilidad por fallas.

De acuerdo a las estadísticas entre junio del 2007 a junio del 2010 las avería fueron un 10% en las turbinas y 43% en el generador y sus equipos auxiliares. Ello representó una indisponibilidad del 29% y 40% respectivamente del tiempo total de paradas de las Unidades.

Básicamente, la experiencia de los distintos fabricantes señala que, la vida útil de trabajo de un rodete Pelton, bajo condiciones normales de operación, es de 30 a 40 años en promedio.

En caso de excesivo uso y desgaste aparecen fracturas por fatiga de las cucharas o cangilones lo que indica que el fin de la vida útil se ha alcanzado.

Para una mejor comprensión de la necesidad de Rehabilitación de la Central Cañaverall basten los siguientes datos Históricos:

- **Horas de funcionamiento de las Unidades:**
 - ✓ **Unidad 1= 315.485 horas**
 - ✓ **Unidad 2= 290.489 horas**
 - ✓ **Unidad 3= 250.098 horas**
 - ✓ **Unidad 4= 251.825 horas**
- **Energía Generada por la Central desde su puesta en servicio= 19.238 GWH**
- **85% de Disponibilidad en los 42 años**

2.3.- Instalaciones Civiles de las Centrales Cañaverall y Río Lindo

El **Anexo IV** grafica el **circuito hidráulico completo** del Complejo Cañaverall – Río Lindo.

Las Instalaciones civiles están, en general bien mantenidas siguiendo los procedimientos del MECEP

Debido a la falta de presupuesto, sin embargo, algunos trabajos de mantenimiento no están realizándose, a pesar de resultado negativo de la inspección periódica.

Según el Plan de ENEE los ítems que merecen una reparación/reemplazo serían los siguientes:

- ✓ Equipos eléctricos para compuertas hidráulicas están casi agotadas y algunos de ellos están fuera de servicios. ENEE planea reemplazar los equipos eléctricos, que se ha validado para mantener el funcionamiento normal y de emergencia de las instalaciones civiles
- ✓ Pintura de las tuberías forzadas se han pelado en alrededor del 20 a 30% de la longitud total y se ha observado corrosión.

Aunque la ENEE tiene un programa de mantenimiento periódico para la revisión de pérdidas de agua y de apriete de los tornillos de las juntas de dilatación, debería realizarse una cuantificación del deterioro de la pintura y la corrosión.

- ✓ Las rejas de entrada tanto de Cañaverall como de Río Lindo no tienen rastrillo limpiarejas. La limpieza de la basura de las rejas se hace una vez cada tres meses en forma manual por buzos.

Este procedimiento de mantenimiento causa el deterioro de la capacidad de generación en ambas plantas hidroeléctricas dado que la basura causa pérdidas de carga hidráulica.

Es imprescindible la instalación de un rastrillo (pórtico) limpiarejas para realizar limpiezas frecuentes y mantener de esta manera la carga hidráulica efectiva de diseño.

Mediciones realizadas indican una pérdida efectiva de carga hidráulica de 3% lo que significa aproximadamente U\$S 100.000 solo en la central de Río Lindo. Esto se evitaría si se cuenta con un limpiarejas y se efectúa la limpieza cotidianamente

- ✓ Válvulas de la tubería forzada de la Central Río Lindo: Deben repararse las pérdidas detectadas durante el desagote de la tubería.
- ✓ El equipo de monitoreo de la Presa está fuera de servicio. Es recomendable la instalación de un sistema de monitoreo manual e inspección y evaluación periódica de la estabilidad de la Presa.

Conclusiones de lo señalado en 2.1 a 2.3:

Considerando para la evaluación del estado de las Equipamientos de las Centrales Cañaverál y Río Lindo:

- ✓ La Condición física
- ✓ La Edad (antigüedad)
- ✓ El Nivel de las tecnologías instaladas
- ✓ Las Restricciones de Operación
- ✓ Los requerimientos de Mantenimiento.

Y teniendo en cuenta:

- ✓ Registros históricos de operación y mantenimiento,
- ✓ Planos de diseño originales,
- ✓ Informes de estudio de factibilidad de rehabilitación anteriores,
- ✓ Entrevistas con personal de la planta Hidroeléctrica

Se observa que hay un importante nivel de relación y cierta relevancia entre, la edad del equipamiento y el estado físico, las necesidades creciente de mantenimiento y/ o algunas restricciones operativas que hacen aconsejable y necesario la Rehabilitación/expansión de las Centrales Cañaverál y Río Lindo.

3.-DESARROLLO DE LA REHABILITACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE GENERACIÓN

3.1.- Consideraciones Generales:

De acuerdo al resultado del diagnóstico de ENEE y la empresa Taiwan Power Company con el proyecto de Rehabilitación/Expansión a realizar en los principales equipamientos de generación de las Centrales Hidroeléctricas de Cañaverál y Río Lindo.se conseguirá:

ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL “PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO CAÑAVERAL – RÍO LINDO (HO-L1102)” ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL

- ✓ **La mejora del rendimiento:** La adopción de las modernas y avanzadas tecnologías se traducirán en mejoras en el rendimiento de la mayoría de los equipos de generación de Cañaveral y Río Lindo.
- ✓ **Mejoras en el Caudal de diseño,** para las mismas dimensiones .
- ✓ **Obtención de repuestos del equipamiento de generación:** Componentes, materiales y asistencia técnica para la rehabilitación de turbinas, generadores y sus auxiliares, hoy difíciles de obtener, tanto en Honduras como en el exterior.

3.1.1 – Mejoras del Rendimiento y caudal

a) Central Hidroeléctrica Cañaveral

Según la propuesta de JICA (Final Report –pag. 30 -2012) las Unidades Hidrogeneradoras tendrán estas mejoras y limitaciones:

N°	Ítem	Existente	Rehabilitada	Observaciones
1	N° Unidades	2	2	
1	Potencia cada Turbina (Kw)	14.700	16.500	Limitada por el Generador a 16.100 Kw. Total 2 x 16.100= 32,2 MW
2	Caudal (m ³ /seg)	11,5	12,1	Q total = 24,2 (m ³ /seg)
3	Rendimiento		+ 2%	Aprox. 2% más que diseño original
4	Salto efectivo (m)	145		
5	Velocidad (r.p.m.)	514		7 pares de polos
6	Potencia Máx. Generador	17.000 (kVA)	17.000 (kVA)	Aislación Clase B. Limita por temperatura la potencia de la turbina Nota: En el periodo de Ingeniería estudiar la posibilidad de generar 500 kW adicionales de la turbina mejorando el cantidad y diseño de los enfriadores del sistema de enfriamiento Generador compatibles con temperatura bobinados clase B
		14.500 kW	16.100 kW	
7	Potencia Total 2 Generadores	34.000 kVA	34.000 kVA	
		29.000 kW	32,2000 kW	
8	Factor potencia	0,95	0,95	

Notas:

- ✓ La turbina, con el nuevo diseño, incrementará su rendimiento en 2% y su caudal en 5,2% aproximadamente.

ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL “PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO CAÑAVERAL – RÍO LINDO (HO-L1102)” ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL

✓ Los generadores, que ya fueron rehabilitados en 1993 conservando su diseño original (bobinados aislación clase B), limitan su potencia máxima a 16.100 Kw, aunque la nueva turbina puede erogar hasta 16.500 kW.

Se sugiere estudiar la posibilidad de rediseñar el sistema de enfriamiento de los Generadores (agregando un enfriador, nuevos materiales, disposición vertical de los enfriadores, etc.) de tal manera de poder generar esos 400 kw de diferencia sin sobrepasar la temperatura de funcionamiento actual de los bobinados clase B)

b) Central Hidroeléctrica Río Lindo

Con dos Unidades generando en la Central Cañaverál el salto actual de Río Lindo es 385 m y un caudal de $4 \times 6,75 \text{ m}^3/\text{seg} = 27 \text{ m}^3/\text{seg}$ y una potencia de 80.000 kW

Luego de la Rehabilitación el caudal se incrementa a $Q=4 \times 7,3 \text{ m}^3/\text{seg}= 29,2 \text{ m}^3/\text{seg}$ y la Potencia = $4 \times 24.400 \text{ kw}= 97.600 \text{ kW}$.

Nota: Cuando esté funcionando 3ra Unidad de Cañaverál el salto de Río Lindo H= 405 m

N°	Ítem	Existente	Rehabilitada	Observaciones
1	N° Unidades	4	4	
1	Potencia cada Turbina (Kw)	24.420	26.370	Total $4 \times 26.370= 105.480 \text{ kW}$
2	Caudal (m^3/seg)	6,75	7,3	Q total = $29,2 \text{ (m}^3/\text{seg)}$. $\Delta Q=8,15 \%$
3	Rendimiento		+ 2%	Aprox. 2% más que diseño original
4	Salto efectivo (m)		405	
5	Velocidad (r.p.m.)		450	
6	Potencia Máx. Generador	24.210 (kVA)	27.200 (kVA)	Especificar aislación de bobinados Clase F
		23.000 kW	25.800 kW	Nota: El salto actual de Río Lindo es 385 m y luego de la Rehabilitación ($4 \times 7,3 \text{ m}^3/\text{seg}= 29,2 \text{ m}^3/\text{seg}$) potencia = $4 \times 24.400 \text{ kw}= 97.600 \text{ kW}$. Cuando esté la 3ra Unidad de Cañaverál el salto de Río Lindo H= 405 m
7	Potencia Total 4 Generadores	96.840 kVA	108.880 kVA	
		92.000 kW	103.200 kW	
8	Factor potencia	0,95	0,95	

NOTA: Si al incorporar la tercera Unidad en Cañaverál el salto de Río Lindo H= 405 m, y la **potencia de la turbina es 26.370 kW** el nuevo generador debe ser diseñado para esa condición y la potencia del mismo debería ser = (Pot. Turbina x rendimiento generador/cosφ) = $(26370 \times 0,98)/0,95 = \text{Potencia Generador } 27200$

KVA/ 25842 Kw El rendimiento mínimo aceptable de un generador moderno debería ser no menor a 0,98

3.2.- Adquisiciones a ser financiadas por JICA para la Rehabilitación

3.2.1.- Central Hidroeléctrica Cañaverál

a) Adquisición del Equipamiento principal; b) Otros Equipamientos; (c) Instalaciones Civiles, d) Trabajos de Instalación (pág. 32 y 33)

Ni en el “Final Report” del archivo “Survey and Study on Hydropower Strengthening Project, the Republic of Honduras” de 2012, punto 5.4.2, pag 32 y 33 ni en la “Minuta_de_discussion_(MD)_de_JICA_ Confidencial-1”, Table 2-1-1b, **se menciona la inclusión de repuestos de cada equipamiento electromecánico a rehabilitar. Solamente se mencionan repuestos en las Subestaciones e Instalaciones civiles de las mismas.**

Nota 1: Se recomienda fuertemente incluir en las Especificaciones Técnicas a elaborar por el Consultor el suministro de repuestos de cada equipamiento a rehabilitar/repotenciar, por lo menos para un periodo igual o mayor de 5 años, a contar desde la finalización del periodo de garantía de los equipos, (ya que durante el periodo de garantía todo repuestos que se ocupe debe ser restituido por el Contratista.

Nota 2: No se encontró entre el itemizados la ejecución de los ensayos de verificación de las garantías de rendimiento y potencia. Esto se considera importante se incluya en las Especificaciones técnicas ya que no hay ensayo sobre modelo especificado (tampoco se justifica por su costo para máquinas de esta potencia).

Se sugiere incluir en las Especificaciones Técnicas, que dentro de la etapa de ingeniería se presente el estudio mediante “Computational Fluid Dynamics” (CFD).

Dicha técnica de estudio mediante “Dinámica de Fluidos Computacional (CFD)” facilitará conocer un examen detallado de las características de flujo de fluidos y optimización del diseño de rodete y demás partes de la turbina que interactúan con el paso del agua, desde la entrada a la cámara espiral hasta la salida en el tubo de aspiración.

La técnica CFD ha mejorado sustancialmente en los últimos años y, en muchos casos, puede ser usada en el lugar de la prueba de modelo hidráulico física. La inversión requerida para las pruebas físicas a menudo no es justificada para unidades de capacidad inferior a 50 MW, a menos que sea un número considerable de unidades.

b) Se asume que el ítem 7) “Protection System (Generating Unit) – Digital protection System (1 lot)” Significa que el lote está compuesto de las protecciones para las dos Unidades.

c) Análisis de los Costos Estimados de Rehabilitación/Expansión Tabla 5.5-1 (pág. 37)

ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL “PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO CAÑAVERAL – RÍO LINDO (HO-L1102)” ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL

Ver Anexo V del informe el análisis de los costos de Rehabilitación y su comparación con fuentes de Información como el EPRI (Electric Power Research Institute. <http://www.epri.com>), Presupuesto de Centrales en Proyecto (“San Miguel” en Chile y “Chaguinola II” en Panamá). (Ver tabla completa en Anexo V)

Costos Estimados del Proyecto de Rehabilitación-Expansión30-11.xlsx Central Cañaverál ANEXO V

PRECIOS AÑO 2000 (SEGÚN EPRI "Electric Power Research Institute"). ACTUALIZADOS CONSIDERANDO UNA INDEXACIÓN EN US\$ DEL 7,5% ANUAL (http://www.epri.com)		Coef. EPRI>	2,7524	SEGÚN JICA	OFERTA VOITH S. MIGUEL	Costo CHAN II	C/ Unidad Cañaverál	2 Unidades Cañaverál
CAÑAVERAL (CA)		Precio Unit. Coef. Suministro	Precio Unit. Cant. Total	Total	Total	US\$/KW	US\$	US\$
		US\$	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$	US\$
1	REHABILITACIÓN EQUIPAMIENTO PPAL							
1.1	Turbina (Sin piezas Empotradas >0,7)	1.800.000	0,6	3.567.110	2	7.134.221	7.053.247	(+)
1.2	Regulador de Velocidad (gobernadores)	250.000	1,25	860.125	2	1.720.250	3.762.338	(+)
1.1+1.2	Supervisor Instalación Turbina (1x 180 días)	1.000	180	495.432	2	990.864		
1.3	Generador (parcial 35%cojinete empuje)	1.750.000	0,25	1.204.175	2	2.408.350	3.461.039	(+)
1.4	Excitación y AVR	230.000	1,5	949.578	2	1.899.156	2.106.494	(+)
1.3+1.4	Supervisor Montaje G+Exct+AVR (1x 180 días)	1.000	180	495.432	2	990.864		35% Mont+ensayo
1.5	Sistema de control	1.158.300	1,2	3.825.726	1	3.825.726	7.253.247	
1.6	Sistema de Protección (Generador). Incluido en 1.5?				2			
1.7	Reparación Válvula Entrada (nueva US\$	350.000	0,35	337.169	2	674.338	1.323.377	(+)
1.8	Servicio de Soporte Técnico				2		2.002.597	
				Subtotales US\$=		19.643.769	26.962.339	9.189.067
						37,3%	193,4%	
Potencia Central Cañaverál (Kw) =		33000		US\$/KW =	595	817	278	
							6.716.976	13.433.953
							100,70%	407

Comentarios del análisis de los valores del Anexo V:

1) El análisis se realizó solo sobre el Equipamiento principal de las Central (Turbina +Regulador de Velocidad (gobernadores) +Generador +Sistema de Excitación + AVR + Sistema de Control, ante la imposibilidad de conseguir datos de equipamientos parciales (ítems 2 y 3 de la Tabla 5.5- 1).

2) Se tomaron precios del EPRI, para los distintos equipamientos, y se actualizaron considerando un escalamiento anual en dólares del 7,5% (otras fuentes mencionadas por EPRI consideran razonable el 3% anual). Estos precios incluyen los valores de montaje y puesta en servicio.

Se incluyó el sistema de control solo para la comparativa con la Central CHAN II, como precios de referencia, (que también pareciera incluye el sistema de protecciones de los generadores en caso de JICA).

3) El Presupuesto estimativo de Voith para la Central San Miguel en la Rep. De Chile, para dos hidrogeneradores nuevos completos está compuesto por: Turbinas y Sistema de Gobernadores, Generadores y Sistemas de Excitadores y Reguladores de Tensión (AVR) y las respectivas Válvulas de Entrada. También incluyen el comisionado y puesta en servicio

Se ajustó su precio CIF agregando un 35% por montaje, ensayo y puesta en servicio y se multiplicó por la relación entre sus potencias en KW (16.500/26.500).

La diferencia es aún mayor considerando que en Cañaverál:

- a) Los generadores en sí no se cambian sino que incluye nuevo el equipamiento: Cojinete de empuje y sello de vapores de aceite, Excitación y AVR, Sistema de Control y Protecciones del Generador.
- b) La reparación requerida de las dos válvulas de entrada es solo de los sellos (se estima un 25% de una válvula de entrada nueva).

- 4) A menos que JICA asuma el montaje, Supervisión y Puesta en Servicio de las Unidades, no se entienden los conceptos “Servicio de soporte Técnico” 1.8 de JICA y luego incluir el Ítem 4.1a y 4.1.b

La suma de estos conceptos para las Centrales Cañaveral y Río Lindo (incluyendo el ítem 4.1.c) asciende a U\$S 32.215.717, equivalente al costo de reemplazo de dos nuevas turbinas de Cañaveral y las 4 turbinas de Río Lindo.

3.2.2.- Central Hidroeléctrica Río Lindo

a) Adquisición del Equipamiento principal; b) Otros Equipamientos; (c) Instalaciones Civiles, d) Trabajos de Instalación

- 1) Tema Repuestos: Ídem Nota 1 de Cañaveral
- 2) Pag.34, Ítem 8) “Technical Support Service” se refiere al personal del contratista para la supervisión técnica de montaje y puesta en servicio de las Unidades?. No está ya en los montos cotizados de los Equipamientos o en los ítems 4.1.a y 4.1.b de la tabla 5.5-1, pag. 37 ¿?
- 3) 35 (b); “Adquisición de otros equipamientos” Item13) Se recomienda incluir, para la tubería que alimenta el sistema de agua de enfriamiento de cada generador, un medidor de caudal en lugar de un fluxómetro que solo indica el paso del fluido. Ello facilita la calibración del sistema de enfriamiento y permite, si hay indicación de temperaturas en la Sala de Control, saber el estado del sistema respecto a suciedad o avance de incrustaciones en las tuberías.
- 4) Pag. 35 (b); “Adquisición de otros equipamientos” Item14). Se recomienda incluir un doble filtro autolimpiante que automáticamente indica colmatación y cambia al otro filtro.
- 5) ítem 17) se supone que se trata de un sistema de extinción de incendio pero implementado para asistir a cada uno de los transformadores elevadores. Actualmente en la visita se comprobó que ningún transformador elevador tiene sistema de protección contra incendio en la Central de Río Lindo.

b) Análisis de los Costos Estimados de Rehabilitación/Expansión Tabla 5.5-1 (pág. 37)

Ver Anexo V del informe el análisis de los costos de Rehabilitación y su comparación con fuentes de Información como el EPRI (Electric Power Research Institute. <http://www.epri.com>),

ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL “PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO CAÑAVERAL – RÍO LINDO (HO-L1102)” ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL

PRECIOS AÑO 2000 (SEGÚN EPRI "Electric Power Research Institute"). ACTUALIZADOS CONSIDERANDO UNA INDEXACIÓN EN U\$S DEL 7,5% ANUAL (http://www.epri.com)				Coef EPRI>		2,7524	
CENTRAL RÍO LINDO (CRL)		Precio Unit. Año 2000	Coef.	Precio Unit. Año 2014	Cant.	Total EPRI	Total JICA
		U\$S		U\$S	Unid.	U\$S	U\$S
1	REHABILITACIÓN EQUIPAMIENTO PPAL						
1.1	Turbina (Sin piezas Empotradas >0,7).	1.300.000	1,2	4.293.744	4	17.174.976	23.206.494
1.2	Regulador de Velocidad (gobernadores)	401.515	1,25	1.381.413	4	5.525.652	6.590.922
1.1+1.2	Supervisar Instalación Turbina (1x 180 días)	1.000	180	495.432	4	1.981.728	
1.3	Generador	1.000.000	1,2	3.302.880	4	13.211.520	11.649.104
1.4	Excitación y AVR	230.000	1,5	949.578	4	3.798.312	3.554.623
1.3+1.4	Supervisar Montaje G+Exct+AVR (1x 180 días)	1.000	180	495.432	4	1.981.728	
1.5	Sistema de control (con Ítem 1.6)	1.158.300	1,61	5.132.849	1	5.132.849	7.760.974
1.6	Sistema de Protección (Generador). Incluido en 1.5?				4		
1.7	Reparación Válvula Entrada	1.000.000	0,25	688.100	4	2.752.400	2.832.026
1.8	Servicio de Soporte Técnico				4		5.363.896
				Subtotales U\$S=		51.559.164	60.958.039
						18,2%	
Potencia Central Rio Lindo (Kw) =		103200		U\$S/KW =		500	591

Nota 1: Se tomaron precios del EPRI, para los distintos equipamientos, y se actualizaron considerando un escalamiento anual en dólares del 7,5%. Estos precios incluyen los valores de montaje y puesta en servicio.)

Nota 2: Para la comparación de Supervisión en el Sitio se consideraron los ítem 1.1.1 y 1.3.1 equivalentes al 1.8 de JICA, Servicio de soporte Técnico. Se estima que el ítem 1.8 ya está incluido en el ítem 4.1a "Installation & commissioning Rehabilitation main equipment" y no debería computarse

Nota 3: Los valores 4.1.a y 4.1.b sumados (U\$S 16.772.696) representan el 27,51 % del ítem 1 "Rehabilitation of main Equipment" o el 18,39 % del total de U\$S Correspondiente a Río Lindo. Aparentaría una doble imputación de partidas (en la cotización de cada ítem individual y luego considerar los ítems 4.1.a y 4.1.b), a menos que haya una explicación al respecto

CENTRAL RIO LINDO	JICA	EPRI
COSTO KW INSTALADO (u\$ / kw) =	591	486

A.2) ASPECTO PROGRAMÁTICO

Se analiza el punto 5.6 "Project Implementation Plan" del documento I "Final Report" del archivo "Survey and Study on Hydropower Strengthening Project, the Republic of Honduras" de 2012, páginas 39 a 42 y su actualización del programa general de trabajos a realizar en el archivo, punto 1.7 página 162 del pdf "Minuta_de_discussion_(MD)_de_JICA_Confidencial-1" de Octubre 2014.

1.1.- Plan general de Implementación ("Overall Implementation Plan") pág. 39 a 42

a) Se concuerda con las "Fases" y "Etapas" en que se ha dividido el programa de trabajo.

No obstante se agregan algunos comentarios y sugerencia que pueden mejorar los plazos totales establecidos en el Plan.

a.1) En el 4to párrafo de la pág. 40 se incluye como premisa que “...teniendo en cuenta el incremento de la demanda de la carga en el país no es posible tener tres unidades en rehabilitación al mismo tiempo (una en la Central Cañaverál y dos en la Central Río Lindo”

Comentario: Se propone, alternativamente, la parada de una Unidad en Cañaverál y al mismo tiempo otra en Río Lindo (ver programa alternativo – Anexo VI), a fin minimizar el impacto sobre la disponibilidad de potencia a garantizar al Sistema Eléctrico Nacional, y teniendo en cuenta lo siguiente:

- ✓ El Programa alternativo reduciría en 14 meses el plazo de Rehabilitación, evitando postergar la no provisión de energía a un periodo más crítico, por el crecimiento de la demanda (5,5% promedio x año si no se incorporan fuentes de energía sustitutas de igual potencia o insuficientes para cubrir ese crecimiento.
- ✓ El acortar el programa que se propone en 14 meses, permite sincronizar los programas de la rehabilitación de las Centrales (financiación JICA) con el correspondiente programa de las Subestaciones y Sistema de Transmisión (financiación BID), evitando problemas de coordinación y llegada a destiempo de ambas rehabilitaciones.
- ✓ También permitiría minimizar los días de parada para reparación de las válvulas de entrada de ambas Centrales de 60 días (20 días en Cañaverál) y 40 días (en Río Lindo) a 20 días, según se explica más adelante.
- ✓ Se sugiere hacer un tendido nuevo de todos los cables de conexión de la Unidad en Rehabilitación por conductos o bandejas nuevas sin interferir con la Unidad en Operación a fin de evitar errores humanos durante el reemplazo de los sistemas de protección y control, cuando la unidad adyacente está en operación.

Es una de las medidas que deben señalarse en las Especificaciones técnicas por el contrato de Consultoría

a.2) Programa de trabajo de Rehabilitación/Repotenciación de Unidades

- ✓ El programa mencionado ítem 1.7, con la modificación sugerida, se agrega como Anexo VI.

El anexo muestra que el desarrollo del Proyecto se desarrollará, aproximadamente, en 14 meses menos que el propuesto en la Minuta del 9 de octubre de 2014.

Esto representa, más allá de lo señalado en el Comentario del punto anterior:

- **Una reducción de costos** entre otros por Servicios de Consultoría (menos meses hombre, pasajes, viáticos, alojamiento, etc.) y estructura específica en Obra del (o los) Contratista(s) Electromecánicos y de Instalaciones Civiles.
- **Provisión de 14.400 Kw adicionales por repotenciación (diferencia de potencia instalada antes y después de la Rehabilitación):**

Lo que representa en 14 meses (8760 hs+1440 hs= 10200 hs x 0,98 =9996 hs) de funcionamiento. La Energía adicional producida es de 143.942.400 KWH, equivalente a U\$S 21.879.244.

a.3) Plan para minimizar la cantidad de paradas y desagote de tuberías y túneles (circuito de aducción).

El archivo “**JICA Final Report (Hydropower Strengthening Project)**”).pdf en su pág. 40 y sub-siguientes propone un plan para minimizar las interrupciones de la(s) unidad (es) generadora(s) y evitar el error humano durante la sustitución de los sistemas de control y protección, una por una, bajo la operación de otra unidad generadora contigua.

El mismo consiste en lo siguiente:

- 1) Interrupción total de la generación en las Centrales Cañaverál y Río Lindo para el desmontaje e instalación de cada válvula de entrada, por 4 y 6 días respectivamente en el comienzo y el final de las obras de rehabilitación / ampliación de las Unidades N° 1 y N° 2 de Cañaverál HPP.(2 periodos de 10 días de interrupción del servicio: Total 20 días)
- 2) Interrupción de la generación de las Unidades N° 1 y N° 2 de Río Lindo HPP para el desmontaje y montaje de válvula de entrada en la Unidad N° 1. Las Unidades N° 1 y N° 2 de Río Lindo HPP se pararán por 4 y 6 días respectivamente en el comienzo y al final del trabajo de rehabilitación / ampliación de las Unidades N° 1 de Río Lindo HPP.(10 días de interrupción del servicio)
- 3) Ídem para las válvulas de entrada de la Unidad N°2; N°3 y N° 4 de Río Lindo (total 30 días).

Total de días de interrupción de la generación:

- a) Interrupción total: 20 días
- b) Interrupción parcial de Río Lindo: 40 días

Se sugiere lo siguiente:

a) Una interrupción Total de las Centrales Cañaverál y Río Lindo de 10 días

Ello puede realizarse si, en la 1ra interrupción del servicio de 4 días se reemplaza una de las Válvulas de entrada de la Unidad 1 de Cañaverál y se retira la correspondiente a la Unidad 2 para su reparación, conjuntamente con las dos válvulas ubicadas al comienzo de sendas Tuberías Forzadas (de 701 m de longitud) que unen el túnel a presión de 370 m y sendas chimeneas de equilibrio.

En el término de los 6 días previstos para el final de las tareas de rehabilitación se instalan las tres válvulas antes mencionadas

Esto es posible si, previamente se compra una válvula de entrada de la Central Cañaverál.

ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL “PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO CAÑAVERAL – RÍO LINDO (HO-L1102)” ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL

Según se demuestra en el Anexo V, el costo de una válvula de entrada nueva está en el orden de los **U\$S 1.459.150** lo que es ampliamente compensado con la no interrupción de la generación del complejo completo los segundos 10 días, que representaría unos **28.459 MWH**, equivalentes a **U\$S 4.325.798** a un valor de **152 U\$S/MWH**

- b) También, en la primer interrupción del servicio, permitiría retirar una de las 4 válvulas de entrada de la Central Río Lindo, siempre que se disponga de una capacidad suficiente en los talleres de reparación en Honduras que aseguren su mecanizado y una fuerza laboral de montaje para el trabajo simultáneo en tres frentes a la vez.

De poder realizarse el paso b) se reducen las paradas por reparación de las válvulas de Río Lindo de 40 a 30 días.

B) EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

La implementación del proyecto y los resultados esperados, luego de la ejecución de las Obras Civiles y Electromecánicas en la Centrales Cañaveral y Río Lindo se analizan a continuación:

b.1) Efecto de los Indicadores de la Rehabilitación/Espansión:

Adoptamos los valores y premisas para ambas Centrales señalados en la “Final Report” año 2012, punto 5.9, pag. 50

La línea Base(valores promedio desde 2007 al 2011) y objetivos de la Rehabilitación/expansión para Cañaveral HPP y Río Lindo HPP basado sobre los registro desde 2007 a 2012 según lo siguiente:

Central Cañaveral

Indicadores	Año base (2007 a 2011)	Objetivo (2 años despues de completado el Proyecto)
Potencia de la Planta	29,0 MW	32.2 MW
Energía Generada	177 GWh/año	177 GWh/año
Factor de Planta	70 %	70 %
Interrupciones por Fallas	9 horas/Unidad/año	0 horas/unidad/año

Central Rio Lindo

Indicadores	Año base (2007 a 2011)	Objetivo (2 años despues de completado el Proyecto)
Potencia de la Planta	80,0 MW	97,6 MW
Energía Generada	544 GWh/año	544 GWh/año
Factor de Planta	78 %	78 %
Interrupciones por Fallas	25 horas/Unidad/año	0 horas/unidad/año

ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL “PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO CAÑAVERAL – RÍO LINDO (HO-L1102)” ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL

ENEE intenta incrementar la generación en las horas pico tomando mas caudal de Cañaverál y Río Lindo y reducir las horas de generación en las hora de no-pico con el proposito de mantener el balance de agua en el Lago Yojoa. Por este plan de operación, los objetivos de generación de energía es la misma que la de línea base.

El Costo asumido del Proyecto es de U\$S 122.312.649 (no incluye Subestaciones ni líneas)

Distribución de los Costos del Proyecto según año calendario

Deglose de Costos	Préstamo JICA
Total U\$S	122.312.649
2014	0
2015	211.430
2016	863.772
2017	40.363.174
2018	39.140.048
2019	29.966.599
2020	11.375.076
2021	392.550

Nota: Programa de desembolsos considerando un programa de trabajo con la rehabilitación simultanea de una Unidad de Cañaverál y otra de Río Lindo. (14 menos de programa que considerado por JICA)

Evaluación Económica:

Se adumen los siguiente supuestos:

- 1) El periodo del proyecto es de 40 años considerando el tenor estardart del préstamo ODA Japones (10 años periodo de gracia y 30 años el periodo de repago)
- 2) La tasa de descuento es: 10 %
- 3) El Factor de Disponibilidad se asume que es del 98% y se reduce 1% por año. El factor de disponibilidad cae al 70% después de 30 años desde la ultima rehabilitación (1993) y considerando que el factor de disponibilidad era, según registros, aproximadamente 70% antes de 1993.
- 4) Se asume que el precio a considerar en horas no pico es de 0,15 U\$S/Kwh y 0,21 en horas pico
- 5) Dado que la inversión se hace para el proyecto de rehabilitación, el beneficio se calcula como la diferencia entre "con proyecto" y "sin proyecto"
- 6) Se consideran costos de Operación y Mantenimiento (fijos + variables) del 2% de la inversión.

ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL “PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO CAÑAVERAL – RÍO LINDO (HO-L1102)” ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL

7) Consideramos que a los 15 años se produce una rehabilitación parcial (previendo, por ejemplo, rebobinado de los generadores de las unidades de Cañaverál) como suma puntual a los fines del cálculo del VAN

Cañaverál Con Rehabilitación

Premisas				
N°	Concepto	Valor	U\$S	VAN
1	Costo Rehabilitación 2014-2021		33.956.948	33.956.948
2	Costo anual de O & M (2% de Inversión)	2%	679.139	30.587.268
3	Costo Rehabilitación año 15(Ej Bobinado 2 Generadores) =	25%	8.489.237	187.569
4	Generación Anual GWh/año=	177		
5	Venta Energía (U\$S/MWh) =	150	26.550.000	
6	Tasa de Interes préstamo	10%		
7	Periodo de amortización (años)=	40		

Cañaverál Sin Rehabilitación

Premisas				
N°	Concepto	Valor	U\$S	VAN
1	Sin Rehabilitación 2014-2021		-	-
2	Costo anual de O & M (2% de Inversión)	2%	-531.000	-23.915.341
3	Costo Rehabilitación año 15(Ej Bobinado 2 Generadores) =	25%	6.637.500	146.655
4	Generación Anual GWh/año=	177		
5	Venta Energía (U\$S/MWh) =	150	26.550.000	
6	Tasa de Interes préstamo	10%		
7	Periodo de amortización (años)=	40		

Central Río Lindo Con rehabilitación

Premisas				
N°	Concepto	Valor	U\$S	VAN
1	Con Rehabilitación 2014-2021		81.797.195	81.797.195
2	Costo anual de O & M (1,5% de Inversión)	1,5%	1.226.958	55.260.107
3	Costo Rehabilitación año 15(Ej Bobinado 2 Generadores) =	10%	8.179.720	180.730
4	Generación Anual GWh/año=	544		
5	Venta Energía (U\$S/MWh) =	150	81.600.000	
6	Tasa de Interes préstamo	10%		
7	Periodo de amortización (años)=	40		

ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL “PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO CAÑAVERAL – RÍO LINDO (HO-L1102)” ASISTENCIA TÉCNICA Y APOYO AL BID PARA EL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL COMPONENTE DE GENERACIÓN DEL

Central Rio Lindo Sin Rehabilitación				
Premisas				
N°	Concepto	Valor	U\$S	VAN
1	Costo Rehabilitación 2014-2021		-	-
2	Costo anual de O & M (% de Vta Energía)	3,0%	2.448.000	110.253.774
3	Costo Rehabilitación año 15(Ej Bobinado 2 Generadores) =	30%	24.480.000	540.884
4	Generación Anual GWh/año=	544		
5	Venta Energía (U\$S/MWh) =	150	81.600.000	
6	Tasa de Interes préstamo	10%		
7	Periodo de amortización (años)=	40		

CONCLUSIONES

- 1) El proyecto de Rehabilitación/ Expansión es necesario realizarlo cuanto antes.
- 2) Se recomienda enfáticamente acortar el programa de trabajo en 14 meses rehabilitando simultáneamente una Unidad de Cañaverál y otra de Río Lindo, de manera de mejorar la coordinación de la ingeniería y los trabajos de Generación realizado por JICA y transmisión (BID), además de la importante reducción de costos de todo tipo y minimizar las pérdidas de generación de energía. Mientras más se desplace el cronograma hacia el futuro mayor será la demanda de energía del Sistema y mas deterioradas estarán las máquinas hoy en operación.
- 3) Otro aspecto que merece reanalizarse es el programa de paradas total del complejo para la reparación de las válvulas de entrada de las Centrales Cañaverál y Río Lindo a fin minimizar tiempos y número de paradas con la pérdida consecuente de energía suministrada.
- 4) Merecería reanalizar los montos del Ítem 4 (Trabajos de Instalación y Administración), verificando el desglose, concepto y valores asignados a los mismos

Ing. Francisco Daniel Urbano