



**Servicio de Rehabilitación de Rotores de alta, intermedia de la  
Turbina de vapor de la Unidad No. 2 de la C.T. Benito Juárez  
(Samalayuca)**



**Diciembre 2022**

## **INFORMACIÓN GENERAL**

### **ANTECEDENTES**

La Central Termoeléctrica Benito Juárez cuenta con dos unidades generadoras de 158 MW cada una, las cuales tienen entre sus equipos principales las turbinas de vapor, estos proporcionan el giro necesario para el generador eléctrico.

Es necesario el servicio de mantenimiento de la turbina de vapor, mediante el servicio de mantenimiento del sistema de sellado, de alabes, diafragmas, estoperos, etc; la ejecución de estas actividades de mantenimiento programado para sustituir todos los elementos dañados (con falla), erosionados de la turbina de vapor en sus diferentes etapas de las ruedas de la turbina de alta, intermedia y baja presión, que ocurren durante la operación normal de las unidades y que provocan que estas queden fuera de servicio afectando la disponibilidad por tiempos prolongados hasta corregir dichas fallas, por lo cual se solicita la contratación de: Servicio de Mantenimiento de los rotores de las turbinas de alta, intermedia y baja presión de la turbina de vapor de la Unidad No. 2 de la C.T. Benito Juárez.

Si no se atienden rápidamente estas fallas, se continuará con el decremento constante de 20 mw que se tiene actualmente en esta unidad, así mismo se corre el riesgo de tener daños mayores en estos equipos, aumentando el costo de su reparación y tener la unidad indisponible por tiempo indefinido según sea el daño que suceda. Se requiere que estos trabajos sean realizados por personal experto en estos equipos, para garantizar su correcto funcionamiento.

### **OBJETIVO DEL PROYECTO**

El alcance de los trabajos de este contrato comprende las actividades para: Servicio de rehabilitación de rotores de alta, intermedia de la turbina de Vapor de la Unidad No. 2 de la C.T. Benito Juárez.

Es necesaria la ejecución de estas actividades para restituir las condiciones originales de trabajo de estos componentes de la turbina de vapor de la unidad 2 de la C.T. Benito Juárez, para asegurar su buen funcionamiento durante el proceso normal en la generación de la energía eléctrica, asegurar la confiabilidad y poder cumplir con la capacidad ofertada.

Al no llevar a cabo esta contratación se tiene la posibilidad de tener daños mayores en los equipos, aumentando el costo de su reparación y tener la unidad indisponible por tiempo indefinido según sea el daño que suceda. Al realizar las actividades de reparación con personal de CFE Generación IV se vería afectado el programa diario de mantenimiento preventivo en las unidades restantes afectando la disponibilidad de la unidad generadora.

### **CARACTERÍSTICAS DE LA TURBINA DE VAPOR:**

ANEXO TÉCNICO

**Especificaciones Técnicas**

Marca: Toshiba  
 Tipo: Tandem-Compound doble flujo  
 Potencia Nominal: 158 000 KW  
 Velocidad: 3600 rpm  
 Presion de vapor principal: 127 kg/cm<sup>2</sup>  
 Temperatura vapor principal: 538°C  
 Presión escape: 76.2 mmHg absoluta  
 Temperatura de escape: 46°C  
 No. Extracciones: 6  
 N0. Cuerpos: 2  
 Velocidad critica: rotor de alta presión intermedia 2512 rpm, rotor de baja presión 2020 rpm y generador eléctrico 1351 rpm.

**Servicio de rehabilitación de rotores de alta e intermedia de la turbina de vapor de la unidad No. 2, de acuerdo a lo siguiente:**

Partida	Posición	Descripción	Cantidad	Unidad de medida
1	<b>Servicio de Rehabilitación de Rotores de Alta, Intermedia de la Turbina de Vapor de la U2 C. T. Benito Juárez Samalayuca</b>		1	<b>Servicio</b>
	1	725714 Rehabilitación al rotor de turbina de alta - intermedia presión ruedas R1 a R7	1	Pieza
	2	3003525 Traslado, Recepción y Embalaje de Rotores para su Rehabilitación	1	servicio

**ROTOR DE ALTA PRESIÓN**

**1.1. Inspección del Rotor antes del envío al taller del posible proveedor.**

- a) Se debe realizar una inspección general del estado en el que se encuentra el Rotor en las instalaciones de CFE, previo a la entrega de este equipo para su transporte a las instalaciones del posible proveedor.
- b) Elaborar reporte de entrega-recepción indicando las condiciones en que la CFE entrega el Rotor al posible proveedor.

**1.2. Traslado, Recepción y desembalaje del rotor.**

- a) Contar u obtener permiso vigente para traslado de rotor con las dimensiones y peso.

- b) El empaque y embalaje deben ser suficientes, adecuados y resistentes para soportar la manipulación y movimientos durante el transporte, previniendo también daños por factores ambientales.
- c) El posible proveedor es responsable del transporte del bien mueble, hasta el punto de entrega convenido en el contrato.
- d) El posible proveedor es responsable de seleccionar el equipo de transporte idóneo y la ruta más viable y segura posible.
- e) El posible proveedor es responsable del transporte y debe cumplir lo descrito en las normas: NOM-002-SCT, NOM-004-SCT, NOM-005-STPS, NOM-010-SCT2, NOM-011-SCT2, NOM-012-SCT2, NOM-040-SCT2, NOM-068-SCT2 y NMX-EE-059.
- f) La unidad móvil donde será transportado el bien debe poder monitorearse mediante GPS, para lo cual debe darse las facilidades al cliente el monitoreo de todo el trayecto, así como proporcionarse el teléfono del chofer que manejará la unidad y de la personal responsable en oficinas del posible proveedor del servicio, que le dará seguimiento hasta su destino final.

### 1.3. Limpieza y mantenimiento general del Rotor.

- a) Limpieza del Rotor utilizando óxido de aluminio malla 110-120 como primera etapa, utilizando óxido de aluminio malla 220-240 como segunda etapa y finalmente con esferas de vidrio malla 140-270. Se debe de proteger el rotor en ambos extremos a partir de los muñones de sello de aceite.
- b) La limpieza debe realizarse en todo el rotor excepto en las zonas de los muñones donde trabajan las chumaceras, cople, disco de empuje y flecha de extensión (postizo).
- c) Se debe medir la rugosidad antes y después de la limpieza con esferas de vidrio en el canal del flujo de vapor (álabes) hasta tener una rugosidad máxima de Ra 3.2  $\mu\text{m}$ . Se deben entregar los reportes de medición de rugosidad en diferentes puntos del rotor.
- d) Limpieza manual para eliminar incrustaciones de residuos en los álabes y bandas de agrupamiento.
- e) Realizar el acabado de la geometría del álabe con herramienta mecánica manual, realizando el enderezado y suavizado del perfil del álabe requerido.
- f) Limpieza con solventes biodegradables de las espigas del Rotor y pulido manual.
- g) Se debe entregar un reporte técnico describiendo todos los trabajos realizados en este punto y los resultados obtenidos.
- h) El posible proveedor debera incluir en su Propuesta Técnica el procedimiento de limpieza que será utilizado para esta actividad describiendo materiales, tipos de boquillas y presiones de aire para cada etapa de limpieza.

### 1.4. Inspección visual y dimensional del rotor.

- a) Levantamiento visual de daños existentes.

- b) Verificación dimensional de diámetros principales (muñones, zonas de sellado, ruedas de álabes, barrenos y cople).
- c) Verificación de flexión (Run Out) y concentricidad de: eje del Rotor y flecha extensión.
- d) Verificación de variación en cara axial de: disco de empuje, ruedas de álabes y acoplamientos.
- e) Verificación visual y dimensional de los barrenos de acoplamiento.
- f) Verificación del magnetismo residual del Rotor. El valor máximo de magnetismo residual es de 3 Gauss.
- g) Verificación del Run Out eléctrico en las zonas de medición de sensores
- h) Medición de paso, garganta y espesor del borde de salida de todas las ruedas de álabes.

#### 1.5. Pruebas no destructivas del Rotor

- a) Inspección mediante aplicación de líquidos penetrantes en muñones, acoplamiento y disco(s) de empuje.
- b) Inspección mediante partículas magnéticas en los álabes, bandas de agrupamiento y discos del Rotor
- c) Inspección por ultrasonido en los muñones del Rotor y los remaches de los álabes.

#### 1.6. Reportes de inspección y diagnóstico.

Elaboración de reportes de inspección. El reporte debe incluir el análisis y diagnóstico de todas las inspecciones realizadas al Rotor y sus elementos en esta Sección, además de las recomendaciones para la reparación del Rotor y sus elementos.

#### 1.7. Servicio de run-out mecánico dejando valores dentro del límite de aceptación.

Describir los pasos generales y consideraciones técnicas para enderezar rotores de turbina a vapor de gran capacidad mediante la técnica de aplicaciones de calor.

Previo a los trabajos propios de correcciones de flexión, se debe de cumplir con el protocolo de inspecciones previas de recepción del componente sujeto de este proceso.

Colocar el rotor en unos prismas sobre los muñones de chumacera simulando las condiciones de trabajo, cumpliendo el requisito de contar con los muñones que se encuentren en óptimas condiciones tal como ovalados, cónicos, golpeados, etc, si se diera el caso de que los muñones presenten algún daño o defecto, se procede a buscar una zona sana inmediata como pueden ser zonas de sello de aceite, etc.

Se debe inclinar el rotor calzando uno de los prismas de 1" a 2" aprox. procurando que la misma sea mayor del lado libre que la del lado cople.

Se deberán de determinar los puntos de inspecciones:

Los puntos en los que se debe tener especial importancia son: Espiga, muñones de chumacera, zonas de sellos, zonas entre pasos, zona de plato de retención axial, entre otros.

La inspección se debe realizar en los puntos anteriores con un indicador que tenga una resolución de 0.0005". Deben tomarse lecturas cada 45 grados girando el rotor siempre en un mismo sentido. Debe registrarse numéricamente el valor obtenido en un formato especial para dicha inspección.

Si el rotor presenta una flexión mayor a .003" se determina en donde se encuentra el punto máximo y se procede a realizar una gráfica donde visualmente se identifique dicha zona.

Se debe colocar el rotor en prismas sobre una platina calzando y colocando tope de recargue

Checar la deflexión en todo el rotor para determinar donde se encuentran los puntos máximos (codo), poniendo énfasis en las guías de ensamble tanto radial como axialmente, zona de sensor de muñones, zona de sello paso curtis alta presión intermedia presión (algunos puntos en el cuerpo central)

Proceder con la corrección de la Flexión según:

En base a los resultados obtenidos se determina el punto máximo o codo donde se encuentra la deflexión, se coloca un indicador de caratula de 0.0005" de resolución en la parte inferior del codo, posteriormente se procede a aplicar calor en una zona rehabilitada cercana a donde se encuentra el codo realizando movimientos circulares para evitar fundir el material. Por cada milésima de deflexión al aplicar calor el indicador deberá bajar al menos 0.005" debido a que, al retirar el calor, el rotor tiende a "regresar". Se deja enfriar al medio ambiente y después se procede a verificar el resultado de la corrección de la deflexión. En caso necesario deberá nuevamente aplicarse calor para corregir completamente la deflexión existente.

#### **1.8. Insumos o refacciones para el servicio de sustitución de alabes nuevos de la 1ra. rueda de turbina de alta presión marca Toshiba de 158 MW que consiste en:**

El alcance para la sustitución de álabes incluye, como mínimo, lo siguiente:

a) Insumos o refacciones para 1 juego completo de álabes para la Rueda No.1, en material, propiedades mecánicas, dimensiones y diseño de acuerdo al fabricante original.

Para cada rueda de álabes móviles se debe realizar las siguientes actividades:

- a) Insumos o refacciones para el montaje de álabes que consiste en banda de agrupamiento, candados, laines de ajuste y tornillería.
- b) Pruebas no destructivas como son líquidos penetrantes, ultrasonido y partículas magnéticas a los componentes fabricados.
- c) Medición inicial de paso, garganta y espesor del borde de salida de todas las ruedas de álabes instaladas.
- d) Desmontaje de álabes usados, elaborando previamente un croquis de los grupos de álabes y dimensionamiento general.
- e) Limpieza de ranuras (raíz) de anclaje de los álabes e inspección mediante partículas magnéticas verificando a detalle el estado en el que se encuentran.
- f) Elaborar el cálculo de peso-momento de todos los álabes que serán instalados.
- g) Montaje de álabes con el ajuste requerido e instalando las bandas de agrupamiento y efectuando el remachado en frío.
- h) Maquinado y ajuste de las bandas de agrupamiento dimensionándolas en su posición y diámetros originales. Se debe realizar las pruebas no destructivas a las zonas remachadas y maquinadas, como son líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonido
- i) Medición final de paso, garganta y espesor del borde de salida de todas las ruedas de álabes instaladas.
- j) Verificación de frecuencias naturales de los álabes instalados y agrupados.
- k) Previo a la fabricación de los álabes, el posible proveedor debe elaborar los planos de fabricación de los álabes, los cuales serán revisados por CFE, así mismo debe presentar a la CFE el certificado de la caracterización del material de fabricación para demostrar su compatibilidad con los álabes del fabricante original.
- l) Reportes de inspección final. El reporte debe incluir todas las inspecciones y mediciones realizadas a los álabes instalados.

**1.9. Insumos o refacciones para el servicio de sustitución de alabes nuevos de la 2ra. rueda de turbina de alta presión marca Toshiba de 158 MW que consiste en:**

El alcance para la sustitución de álabes incluye, como mínimo, lo siguiente:

- a) Insumos o refacciones para 1 juego completo de álabes para la Rueda No.2, en material, propiedades mecánicas, dimensiones y diseño de acuerdo al fabricante original.

Para cada rueda de álabes móviles se debe realizar las siguientes actividades:

- a) Insumos o refacciones para el montaje de álabes que consiste en banda de agrupamiento, candados, laines de ajuste y tornillería.
- b) Pruebas no destructivas como son líquidos penetrantes, ultrasonido y partículas magnéticas a los componentes fabricados.

ANEXO TÉCNICO

Especificaciones Técnicas

- c) Medición inicial de paso, garganta y espesor del borde de salida de todas las ruedas de álabes instaladas.
- d) Desmontaje de álabes usados, elaborando previamente un croquis de los grupos de álabes y dimensionamiento general.
- e) Limpieza de ranuras (raíz) de anclaje de los álabes e inspección mediante partículas magnéticas verificando a detalle el estado en el que se encuentran.
- f) Elaborar el cálculo de peso-momento de todos los álabes que serán instalados.
- g) Montaje de álabes con el ajuste requerido e instalando las bandas de agrupamiento y efectuando el remachado en frío.
- h) Maquinado y ajuste de las bandas de agrupamiento dimensionándolas en su posición y diámetros originales. Se debe realizar las pruebas no destructivas a las zonas remachadas y maquinadas, como son líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonido
- i) Medición final de paso, garganta y espesor del borde de salida de todas las ruedas de álabes instaladas.
- j) Verificación de frecuencias naturales de los álabes instalados y agrupados.
- k) Previo a la fabricación de los álabes, el posible proveedor debe elaborar los planos de fabricación de los álabes, los cuales serán revisados por CFE, así mismo debe presentar a la CFE el certificado de la caracterización del material de fabricación para demostrar su compatibilidad con los álabes del fabricante original.
- l) Reportes de inspección final. El reporte debe incluir todas las inspecciones y mediciones realizadas a los álabes instalados.

**1.10. Insumos o refacciones para el servicio de sustitución de alabes nuevos de la 3ra. rueda de turbina de alta presión marca Toshiba de 158 MW que consiste en:**

El alcance para la sustitución de álabes incluye, como mínimo, lo siguiente:

- a) Insumos o refacciones para 1 juego completo de álabes para la Rueda No.3, en material, propiedades mecánicas, dimensiones y diseño de acuerdo al fabricante original.

Para cada rueda de álabes móviles se debe realizar las siguientes actividades:

- a) Insumos o refacciones para el montaje de álabes que consiste en banda de agrupamiento, candados, lanas de ajuste y tornillería.
- b) Pruebas no destructivas como son líquidos penetrantes, ultrasonido y partículas magnéticas a los componentes fabricados.
- c) Medición inicial de paso, garganta y espesor del borde de salida de todas las ruedas de álabes instaladas.
- d) Desmontaje de álabes usados, elaborando previamente un croquis de los grupos de álabes y dimensionamiento general.
- e) Limpieza de ranuras (raíz) de anclaje de los álabes e inspección mediante partículas magnéticas verificando a detalle el estado en el que se encuentran.

ANEXO TÉCNICO

Especificaciones Técnicas

- f) Elaborar el cálculo de peso-momento de todos los álabes que serán instalados.
- g) Montaje de álabes con el ajuste requerido e instalando las bandas de agrupamiento y efectuando el remachado en frío.
- h) Maquinado y ajuste de las bandas de agrupamiento dimensionándolas en su posición y diámetros originales. Se debe realizar las pruebas no destructivas a las zonas remachadas y maquinadas, como son líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonido
- i) Medición final de paso, garganta y espesor del borde de salida de todas las ruedas de álabes instaladas.
- j) Verificación de frecuencias naturales de los álabes instalados y agrupados.
- k) Previo a la fabricación de los álabes, el posible proveedor debe elaborar los planos de fabricación de los álabes, los cuales serán revisados por CFE, así mismo debe presentar a la CFE el certificado de la caracterización del material de fabricación para demostrar su compatibilidad con los álabes del fabricante original.
- l) Reportes de inspección final. El reporte debe incluir todas las inspecciones y mediciones realizadas a los álabes instalados.

**1.11. Insumos o refacciones para el servicio de sustitución de alabes nuevos de la 8va. rueda de turbina de intermedia presión marca Toshiba de 158 MW que consiste en:**

El alcance para la sustitución de álabes incluye, como mínimo, lo siguiente:

- a) Insumos o refacciones para 1 juego completo de álabes para la Rueda No. 8, en material, propiedades mecánicas, dimensiones y diseño de acuerdo al fabricante original.

Para cada rueda de álabes móviles se debe realizar las siguientes actividades:

- a) Insumos o refacciones para el montaje de álabes que consiste en banda de agrupamiento, candados y lainas de ajuste.,
- b) Pruebas no destructivas como son líquidos penetrantes, ultrasonido y partículas magnéticas a los componentes fabricados.
- c) Medición inicial de paso, garganta y espesor del borde de salida de todas las ruedas de álabes instaladas.
- d) Desmontaje de álabes usados, elaborando previamente un croquis de los grupos de álabes y dimensionamiento general.
- e) Limpieza de ranuras (raíz) de anclaje de los álabes e inspección mediante partículas magnéticas verificando a detalle el estado en el que se encuentran.
- f) Elaborar el cálculo de peso-momento de todos los álabes que serán instalados.
- g) Montaje de álabes con el ajuste requerido e instalando las bandas de agrupamiento y efectuando el remachado en frío.
- h) Maquinado y ajuste de las bandas de agrupamiento dimensionándolas en su posición y diámetros originales. Se debe realizar las pruebas no destructivas a

- las zonas remachadas y maquinadas, como son líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonido.
- i) Medición final de paso, garganta y espesor del borde de salida de todas las ruedas de álabes instaladas.
  - j) Verificación de frecuencias naturales de los álabes instalados y agrupados.
  - k) Previo a la fabricación de los álabes, el posible proveedor debe elaborar los planos de fabricación de los álabes, los cuales serán revisados por CFE, así mismo debe presentar a la CFE el certificado de la caracterización del material de fabricación para demostrar su compatibilidad con los álabes del fabricante original.
  - l) Reportes de inspección final. El reporte debe incluir todas las inspecciones y mediciones realizadas a los álabes instalados.

**1.12. Insumos o refacciones para el servicio de sustitución de alabes nuevos de la 9va. rueda de turbina de intermedia presión marca Toshiba de 158 MW que consiste en:**

El alcance para la sustitución de álabes incluye, como mínimo, lo siguiente:

- a) Insumos o refacciones para 1 juego completo de álabes para la Rueda No. 9, en material, propiedades mecánicas, dimensiones y diseño de acuerdo al fabricante original.

Para cada rueda de álabes móviles se debe realizar las siguientes actividades:

- a) Insumos o refacciones para el montaje de álabes que consiste en banda de agrupamiento, candados y lainas de ajuste.
- b) Pruebas no destructivas como son líquidos penetrantes, ultrasonido y partículas magnéticas a los componentes fabricados.
- c) Medición inicial de paso, garganta y espesor del borde de salida de todas las ruedas de álabes instaladas.
- d) Desmontaje de álabes usados, elaborando previamente un croquis de los grupos de álabes y dimensionamiento general.
- e) Limpieza de ranuras (raíz) de anclaje de los álabes e inspección mediante partículas magnéticas verificando a detalle el estado en el que se encuentran.
- f) Elaborar el cálculo de peso-momento de todos los álabes que serán instalados.
- g) Montaje de álabes con el ajuste requerido e instalando las bandas de agrupamiento y efectuando el remachado en frío.
- h) Maquinado y ajuste de las bandas de agrupamiento dimensionándolas en su posición y diámetros originales. Se debe realizar las pruebas no destructivas a las zonas remachadas y maquinadas, como son líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonido.
- i) Medición final de paso, garganta y espesor del borde de salida de todas las ruedas de álabes instaladas.
- j) Verificación de frecuencias naturales de los álabes instalados y agrupados.

- k) Previo a la fabricación de los álabes, el posible proveedor debe elaborar los planos de fabricación de los álabes, los cuales serán revisados por CFE, así mismo debe presentar a la CFE el certificado de la caracterización del material de fabricación para demostrar su compatibilidad con los álabes del fabricante original.
- l) Reportes de inspección final. El reporte debe incluir todas las inspecciones y mediciones realizadas a los álabes instalados.

**1.13. Insumos o refacciones para el servicio de sustitución de alabes nuevos de la 10ma. rueda de turbina de intermedia presión marca Toshiba de 158 MW que consiste en:**

El alcance para la sustitución de álabes incluye, como mínimo, lo siguiente:

- a) Insumos o refacciones para 1 juego completo de álabes para la Rueda No. 10, en material, propiedades mecánicas, dimensiones y diseño de acuerdo al fabricante original.

Para cada rueda de álabes móviles se debe realizar las siguientes actividades:

- a) Insumos o refacciones para el montaje de álabes que consiste en banda de agrupamiento, candados y lainas de ajuste.,
- b) Pruebas no destructivas como son líquidos penetrantes, ultrasonido y partículas magnéticas a los componentes fabricados.
- c) Medición inicial de paso, garganta y espesor del borde de salida de todas las ruedas de álabes instaladas.
- d) Desmontaje de álabes usados, elaborando previamente un croquis de los grupos de álabes y dimensionamiento general.
- e) Limpieza de ranuras (raíz) de anclaje de los álabes e inspección mediante partículas magnéticas verificando a detalle el estado en el que se encuentran.
- f) Elaborar el cálculo de peso-momento de todos los álabes que serán instalados.
- g) Montaje de álabes con el ajuste requerido e instalando las bandas de agrupamiento y efectuando el remachado en frío.
- h) Maquinado y ajuste de las bandas de agrupamiento dimensionándolas en su posición y diámetros originales. Se debe realizar las pruebas no destructivas a las zonas remachadas y maquinadas, como son líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonido.
- i) Medición final de paso, garganta y espesor del borde de salida de todas las ruedas de álabes instaladas.
- j) Verificación de frecuencias naturales de los álabes instalados y agrupados.
- k) Previo a la fabricación de los álabes, el posible proveedor debe elaborar los planos de fabricación de los álabes, los cuales serán revisados por CFE, así mismo debe presentar a la CFE el certificado de la caracterización del material de fabricación para demostrar su compatibilidad con los álabes del fabricante original.

- l) Reportes de inspección final. El reporte debe incluir todas las inspecciones y mediciones realizadas a los álabes instalados.

El posible proveedor debe incluir en su Propuesta Técnica el procedimiento que utilizará para el servicio de sustitución de álabes, que debe incluir como mínimo; desmontaje, inspecciones, montaje de álabes, colocación de bandas, remachado de tetones y ensayos no destructivos, así como procedimiento para la fabricación de los álabes solicitados en esta licitación.

**1.14. Acondicionamiento de las hileras R4 a R7 de la sección de alta presión, R11 a R14 de la sección de presión intermedia considerando lo siguiente:**

Mediante rectificadoras neumáticas de alta velocidad “mototools” empleando abrasivos de grano fino proceder a desbastar material resaltado por impactos, efectuar pulido en ambos lados de los álabes eliminando filos existentes, realizar enderezado de los álabes que presenten doblez por impacto.

**1.15. Servicio de reconstrucción de zonas de sello en las bandas de fleje de los álabes de las hileras r4 a la r7 y de la r11 a la r14 de la sección de alabes.**

Verificación mediante líquidos penetrantes zonas a reparar para garantizar que las zonas no lleven ninguna indicación relevante.

Pre calentamiento de las zonas a reparar.

Aporte de material por proceso TIG empleando alambre de material adecuado para reconstrucción.

Relevado de esfuerzos en las zonas reconstruidas.

Desbaste y verificación con ensayos no destructivos en soldadura aportada.

Calibrado final de las zonas reparadas.

**1.16. Servicio de aplicación de pruebas no destructivas a rotor de turbina de alta e intermedia presión.**

El licitante ganador deberá contratar a Lapem y/o empresa equivalente para la validación y liberación de las pruebas.

Elaborar por escrito el resultado al detalle del estudio del rotor completo, indicando toda la información soporte de procedimientos, especificaciones, códigos y normatividad en la materia.

Elaborar reporte técnico para su entrega, conteniendo como mínimo lo siguiente:

Registro del peso de cada uno de los álabes nuevos de cada rueda (1,2,3,8,9 y 10).

Registro de la distribución peso-momento de los alabes nuevos del balanceo estático, de cada rueda (1,2,3,8,9 y 10).

Certificado de los materiales de aporte de las soldaduras. En caso de usarse.

Certificado de la composición química del material de fabricación de los alabes de las ruedas 1,2,3,8,9 y 10.

Seguimiento fotográfico del trabajo realizado, en forma impresa, en CD y USB.

Reporte de balanceo realizado.

Reporte del Run-Out del rotor, así como su análisis, criterios de evaluación y recomendaciones.

#### **1.17. Rectificado y acondicionamiento de muñones para chumaceras.**

- a) Pulido de muñones para chumaceras hasta obtener una rugosidad máxima de Ra de 0.4 a 0.6  $\mu\text{m}$ , el cual debe de realizarse en torno a baja velocidad.
- b) Rectificado de muñones para chumaceras eliminando la mayor parte de las ralladuras existentes, con un corte máximo de 0.002" (0.05 mm) radial. Si es necesario.
- c) Se debe entregar reporte dimensional del estado de los muñones.

#### **1.18. Acondicionamiento de zonas de sello de vapor del Rotor.**

Realizar maquinado a crestas y valles de todas las zonas de los sellos de vapor y de los sellos segmentados de los diafragmas de todos los pasos del Rotor de acuerdo al estado físico y dimensional, dejando diámetro homogéneo.

#### **1.19. Balanceo dinámico del Rotor de la Turbina de Alta-Intermedia Presión.**

- a) El Rotor debe ser balanceado dinámicamente en bancos a baja velocidad aplicando el método modal para sus dos primeros modos de vibración no flexionantes.
  - el criterio de aceptación será de 50  $\mu\text{m}$  pico a pico de amplitud máxima para sus dos modos de vibración.
  - deben realizarse dos registros de amplitud de vibración y ángulo de fase para cada uno de los modos de vibración del rotor balanceado incluyendo sus graficas polares o de bode asegurando la repetibilidad de los resultados finales.
  - los trabajos de balanceo serán atestiguados por personal de cfe.Se debera de realizar el balanceo en banco con la extensión del eje o espiga instalada.

- a) El material de los pesos de balanceo debe ser el recomendado por el fabricante y las dimensiones serán de acuerdo a los requerimientos del proceso de balanceo.
- b) Una vez concluidos los trabajos de balanceo, será responsabilidad del posible proveedor evitar que los pesos sobresalgan del plano de balanceo y candadear con punto de golpe todos los pesos de balance instalados.
- c) Reporte final de balanceo, incluyendo como mínimo lo siguiente:
  - Equipo utilizado y su certificado de calibración, gráficas y registro de corrida inicial, mapa de distribución de pesos, gráficas y registro de corrida final con su repetibilidad.

El licitante ganador deberá presentar el procedimiento de balanceo describiendo, cuando menos, los equipos y accesorios a utilizar, tiempo para estabilizar el rotor, velocidades de prueba. Además, el licitante ganador deberá considerar que el personal que realizará esta actividad para acreditar su experiencia, incluyendo certificado vigente nivel III ante el Vibration Institute (VI).

#### 1.20. Protección y preservación del Rotor para su embarque.

- a) El Rotor una vez concluida su reparación se debe de limpiar a detalle con aire a presión y solvente biodegradable, eliminando cualquier residuo del proceso de reparación.
- b) Se debe proteger mediante aplicación de protector contra la herrumbre 747 de Chesterton (o similar) en ambas espigas y aceite Chesterton 775 (o similar) en el resto del rotor incluyendo los álabes.
- c) Se debe de proteger el Rotor en ambos extremos a partir de los muñones y zona de sello de aceite.
- d) La flecha de extensión se debe preservar contra impactos, a todo el Rotor se debe colocar una película plástica para evitar el ingreso de humedad que pueda generar oxidación.
- e) El Rotor debe ser colocado en su capsula fijándolo adecuadamente mediante las grapas dispuestas para tal efecto.
- f) Previo a la recepción del Rotor en las instalaciones de CFE, el posible proveedor debe entregar todos los reportes iniciales y finales (pruebas no destructivas, dimensionales, balanceo, peso-momento, etc.).

#### TRASLADO, RECEPCION Y DESEMBALAJE DE ROTORES PARA SU REHABILITACIÓN.

- a) Se trasladarán los rotores por parte del licitante ganador del almacén de la C. T. Benito Juárez, a los talleres donde se realizarán los trabajos de rehabilitación mencionados en

- estas especificaciones técnicas, así como, al retorno de las piezas a la central una vez concluidos los servicios.
- b) Contar u obtener permiso vigente para traslado de los rotores con las dimensiones y peso.
  - c) El empaque y embalaje deben ser suficientes, adecuados y resistentes para soportar la manipulación y movimientos durante el transporte, previniendo también daños por factores ambientales, el suministro de estos insumos son responsabilidad del licitante ganador.
  - d) El licitante ganador es responsable del transporte del bien mueble, hasta el punto de entrega convenido en el contrato.
  - e) El posible proveedor es responsable de seleccionar el equipo de transporte idóneo y la ruta más viable y segura posible.
  - f) El licitante ganador es responsable del transporte y debe cumplir lo descrito en las normas: NOM-002-SCT, NOM-004-SCT, NOM-005-STPS, NOM-010-SCT2, NOM-011-SCT2, NOM-012-SCT2, NOM-040-SCT2, NOM-068-SCT2 y NMX-EE-059.
  - g) La unidad móvil donde será transportado el bien debe poder monitorearse mediante GPS, para lo cual debe darse las facilidades al cliente el monitoreo de todo el trayecto, así como proporcionarse el teléfono del chofer que manejará la unidad y de la personal responsable en oficinas del posible proveedor del servicio, que le dará seguimiento hasta su destino final.

## SUMINISTROS POR PARTE DEL PRESTADOR DE SERVICIOS

El posible proveedor debe considerar en su Propuesta Técnica los insumos de todos los materiales consumibles que se requieren para poder realizar los trabajos descritos en el alcance del servicio descrito en la presente especificación técnica, como son: Soldaduras especiales y convencionales, gases industriales, material de limpieza de componentes, materias primas, los materiales para los ensayos no destructivos, todos los materiales para la aplicación de procesos de rehabilitación.

El posible proveedor debe considerar en su Propuesta Técnica toda la maquinaria, equipo y herramientas especiales, para poder realizar los trabajos descritos en el alcance del servicio descrito en la presente especificación técnica.

## SUMINISTROS POR PARTE DE CFE.

CFE entregara todos los componentes usados que serán rehabilitados: rotor de turbina de vapor de alta-intermedia y baja presión.

CFE se compromete a entregar los documentos necesarios para iniciar con el traslado y rehabilitación de los componentes de acuerdo al programa de mantenimiento de la unidad.

## INFORMACIÓN Y REQUERIMIENTOS COMPLEMENTARIOS.

CFE realizará inspecciones periódicas para verificar el cumplimiento de las especificaciones y el avance del mismo en el taller donde se estén realizando el servicio de rehabilitación, o podrá contratar los servicios de un tercero para estas actividades.

El posible proveedor realizar embalaje adecuado a la transportación de las refacciones a rehabilitar hacia los talleres del posible proveedor.

LA COMISION Verificará que la terminación de los trabajos se haya realizado conforme a las condiciones establecidas en el Contrato correspondiente y de no existir desviaciones procederá a la aceptación, en caso contrario se hará la comunicación formal correspondiente.

Requisitos con los que deberán cumplir los posibles proveedores.

Los posibles proveedores deberán presentar en su propuesta técnica, los procedimientos de mantenimiento específicos de cada partida.

- Procedimiento de diagnóstico e inspección a rotores
- Procedimiento de aplicación de ensayos no destructivos y pruebas no destructivas a rotores.
- Procedimiento de verificación de run-out a rotores.
- Procedimiento de limpieza utilizando el método de san blast.
- Procedimiento de reparación de alabes.
- Procedimiento de balanceo a rotores en bancos a baja velocidad por método modal.
- Procedimiento de embalaje y traslado de rotor y componentes.
- Procedimiento de aplicación de soldadura de acuerdo al componente a rehabilitar.

Los posibles proveedores deberán presentar un plan de trabajo general detallado de acuerdo con el programa de ejecución de los trabajos en el plazo indicando.

Los posibles proveedores deberán considerar en su propuesta técnica el equipo de balanceo requerido para lograr una velocidad de 320 r.p.m. asegurando excitar los 2 primeros modos de vibración para el rotor de baja presión.

El licitante ganador debe presentar copia de constancias de aptitud de su personal técnico, curriculum actualizados y certificaciones vigentes de acuerdo con su especialidad para comprobar y demostrar la experiencia de su personal referente al servicio de mantenimiento de los componentes de la turbina.

Los posibles proveedores deberán demostrar en su propuesta técnica que tienen la capacidad y experiencia técnica para los trabajos de mantenimiento solicitado en el anexo 2; para demostrar lo anterior se deberán anexar evidencia documental de un contrato ejecutado en los últimos 8 años a turbinas de vapor de por lo menos 150 mw o de mayor capacidad con alcance similar o mayor al solicitado en este proceso, presentando el acta entrega - recepción que demuestre la terminación satisfactoria de dichos contratos.

Los posibles proveedores deberán anexar en su propuesta técnica una relación de la maquinaria y equipo, para realizar los trabajos del anexo 2, que asegure el correcto movimiento (izaje) de los componentes sin ponerlos en riesgo, tornos horizontales y verticales con capacidad de maquinado para las dimensiones de los rotores y componentes fijos de este proceso, requeridos para la rehabilitación de los componentes incluidos en el alcance de esta especificación técnica.

El licitante ganador debe presentar copia de los certificados vigentes de los soldadores y el procedimiento de soldadura WPS.

El licitante ganador debe presentar el currículum del personal que realizará el balanceo de los rotores de alta, intermedia y de baja presión, deberá de acreditar su experiencia, incluyendo el certificado vigente nivel III ante el vibration institute, así como indicar el equipo a utilizar para el balanceo.

Todos los reportes de las inspecciones de los componentes se deben entregar a CFE en un plazo máximo de 15 días posterior a la entrega de las partes en almacén.

Esto incluye los criterios de aceptación y pruebas realizadas de los componentes. Es responsabilidad del posible proveedor el traslado de todos los componentes a los cuales se les darán mantenimiento, desde el almacén del Centro de Trabajo hasta sus instalaciones y desde sus instalaciones hasta al almacén de CFE.

Antes de entregar las partes que serán entregadas estas deben ser inspeccionadas visualmente por un técnico especialista, con el fin de determinar si es factible su mantenimiento, en caso de no ser posible su mantenimiento de algún componente, CFE determinara el proceso a seguir.

En caso de existir algún componente de las diferentes partidas que no sea posible su mantenimiento después de haberse realizado los pruebas y ensayos no destructivos, el posible proveedor debe informar a CFE mediante registros e indicando el criterio aplicado que determina que la parte no es factible su mantenimiento, en un lapso no mayor a 15 días.

CFE realizará inspecciones periódicas para verificar el cumplimiento de las especificaciones y el avance del mismo en el taller donde se estén realizando los trabajos de mantenimiento, o podrá contratar los servicios de un tercero para estas actividades.

El licitante ganador realizara embalaje adecuado a la transportación de las refacciones hacia los talleres del proveedor.

LA COMISION Verificará que la terminación de los trabajos se haya realizado conforme a las condiciones establecidas en el Contrato correspondiente y de no existir desviaciones procederá a la aceptación, en caso contrario se hará la comunicación formal correspondiente.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE  
REHABILITACIÓN DE ROTORES DE ALTA, INTERMEDIA DE  
LA TURBINA DE VAPOR DE LA UNIDAD NO. 2 DE LA C.T.  
BENITO JUAREZ (SAMALAYUCA)

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
SUBGERENCIA DE PRODUCCION TERMoeLECTRICA CENTRO NORTE EPS IV  
C.T. BENITO JUAREZ Y C.C.C. SAMALAYUCA II  
SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO  
DEPARTAMENTO MECÁNICO

ANEXO TÉCNICO

**Especificaciones Técnicas**

**Realizo:**

**Reviso:**

**Ing. Jesús M. Rodríguez Palafox**  
Jefe Departamento Mecánico  
Central Termoeléctrica Benito Juárez

**Ing. Agustín Jaime Castro Barrios**  
Superintendente de Mantenimiento  
Central Termoeléctrica Benito Juárez