



*PROJECTE DE LES ACTUACIONS DE MILLORA DE LA PLANTA DE VALORITZACIÓ  
ENERGÈTICA DE RESIDUS DE CAMPDORÀ*

---

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS TURBOGENERADOR DE  
VAPOR Y CICLO AGUA-VAPOR**

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA**

**P529.00.T.X.002.1**

## Aprobación del documento

	Nombre	Fecha
Preparado por:	Josep Serrahima	18/03/2021
Revisado por:	Javier Varón	18/03/2021
Aprobado por:	Fernando Sánchez	18/03/2021

## Registro de revisión del documento

Revisión no	Fecha	Detalles de las revisiones	Preparado por	Revisado por	Aprobado por
A	26/01/2021	Borrador	JS/JV	JV	FS
0	22/02/2021	Edición	JS/JV	JV	FS
1	18/03/2021	Actualización	JS/JV	JV	FS

### AVISO LEGAL

© 2021 Recuperación de Energía SAU. Todos los derechos reservados.

Este documento y los documentos que lo acompañan contienen información confidencial y están destinados únicamente al uso de TRARGISA. Si usted no es uno de los destinatarios previstos, cualquier divulgación, copia, distribución o acción tomada basándose en el contenido de la información está estrictamente prohibida.

Salvo acuerdo expreso, cualquier reproducción del material de este documento deberá solicitarse y autorizarse por escrito a Recuperación de Energía SAU. La reproducción autorizada de material debe incluir todos los avisos de derechos de autor y propiedad de la misma forma y manera que el original y no debe ser modificada de ninguna manera. El reconocimiento de la fuente del material también debe incluirse en todas las referencias.

<b>1. INTRODUCCIÓN – ANTECEDENTES</b> .....	<b>6</b>
<b>2. CONDICIONES LÍMITES GENERALES</b> .....	<b>7</b>
<b>3. OBJETO DE LA ESPECIFICACIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>4. REQUISITOS GENERALES DE SUMINISTRO</b> .....	<b>9</b>
4.1. Datos básicos de Diseño.....	9
4.1.1. Restricciones de espacio.....	9
4.1.2. Restricciones de proceso .....	10
4.2. Condiciones operativas .....	11
4.3. Modos de funcionamiento .....	13
4.4. Requisitos Generales de Diseño .....	15
4.5. Concepto de Redundancia .....	16
<b>5. ALCANCE DEL CONTRATO</b> .....	<b>18</b>
5.1. Alcance general .....	18
5.2. Alcance de los servicios de Ingeniería .....	18
5.2.1. Otros servicios de ingeniería relacionados.....	19
5.2.2. Documentación .....	19
5.3. Equipos y sistemas .....	20
5.4. Embalaje y transporte.....	26
5.5. Montaje, Puesta en Servicio y Pruebas.....	26
5.6. Formación .....	26
5.7. Recambios, Herramientas, Utensilios y Consumibles .....	27
5.7.1. Recambios .....	27
5.7.2. Herramientas y utensilios.....	28
5.7.3. Consumibles.....	29
<b>6. PUNTOS TERMINALES</b> .....	<b>31</b>
<b>7. REQUISITOS ELECTROMECÁNICOS Y DE PROCESO</b> .....	<b>35</b>
7.1. Turbogenerador de vapor .....	35
7.1.1. Turbina de vapor.....	36
7.1.2. Generador eléctrico.....	47
7.1.3. Sistemas eléctricos auxiliares .....	54
7.1.4. Instrumentación y control .....	56
7.1.5. Condensador hidráulico.....	59
7.1.6. Bombas de condensado.....	62
7.2. Precalentador de condensados .....	63
7.3. Desgasificador y tanque de agua de alimentación .....	64

7.3.1. <i>Requisitos técnicos</i> .....	64
7.3.2. <i>Requisitos</i> .....	65
7.4. Bombas de agua de alimentación de caldera .....	67
7.4.1. <i>General</i> .....	67
7.4.2. <i>Requisitos electromecánicos específicos</i> .....	69
7.5. Planta de tratamiento de agua desmineralizada .....	70
7.5.1. <i>Equipos redundados</i> .....	71
7.5.2. <i>Equipos comunes para las dos líneas</i> .....	72
7.6. Sistema de refrigeración principal y auxiliar .....	73
7.6.1. <i>Requisitos técnicos de la torre de refrigeración</i> .....	74
7.6.2. <i>Requisitos técnicos de las bombas de agua de refrigeración</i> .....	76
7.7. Accesos de mantenimiento, elementos de elevación e izado. ....	78
7.7.1. <i>General</i> .....	78
7.7.2. <i>Puente grúa bi-rail</i> .....	78
7.8. Sistema eléctrico y de control .....	79
7.9. Hojas de datos técnicos .....	81
<b>8. REQUISITOS DE OBRA CIVIL.....</b>	<b>82</b>
<b>9. CONDICIONES TÉCNICAS QUE REGIRÁN DURANTE LA VIGENCIA DEL CONTRATO .....</b>	<b>83</b>
9.1. Trabajos de ingeniería .....	83
9.2. Plan de Control de Avance del Proyecto .....	84
9.3. Documentación de proyecto .....	84
9.4. Embalaje y transporte.....	84
9.5. Construcción, Montaje y Puesta en Servicio .....	85
9.5.1. <i>Construcción y Montaje</i> .....	85
9.6. Control y Aseguramiento de la Calidad (QA/QC) .....	89
9.6.1. <i>Garantía y control de calidad en relación con inspecciones y pruebas</i> .....	90
9.7. Requerimientos de Seguridad, Salud y Medio Ambiente .....	90
9.7.1. <i>Metas y objetivos generales en Seguridad, Salud y Medioambiente</i> .....	92
9.8. Formación .....	93
9.8.1. <i>Objetivos de la formación</i> .....	93
9.8.2. <i>Idioma de la formación</i> .....	94
9.8.3. <i>Introducción</i> .....	94
9.8.4. <i>Cualificación de los participantes a la formación</i> .....	94
9.8.5. <i>Cualificación de los formadores</i> .....	94
9.8.6. <i>Personal que recibirá la formación</i> .....	95
9.8.7. <i>Manuales de formación</i> .....	95

9.8.8. Formación a impartir.....	95
<b>10. GARANTÍAS .....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO 1. REQUISITOS GENERALES DEL PROYECTO.....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXO 2. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO .....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO 3. DOCUMENTACIÓN.....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXO 4. PLANOS.....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO 5. FORMULARIOS TÉCNICOS .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO 6. INFORMACIÓN GEOTÉCNICA .....</b>	<b>105</b>

## 1. INTRODUCCIÓN – ANTECEDENTES

La "Planta de Valorizació Energètica de residus municipals de Campdorà (Girona)", en adelante la PVE de Girona o simplemente la PVE, es propiedad de los Ayuntamientos de Girona, Salt y Sarrià de Ter, es gestionada y operada por la empresa pública *Tractament de Residus i d'Aigües Residuals de Girona* (Trargisa), y se está sometiendo a un proceso de modernización que permitirá que la planta sea operativa bajo el paraguas de las conclusiones de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) para la incineración de residuos de las plantas existentes según la Decisión de la Comisión Europea 2019/2010 de 12 de noviembre de 2019. La planta está actualmente parada y sólo se permite la realización de operaciones de transferencia de residuos.

El proceso de modernización de la planta consistirá en las siguientes actividades:

1. Ampliación del edificio del foso de residuos existente para permitir la instalación de dos grúas puente.
2. Sustitución de los dos hornos adiabáticos, la caldera común y los precipitadores electrostáticos todos ellos existentes por un nuevo horno-caldera de última generación.
3. Sustitución de la turbina existente y el ciclo térmico correspondiente por un nuevo ciclo agua-vapor y un nuevo turbogenerador de vapor.
4. Instalación de un nuevo sistema eléctrico.
5. Instalación de un nuevo sistema de control
6. Reparaciones y mejoras en la Depuración de Gases.
7. Deconstrucción de una parte de las instalaciones existentes y obras civiles para ubicación de nuevos equipos.

Este documento tiene como objeto definir los trabajos que deben realizarse para el diseño, suministro, construcción, montaje, puesta en servicio y pruebas correspondientes a la actividad "3".

El resto de actividades arriba enumeradas no forman parte de la presente especificación

## **2. CONDICIONES LÍMITES GENERALES**

Las condiciones límites generales del proyecto se establecen en el Anexo 1 "Requisitos Generales del Proyecto" de la presente Especificación Técnica.

### **3. OBJETO DE LA ESPECIFICACIÓN**

El Contratista cubrirá todos los trabajos de diseño, ingeniería, fabricación, adquisición, transporte, construcción, montaje, puesta en marcha y pruebas correspondientes a todos los equipos definidos en la presente especificación en régimen de "llave en mano".

Deberán incluirse en el alcance de la oferta del Licitador los sistemas y equipos auxiliares necesarios para conformar de forma funcional y fiable el nuevo ciclo agua-vapor de generación de energía de la planta, que de forma resumida y no exhaustiva son los siguientes:

- Turbogenerador de vapor (Turbina de vapor, reductor y alternador)
- Condensador hidráulico
- Desgasificador y tanque de agua de alimentación de caldera
- Bombas de agua de alimentación de caldera
- Tanque de condensado y bombas de condensado
- Planta de tratamiento de agua desmineralizada
- Torres de refrigeración y bombas de agua de refrigeración
- Obra civil: cimentaciones y bancadas de los elementos descritos en el presente documento

Las bases de diseño que debe considerar el Licitador se establecen en el conjunto de Documentos de Licitación.

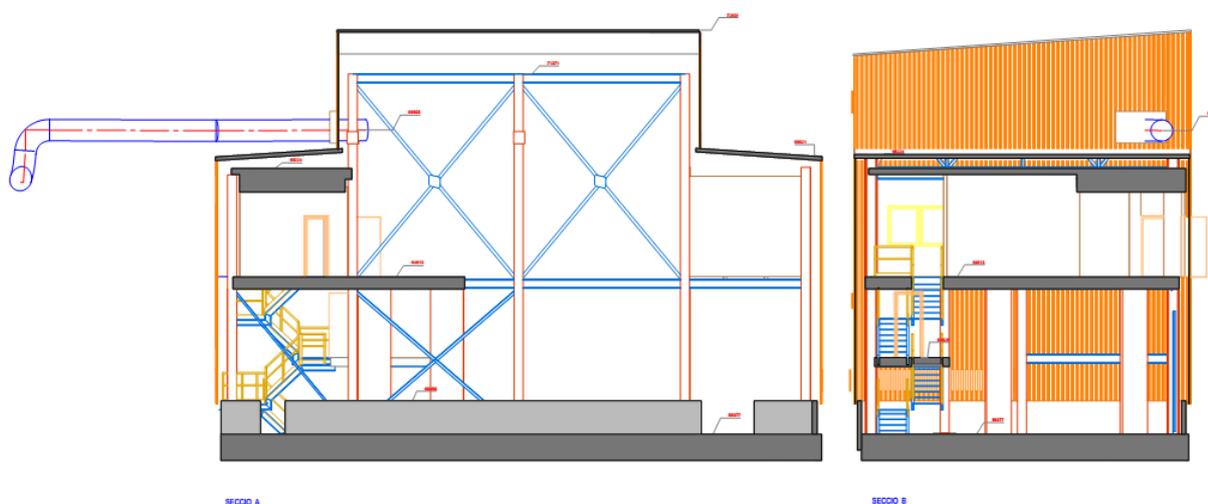
## 4. REQUISITOS GENERALES DE SUMINISTRO

### 4.1. Datos básicos de Diseño

#### 4.1.1. Restricciones de espacio

El turbogenerador de vapor y condensador hidráulico deberán ser diseñados cumpliendo las siguientes restricciones:

- El turbogenerador de vapor, sus equipos auxiliares y el condensador hidráulico se instalarán en el interior de la nave de turbina existente. Todos los equipos existentes serán desmontados y/o retirados, los espacios disponibles resultantes se indican en los planos adjuntos (ver Anexo 4 Planos). En los mismos se incluye una posible implantación que el licitador podrá utilizar como guía para ubicar sus equipos.
- De forma general, el turbogenerador se instalará elevado sobre el nivel de pavimento existente, prefiriéndose que el escape de turbina sea radial, de forma que el condensador de vapor de escape se instale bajo la turbina. En cualquier caso, el licitador tendrá libertad para ubicar los equipos en el espacio disponible, sin que ello implique la modificación estructural de la nave.
- El licitador deberá tener en cuenta todos los espacios necesarios dentro la nave para facilitar el mantenimiento de los equipos y, en su caso, la retirada de los mismos o de parte de ellos del interior de la nave de turbina, utilizando el puente grúa para mantenimiento, otros puntos de elevación que prevea el licitador y la puerta principal de la nave. Deberá tenerse en cuenta, entre otros: espacio útil para extracción del rotor del generador, espacio útil para extracción de los tubos del condensador; espacio útil para el izado de la carcasa de turbina, etc.



*Figura Vistas de la nave de la turbina*

## 4.1.2. Restricciones de proceso

El vapor vivo de admisión a turbina procederá de un nuevo horno-caldera, el cual no es objeto de la presente especificación, de 6t/h de capacidad mecánica de tratamiento de residuos y 14,65 MWt de capacidad térmica a 100% MCR ("Maximum Continuous Rating") que equivale a una generación de vapor vivo de 16.700 kg/h a 45 bar(a), 400°C en el límite de batería de caldera.

La potencia eléctrica nominal de la turbina deberá ser tal que se supere de forma razonablemente holgada un rendimiento eléctrico bruto del 20%, medido como cociente entre potencia bruta generada al 100% de carga de turbina (MWe) y potencia térmica en residuos a 100% MCR (MWt). El Licitador deberá optimizar el ciclo térmico con el objetivo de alcanzar, si posible, un rendimiento eléctrico bruto del 25%. No se admitirán propuestas con una garantía de generación eléctrica inferior a 3 MWe.

La turbina deberá ser capaz de admitir el caudal generado por la caldera cuando ésta esté funcionando al 110% MCR. El turbogenerador de vapor deberá ser capaz de funcionar de forma continua, sin ninguna restricción, en cada carga entre la carga mínima (que será establecida por el licitador) y la carga nominal (100%), pudiendo admitir una sobrecarga del 10% como mínimo durante períodos sostenidos de hasta dos horas de duración por día.

La turbina dispondrá, como mínimo, de una extracción intermedia que dará servicio al precalentador de aire de combustión de parrilla y al desgasificador térmico. En caso de disponer de más de una extracción, una de ellas estará dedicada al precalentamiento con vapor de condensados previa a su entrada al desgasificador térmico. En ese caso la presión de servicio de dicha extracción será inferior a la utilizada para dar servicio al precalentamiento de aire de combustión y desgasificador.

La presión del colector de vapor vivo se mantendrá constante por medio del sistema de regulación de admisión de la turbina de vapor.

La turbina también se diseñará para funcionar en modo isla, con la turbina alimentando únicamente la carga parasitaria de la Planta necesaria para mantener el tratamiento térmico de residuos en funcionamiento. En este caso, el exceso de vapor pasará por el bypass de la turbina. La turbina y el sistema de derivación se diseñarán para hacer frente a la transición de estar exportando energía mientras se inyecta en la turbina el 100% del flujo de vapor a capacidad nominal, a la operación en modo isla inyectando en turbina el caudal de vapor vivo necesario que permita a la turbina alimentar los consumidores propios de la incineración, sin que disparen las válvulas de seguridad de la caldera o dispare la turbina debido a una presión de vapor excesiva en el escape.

El vapor de escape de la turbina será condensado por medio de un condensador enfriado por agua. La salida de vapor de turbina se realizará según lo dispuesto en el apartado 4.1.1 anterior.

El sistema de agua de refrigeración del condensador deberá ser capaz de funcionar sin restricciones en las siguientes condiciones:

- Cuando el vapor admitido en la turbina corresponda al vapor proporcionado por la caldera estando ésta funcionando al 110% MCR.
- Estando la turbina en bypass y la caldera proporcionando el vapor correspondiente al 110% MCR.
- Estando la caldera proporcionando el vapor correspondiente al 100% MCR y el turbogenerador de vapor funcionando en isla (alimentando una carga parásita mínima de 550 kW) y desviando el exceso del vapor de caldera por el bypass de turbina.

Para los casos de funcionamiento en bypass, isla o cargas inferiores al 50%, el vapor necesario para desgasificador y precalentamiento de aire de combustión de parrilla será tomado directamente desde la línea de vapor vivo y deberá ser despresurizado y atemperado convenientemente.

## 4.2. Condiciones operativas

Tanto la turbina como el ciclo térmico agua-vapor asociado deberán ser capaces de funcionar en continuo con las siguientes condiciones de proceso:

Parámetro	Unidad	Valor
<b>VAPOR VIVO</b>		
Caudal nominal de vapor vivo (salida de caldera a 100% MCR)	Kg/h	16.700
Presión de vapor vivo (salida de la caldera)	bar(a)	45
Temperatura del vapor vivo (salida de la caldera)	°C	400
<b>VAPOR DE EXTRACCIÓN</b>		
Caudal de vapor (entrada precalentador de aire)	Kg/h	170
Presión de vapor de extracción (entrada precalentador de aire)	bar(a)	≥5,0
Temperatura del vapor de extracción (entrada precalentador de aire)	°C	Saturado o ligeramente sobrecalentado
<b>CONDENSADO</b>		
Presión de escape del vapor a salida de turbina	bar(a)	≤0,1
Salto térmico agua de refrigeración	°C	10
<b>AGUA DE ALIMENTACIÓN</b>		
Temperatura de agua de alimentación de caldera en el límite de la batería (ver apartado	°C	130

Parámetro	Unidad	Valor
<b>¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.)</b>		
Presión del agua de alimentación de caldera en el límite de la batería	bar(a)	55 (*)
Calidad del agua de alimentación de caldera	-	Desmineralizada y desgasificada según EN 12952-12
<b>TORRE DE REFRIGERACIÓN</b>		
Temperatura de bulbo húmedo de diseño	°C	≥24

(\*) Valor estimado. A confirmar durante la ejecución.

### 4.3. Modos de funcionamiento

El licitador deberá incluir en su oferta la evaluación de los siguientes modos de funcionamiento del turbogenerador de vapor y ciclo térmico agua-vapor:

- 1) Horno-Caldera a 100% MCR. Todo el vapor generado se suministra al turbogenerador de vapor (punto de diseño del turbogenerador de vapor)
- 1b) Horno-Caldera a 100% MCR con menor vapor de extracción para precalentamiento de aire primario. Todo el vapor generado se suministra al turbogenerador de vapor
- 2) Horno a carga térmica mínima. Horno-Caldera a 60% MCR. Todo el vapor generado se suministra al turbogenerador de vapor
- 3) Horno-Caldera a 110%: MCR (sobrecarga temporal). Todo el vapor generado se suministra al turbogenerador de vapor
- 4) Bypass. Horno-Caldera a 110% MCR (sobrecarga temporal). Todo el vapor generado se desvía por el bypass de turbina.
- 5) Isla. Horno-Caldera a 100% MCR. Parte del vapor generado se suministra al turbogenerador de vapor para generar la carga parasitaria mínima (aprox. 550 kW)

Turbina de vapor		Caso 1	Caso 1b	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
Parámetro	Unidad	100% MCR LP1	100% MCR LP1	60% MCR Horno	110% MCR (sobrecarga)	110% MCR (bypass)	Isla
<b>Vapor vivo</b>							
Presión (1)	bar,a	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
Temperatura (1)	°C	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
Caudal salida caldera (1)	Mg/h	<b>16,7</b>	<b>16,7</b>	<b>9,95</b>	<b>18,45</b>	<b>18,45</b>	<b>16,7</b>
Caudal entrada turbina (1)	Mg/h	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
<b>Extracción 1</b>							
Presión	bar,a	<b>5,5</b>	<b>5,5</b>	[...]	<b>≥5,5</b>	[...]	[...]
Temperatura	°C	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
Potencia térmica (2)	kWth	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
Caudal	Mg/h	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
<b>Extracción 2</b>							
Presión	bar,a	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
Temperatura	°C	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
Potencia térmica (2)	kWth	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
Caudal	Mg/h	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
<b>Escape</b>							
Presión	bar,a	<b>≤0,1</b>	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
Temperatura	°C	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]

<b>Turbina de vapor</b>		<b>Caso 1</b>	<b>Caso 1b</b>	<b>Caso 2</b>	<b>Caso 3</b>	<b>Caso 4</b>	<b>Caso 5</b>
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>100% MCR LP1</b>	<b>100% MCR LP1</b>	<b>60% MCR Horno</b>	<b>110% MCR (sobrecarga)</b>	<b>110% MCR (bypass)</b>	<b>Isla</b>
Humedad	%	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
Entalpía	kJ/kg	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
Caudal	Mg/h	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
<b>Potencia en bornes de alternador</b>	<b>kWe</b>	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	<b>550</b>

<b>Necesidades de vapor para precalentamiento de aire primario (3)</b>							
<b>Vapor de extracción de TV</b>		<b>Caso 1</b>	<b>Caso 1b</b>	<b>Caso 2</b>	<b>Caso 3</b>	<b>Caso 4</b>	<b>Caso 5</b>
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>100% MCR LP1</b>	<b>100% MCR LP1</b>	<b>60% MCR Horno</b>	<b>110% MCR (sobrecarga)</b>	<b>110% MCR (bypass)</b>	<b>Isla</b>
Presión entrada (3)	bar,a	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>
Temperatura entrada a precalentador (4)	°C	<b>160</b>	<b>160</b>	[...]	[...]	[...]	[...]
Caudal	kg/h	<b>170</b>	<b>310</b>	<b>410</b>	<b>310</b>	<b>310</b>	<b>170</b>
Presión de salida	bar,a	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>
Temperatura de salida condensado	°C	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>

**NOTAS:**

- 1) La presión y temperatura de vapor vivo en la admisión de turbina debe definirla el licitador. Las condiciones de vapor en el límite de batería del horno caldera son: 45 bar (a), 400°C en todos los casos, excepto en el caso 2 en el que la temperatura del vapor vivo será 380°C. El caudal de vapor vivo indicado corresponde a salida de caldera. Licitador deberá ajustar el caudal de entrada a turbina, caudal de vapor para sellos, eyectores, y/o caudal a colector de baja presión (si necesario) para cubrir los servicios del ciclo agua-vapor (precalentamiento de aire y desgasificador).
- 2) La potencia térmica requerida en cada extracción es BRUTA (Caudal de vapor x Entalpía de vapor)
- 3) Las necesidades de vapor para precalentamiento de aire primario se refieren a entrada y salida del precalentador de aire (brida de entrada de vapor de extracción de turbina y brida de salida de condensados).
- 4) La temperatura indicada de vapor de extracción es tentativa. Se espera que el vapor esté ligeramente sobrecalentado. En cualquier caso el licitador definirá las condiciones de vapor de extracción de entrada al precalentador de aire.

El licitador rellenará todos los espacios vacíos de la tabla, tratando de maximizar la eficiencia de la turbina en todos los casos. Se requiere la menor presión de escape admisible por la turbina en cada punto de trabajo. El licitador también definirá la máxima contrapresión admisible para todos los casos.

#### **4.4. Requisitos Generales de Diseño**

Tanto el turbogenerador de vapor como el resto de equipos y componentes del ciclo agua-vapor deberán ser nuevos y limpios, diseñados, fabricados y dispuestos de manera que tenga un diseño funcional y una apariencia agradable. Todos los equipos y componentes del suministro deberán estar dispuestos de manera que faciliten la vigilancia por parte del operador, el mantenimiento y la monitorización y control del proceso.

Los equipos deberán ser diseñados y se dispondrán de manera que puedan ser fácilmente inspeccionados, limpiados, montados y desmontados sin necesidad de dismantelar a gran escala otras partes del suministro o de los edificios donde se albergan. Deberán ser diseñados, fabricados y puestos en funcionamiento de conformidad con las prácticas de ingeniería más recientes y reconocidas, así como con las prácticas prudentes de la valorización energética de residuos mediante incineración, con lo que se espera que se logre el resultado deseado de acuerdo con la fiabilidad, niveles y estándares de seguridad y salud laboral aplicables.

Los estándares normativos y pautas enumerados en la Especificación, así como toda la legislación, regulaciones, órdenes aplicables de carácter local etc., deberán observarse en el diseño, cálculo, fabricación, montaje, instalación, pruebas, puesta en servicio y puesta en marcha de todas las partes del turbogruppo de vapor y elementos del ciclo agua-vapor.

Los equipos del suministro deberán ser diseñados en función de las condiciones del sitio (incluidas las condiciones extremas) tal como se especifica en el Anexo 1 Requisitos Generales del Proyecto.

El turbogruppo debe ser diseñado para ser capaz de funcionar continuamente al 100% de su capacidad nominal en continuo con una disponibilidad mínima igual o superior a las 8.500 horas al año. Además, el sistema deberá ser capaz de soportar una sobrecarga del 10% durante un período no superior a dos horas por día.

El resto de equipos del ciclo agua-vapor debe diseñarse para ser capaz de funcionar con una disponibilidad de 8.760 horas/año, de las cuales, 8.600 horas a plena capacidad.

El diseño del turbogruppo se optimizará en todos los modos de funcionamiento previstos en el apartado 4.3

La vida útil de diseño del turbogenerador de vapor debe ser de como mínimo 25 años.

Deberán disponerse de medidas de protección y seguridad adecuadas y de acción automática para la reducción automática de la carga o la parada del equipo en caso de condiciones de funcionamiento anormales.

El proceso termodinámico tanto del turbogruppo como del resto de equipos del ciclo agua-vapor será optimizado por el Contratista en base a los equipos propuestos.

Deberá seguirse un equilibrio económico óptimo entre la inversión, gastos de mantenimiento y disponibilidad de los equipos (interrupciones planificadas y no planificadas).

El paso a sistemas, equipos o componentes en reserva será automático, en la medida en que sea necesario para la operación continua del conjunto suministrado, sin interrupciones de funcionamiento.

En el caso de que el equipo y/o sistema se pare, el drenaje de los componentes (como tuberías, tanques, etc.) se realizará, en la medida de lo posible, de forma automática desde la sala de control.

Todo el equipo se diseñará para garantizar la puesta en marcha desde cualquier condición, por ejemplo, desde estado frío o frío intenso, o en caliente sin necesidad de medidas especiales o preparatorias.

Todos los componentes suministrados, ya sean mecánicos o eléctricos, serán de diseño y calidad comprobados, con experiencia industrial y cumplirán con normas internacionalmente aceptadas. No se aceptan prototipos ni elementos instalados por primera vez en plantas de proceso.

#### 4.5. Concepto de Redundancia

El Licitador debe seguir un concepto de redundancia para cumplir con las garantías de prestaciones establecidas en el Anexo 5, Formulario 1, así como con el requisito de diseño de disponibilidad. Los requisitos específicos de redundancia para los sistemas mecánicos, eléctricos y de I&C se definen a continuación.

Para los elementos críticos del ciclo agua-vapor el nivel de redundancia del diseño deber ser N+1, donde N es el número de componentes necesarios para mantener la capacidad nominal del turbogruppo de vapor y el ciclo térmico agua-vapor y N+1 significa que, incluso en caso de interrupción del componente más grande, se mantiene la capacidad de nominal del turbogruppo de vapor.

En resumen, pero sin limitarse al cuadro siguiente, se considerarán las siguientes redundancias, así como los márgenes de diseño que se indican:

Componente ciclo agua-vapor – condensados	Redundancia	Margen Diseño		Comentario
Línea RO+EDI (Planta de tratamiento de agua desmineralizada)	2 x 100%	Caudal	+10%	
Bomba de agua de alimentación de caldera	2 x 100%	Caudal Presión	+20% +35%	Los valores exactos serán definidos por el Licitador
Bomba de condensado	2 x 100%	Caudal Presión	+20% +35%	Los valores exactos serán definidos por el Licitador

Componente ciclo agua-vapor – condensados	Redundancia	Margen Diseño		Comentario
Bomba agua de refrigeración del condensador	3 x 50%	Caudal Presión	+20%	
Bomba de agua desmineralizada a desgasificador	2 x 100%	Caudal Presión	+30%	
Enfriadores aceite de turbina	2 x 100%			
Refrigeración alternador	2 x 100%			
PLC / Controladores a prueba de fallos turbogenerador de vapor	CPU: 2 x 100% Fuentes de alimentación: 2x100% Tarjetas de comunicación: 2x100%			

Los sistemas: eléctrico y de control, se diseñarán de manera que no se produzca ninguna condición de fallo creíble que pueda:

- Causar cualquier peligro al personal de operación y a los equipos suministrados;
- Invalidar la protección inhibiendo un disparo o un enclavamiento;
- Parar más de un equipo principal;
- Disparar simultáneamente un elemento del turbogruppo e invalidar su cambio automático; y
- Afectar a más de un área de control.

Los sistemas de control y supervisión se diseñarán para reducir al mínimo la posibilidad de que se produzca una interrupción del funcionamiento del turbogenerador de vapor debido a fallos del sistema de control.

Todo equipo cuya falta de disponibilidad debido a un fallo pueda causar daños a otros equipos estará respaldado por un equipo de reserva, alimentado por una fuente de emergencia en caso de fallo del suministro eléctrico principal.

La interrupción de uno de los componentes de un sistema auxiliar no causará ninguna limitación de la potencia eléctrica generada del turbogenerador de vapor. La sustitución y reparación de los componentes redundantes será posible sin interrumpir el funcionamiento del turbogenerador de vapor.

Cuando sólo se utilice un único componente diseñado para trabajar al 100% (y especialmente debido a las consecuencias derivadas de la interrupción de este componente), se mantendrán existencias adecuadas de piezas de repuesto de ese componente para limitar el tiempo de interrupción del turbogenerador de vapor y para cumplir la disponibilidad de las condiciones de diseño.

## **5. ALCANCE DEL CONTRATO**

### **5.1. Alcance general**

El alcance de esta Especificación y del Contrato abarca todos los suministros y servicios necesarios para cumplir el propósito de entrega completa de un turbogenerador de vapor, junto con los elementos del ciclo agua-vapor dentro de un proyecto de valorización de residuos sólidos, aunque no se mencionen explícitamente en lo que sigue.

Se incluyen en los trabajos todos los equipos, conocimientos técnicos y servicios, incluidos los documentos y certificados necesarios para que el Contratista pueda fabricar, entregar, instalar, poner en servicio y en marcha el suministro.

Los trabajos incluyen el diseño, estudios, ingeniería, fabricación, pruebas en fábrica, embalaje, envío, despacho de aduanas, transporte a la obra, descarga, almacenamiento de los equipos, construcción de cimentaciones, bancadas, estructuras de soporte, acceso, escaleras y pasarelas aplicables, montaje electromecánico, puesta en marcha de los equipos, así como el suministro de información de todos los sistemas de que forman parte de suministro, interfases, etc., todos los documentos necesarios para el funcionamiento y el mantenimiento del equipo, la preparación y entrega de los documentos y certificados exigidos por la reglamentación local, la formación del personal de operación y mantenimiento, los ajustes de funcionamiento, la prueba de funcionamiento en continuo con la caldera de residuos, la prueba de fiabilidad, las pruebas de prestaciones y de disponibilidad, los servicios durante el período garantía de defectos y las piezas de repuesto, a precio cerrado.

### **5.2. Alcance de los servicios de Ingeniería**

El Contratista será responsable de la preparación, en tiempo y forma, de toda la documentación de ingeniería para el diseño, la fabricación, el montaje, la puesta en servicio y las pruebas de todo el equipo y los sistemas incluidos dentro de los trabajos.

#### **Ingeniería Básica y de Detalle**

Todos los servicios de ingeniería básica y de detalle requeridos para cumplir el calendario acordado del proyecto serán llevados a cabo por el Contratista.

Además, servicios tales como:

- Preparación de la descripción funcional del control del ciclo agua-vapor (excluido el turbogenerador de vapor) y especificación de las pantallas gráficas que se aplicarán en el sistema de control de planta (DCS) (que será proporcionado por un tercero)

se proporcionarán dentro del alcance solicitado.

La ingeniería y coordinación se harán para todo el equipamiento a suministrar y para los servicios descritos en la presente Especificación y necesarios para el cumplimiento de los trabajos.

### **Evaluación adicional**

El Contratista realizará una evaluación de seguridad tipo HAZOP (Hazard and Operability) de conformidad con la norma IEC 61882 y la presentará a Trargisa en el plazo acordado en el programa del proyecto. El Nivel de Integridad de Seguridad requerido (SIL) será definido por el Contratista.

### **Marcado CE**

El Contratista emitirá una declaración de conformidad (de acuerdo con la PED (Directiva 2014/68/UE de equipos a presión) y el correspondiente marcado CE que se entregará a Trargisa.

## 5.2.1. Otros servicios de ingeniería relacionados

También se incluirán los siguientes suministros y servicios:

- Participación en reuniones regulares con Trargisa o los Representantes de Trargisa (asistencia técnica de Trargisa), incluyendo:
  - . Reuniones de avance
  - . Reuniones de planificación y coordinación
  - . Reuniones de revisión de diseños
  - . Reuniones de coordinación de Seguridad, Salud y Medio Ambiente
  - . Reuniones de construcción
  - . Reuniones de puesta en marcha
- Participación en reuniones puntuales en Planta con terceros si así lo requiriera Trargisa.
- Los gastos de material y de personal para pruebas e inspecciones que sean obligatorias según la legislación vigente.
- Costes de materiales para las inspecciones en el emplazamiento.
- Coordinación de las interfases con Trargisa y otros Contratistas.
- Coordinación de todos los esfuerzos, dentro de los límites del suministro, para asegurar que el diseño de ingeniería cumpla plenamente con las leyes y reglamentos aplicables. El Contratista coordinará, asimismo, los esfuerzos de sus Subcontratistas.
- Pólizas de seguro según se requiera.
- Diseño y disposición de líneas de proceso con suficiente espacio para montaje y posterior mantenimiento.

## 5.2.2. Documentación

### 5.2.2.1. Documentación como parte de la Licitación

Los documentos presentados con la Licitación serán revisados y formarán parte del Contrato según lo acordado entre Trargisa y el Licitador.

El Licitador podrá proponer modificaciones debidamente justificadas a la lista de documentos de la Licitación como se establece en el Pliego de Condiciones Administrativas Particulares.

### 5.2.2.2. Documentación durante ejecución

La lista de documentos de ingeniería y diseño que deberá presentar el Contratista durante las etapas de diseño y ejecución de este proyecto figura en el Anexo 3 Documentación.

El Licitador proporcionará las fechas preliminares de entrega de los documentos de ingeniería y diseño enumerados en el Anexo 3. Estos documentos se presentarán con suficiente antelación, de modo que las correcciones, así como el tiempo de presentación de los documentos corregidos, no den lugar a ningún retraso con respecto al calendario acordado (Programa de Ejecución).

En caso de que no se declare un plazo concreto, dichos documentos se facilitarán con una antelación mínima de cuatro (4) meses respecto del comienzo de cualquier actividad de construcción o fabricación o de puesta en servicio que figure en el Programa de Ejecución.

Trargisa se reserva el derecho de solicitar al Contratista los planos, documentos, etc. adicionales que se requieran a los efectos de concesión de permisos, así como para una mejor comprensión y definición adecuadas del diseño y la ingeniería de los trabajos.

## 5.3. Equipos y sistemas

En la siguiente tabla se indican los componentes necesarios para este lote, especificándose si están incluidos en el alcance del comprador (TRARGISA) o del Licitador.

Ítem	LICITADOR	COMPRADOR (TRARGISA)	Observaciones
<b>1. Obra civil y estructuras</b>			
Desmontaje y desmantelamiento de equipos existentes en nave de turbina		X	
Cimentación de turbogruppo + estructura apoyo (mesa) (si requerido)	X		
Cimentaciones y bancadas equipos:			
• Condensador hidráulico	X		
• Desgasificador y tanque de agua de alimentación	X		
• Bombas agua de alimentación	X		
• Bombas de condensado	X		
• Bombas de agua desmineralizada	X		
• Torre de refrigeración	X		

Ítem	LICITADOR	COMPRADOR (TRARGISA)	Observaciones
• Bombas de agua de refrigeración	X		
• Tanque de agua bruta	X		
• Tanque de agua desmineralizada	X		
• Tanque de purgas ciclo agua-vapor	X		
• Instalación de vacío turbina y condensador	X		
Estructura soporte desgasificador y tanque de agua de alimentación	X		
Plataforma de mantenimiento y operación turbina cota +5,24m con conexión a sala eléctrica/control cota +5,24 y escalera existente	X		
Plataforma de acceso y mantenimiento desgasificador y tanque de agua de alimentación	X		
Plataforma de conexión a pasarela/s horno caldera desde plataforma tanque agua de alimentación	X		
Otras escaleras y plataformas necesarias para acceso y mantenimiento de equipos del suministro	X		
Rehabilitación del edificio de turbina (refuerzo de cimentaciones del edificio, refuerzo estructura portante, fachadas, divisiones interiores, ventilación y resto de instalaciones técnicas de la nave - iluminación, tomas de fuerza, agua industrial-)		X	
<b>2. Equipos electromecánicos</b>			
Turbina de vapor	X		Preferente escape radial
Reductor	X		
Alternador	X		
Estructura soporte turbogruppo y skid aceite lubricante incluyendo "silent-blocks" (si procede)			
Filtro de vapor vivo + separador ciclónico de gotas	X		
Sistema de admisión y cierre rápido vapor vivo	X		

Ítem	LICITADOR	COMPRADOR (TRARGISA)	Observaciones
Sistema de lubricación turbina compuesto por:	X		
• Tanque aceite	X		
• Bomba principal accionamiento mecánico	X		1x100%
• Bomba principal eléctrica AC	X		1x100%
• Bomba emergencia eléctrica DC	X		
• Enfriadores aceite	X		2 x 100% (por agua)
• Filtros de aceite	X		2 x 100%
• Extractor de vapores aceite incluyendo ventilador + filtro	X		
• Bloque de control de seguridad válvula de 2 de 3	X		
• Jaking oil pump	X		2 x 100% AC
• Separador agua/aceite	X		
• Calefacción de aceite	X		
• Bombas de aceite de control	X		2 x 100% AC (si necesaria bomba)
Sistema refrigeración alternador	X		2 x 100%
Sistema de vapor de sellos de turbina, incluyendo:	X		
• Condensador de vapor de sellos	X		
• Extractor de incondensables	X		2 x 100%
Estación de Bypass:	X		
• Válvula reductora de accionamiento neumático y atemperador	X		
• Válvula de control inyección de agua	X		
• Dump tube	X		
Tanque flash de purgas de vapor de alta presión	X		
Tanque atmosférico de purgas ciclo agua-vapor	X		
Bomba de purgas a depósito agua de proceso (en zona horno-caldera)	X		
Condensador de superficie incluyendo:	X		

Ítem	LICITADOR	COMPRADOR (TRARGISA)	Observaciones
• Hotwell	X		
• Eyectores de vacío 2 x 100% incluyendo inter/post condensador + eyector de arranque	X		
Bombas de condensado	X		2x100%
Desgasificador y tanque de agua de alimentación	X		
Bombas de agua de alimentación de caldera	X		2x100%
Torre de refrigeración	X		Piscina de hormigón, si procede, incluida
Bombas de agua de refrigeración	X		2 x 100%
Bombas agua refrigeración auxiliar	X		2 x 100 % , si proceden
Skid de tratamiento de agua de torre	X		
Circuito de refrigeración auxiliar	X		Directo o indirecto
Bombas de trasiego de agua industrial a depósito de agua bruta		X	Agua industrial = agua depurada de EDAR anexa
Canalización de agua industrial desde depuradora hasta depósito de agua bruta		X	
Canalización de agua potable hasta depósito de agua bruta		X	
Depósito de agua bruta	X		
Planta de tratamiento de agua desmineralizada (PTA), incluyendo: Bombas agua bruta + RO + EDI + bombas lavado + depósito/s intermedios de agua osmotizada + cuadro eléctrico y de control PTA	X		
Depósito de agua desmineralizada	X		
Bombas de agua desmineralizada para aporte a tanque de agua de alimentación	X		2x100%
Puente grúa mantenimiento de turbina/alternador	X		
<b>3. Instalación eléctrica</b>			
Cables 6,3 kV alternador – trafo elevador	X		Hasta terminales de baja tensión de Trafo elevador 6,3 / 25 kV

Ítem	LICITADOR	COMPRADOR (TRARGISA)	Observaciones
Cubículo de neutro del alternador	X		A conectar en neutro del devanado estrella del trafo elevador (preferible)
Cuadro general de distribución BT (CGDBT)		X	
CCM Turbina y auxiliares de turbina	X		
CCM Consumidores ciclo agua-vapor	X		
CCM Planta tratamiento agua demin	X		
Suministro de cables y caminos de cables de CGDBT a CCMs + conexiones	X		
Motores	X		
<b>4. Instalación de control</b>			
Cuadro de control, protección y sincronismo turbogenerador de vapor	X		Incluye protección diferencial bloque alternador-trafo elevador
Cuadro de control ciclo agua-vapor (DCS) y módulos I/O remotos asociados		X	
Cuadro de control planta tratamiento agua demin	X		
Instrumentos y válvulas de control ciclo agua-vapor	X		
Suministro de cables y caminos de cables de instrumentos y válvulas, señales hardwired entre campo y cuadros de control + conexiones	X		
Suministro de cables y caminos de cables de comunicaciones bus/ ethernet entre cuadros de control + conexiones	X		
Descripción funcional del control ciclo agua-vapor	X		
Definición gráficos de control y supervisión ciclo agua-vapor	X		
Programación control ciclo agua-vapor		X	
Elaboración pantallas de control y monitorización en			
<b>5. Otros</b>			
Aislamiento térmico	X		

Ítem	LICITADOR	COMPRADOR (TRARGISA)	Observaciones
Suministro y montaje tuberías aire comprimido servicios	X		Inicio: límite batería; Fin: dentro suministro
Suministro y montaje tuberías aire comprimido instrumentos	X		Inicio: límite batería; Fin: dentro suministro
Suministro y montaje tuberías agua industrial (*)	X		Inicio: límite batería; Fin: dentro suministro
Suministro y montaje tuberías drenaje (*)	X		Inicio: límite batería; Fin: dentro suministro
Suministro y montaje tuberías agua refrigeración (*)	X		Inicio: límite batería; Fin: dentro suministro incluye refrigeración sistema toma muestras (a suministrar por otros)
Suministro y montaje tuberías toma de muestras (*)	X		Inicio: límite batería; Fin: dentro suministro
Polipastos y elementos de elevación + puntos de elevación	X		
Recambios	X		Puesta en marcha + 24 meses desde CAP
Herramientas especiales	X		
Lubricantes y grasas	X		Puesta en marcha + 12 meses desde CAP
Productos químicos y otros consumibles	X		Puesta en marcha + 12 meses desde CAP

De forma general el alcance de equipamiento electromecánico incluirá también los siguientes servicios y componentes:

- Todas las plataformas de servicio, escaleras, escalas, en la nave del turbogenerador, área del desgasificador y torre de refrigeración dotadas de todos los auxiliares requeridos.
- Todas las medidas de prevención de ruidos de modo que se observen los niveles de ruido requeridos en esta Especificación.
- Todo el aislamiento requerido de acuerdo con lo indicado en esta Especificación y en el Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente Especificación.
- Pintura y protección contra la corrosión como requerido en el Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente Especificación.
- Etiquetado detallado completo de todos los componentes, codificados según procedimiento indicado en el Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente Especificación.
- Todos los acoplamientos y sus protecciones necesarias.
- Todos los venteos, purgas y sistemas de vaciado necesarios, completos.
- Todas las tuberías, adaptadores, conexiones, compensadores, válvulas, actuadores automáticos, soportes, fijaciones, etc, necesarios.

- Todas las estructuras necesarias, placas de asiento, pernos de anclaje, soportes, cubiertas, etc, necesarios.
- Todas las partes incrustadas en hormigón.
- Todas las medidas de seguridad necesarias.
- Todos los cables de potencia, control y medida conforme al Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente Especificación
- Todas las estructuras de soporte, bandejas y materiales de fijación de los cables conforme al Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente Especificación
- Todo el equipamiento estándar y accesorios que se incluyen normalmente en el suministro pero que no se listan por separado.

#### **5.4. Embalaje y transporte**

El Contratista será responsable del embalaje, transporte y descarga de suministro.

En el apartado 9.4 se incluyen más detalles.

#### **5.5. Montaje, Puesta en Servicio y Pruebas**

- Montaje completo del alcance del suministro hasta el estado de listo para operación. Esto incluye la movilización y el suministro del personal de supervisión necesario, personal cualificado y no cualificado, así como de andamios para instalación y montaje, grúas, montacargas, equipo y materiales, alojamiento del personal, pruebas e inspecciones prescritas.
- Todas las soldaduras de campo de acuerdo con los procedimientos aprobados y los requisitos de cualificación de soldadores.
- Puesta en marcha y optimización de todos los componentes de la planta, así como la realización de todas las mediciones necesarias.
- Supervisión del montaje, puesta en servicio y pruebas de garantía y fiabilidad del equipo completo suministrado.
- Todas las pruebas según lo indicado en la presente Especificación y sus anexos.
- Todas las medidas de Seguridad Salud y Medio Ambiente requeridas.
- Todas las inspecciones y pruebas que se lleven a cabo para obtener el certificado de cumplimiento de la Directiva de Equipos a Presión PED / ASME, según lo exigido por el organismo de control autorizado.

En el apartado 9.5 y en el Anexo 2 se indican otros requisitos específicos relativos a inspecciones y a las pruebas de aceptación.

#### **5.6. Formación**

El Contratista proporcionará una formación adecuada que abarque todos los aspectos del equipamiento y los sistemas suministrados, tanto para operación como para el mantenimiento. Esto incluye:

- formación teórica (formación en aula)

– formación en planta durante la jornada laboral.

Los detalles sobre la formación se incluyen en el apartado 9.8.

## **5.7. Recambios, Herramientas, Utensilios y Consumibles**

### **5.7.1. Recambios**

Los recambios, incluidas las piezas de desgaste, cubrirán aquellos elementos recomendados por el Licitador para que la Planta pueda funcionar de forma eficiente durante un período de dos (2) años. Estas piezas se ofrecerán en documentos separados (ver Pliego de Condiciones Administrativas).

Todos los ítems mostrados en estas listas podrán formar parte del precio del Contrato y Trargisa puede pedir todos o cualquiera de los ítems a su discreción, ajustándose, en consecuencia, el precio del Contrato.

La lista final de recambios incluirá la vida útil y la cantidad de cada recambio.

Todos los recambios necesarios para la puesta en servicio y pruebas de la Planta, de acuerdo con el Anexo 2 Pruebas y Puesta en Marcha, hasta la fecha de la aceptación de los trabajos, forman parte del alcance principal del Contrato y deben incluirse en la lista de recambios con la nota "para uso en puesta en marcha y pruebas".

Los ítems principales de la lista de recambios (idealmente por encima de 15.000 euros por ítem) deben tener un precio individual, pero los ítems menores pueden agruparse.

El Licitador deberá separar en el Programa aquellos recambios "consumibles" (piezas de desgaste) necesarios para el mantenimiento diario eficiente de cualquier elemento de la Planta, y los recambios "estratégicos" que, en opinión del Licitador, Trargisa debería mantener para reducir al mínimo las paradas de Planta por averías.

Cada artículo se etiquetará en español o catalán e inglés y se empaquetará por separado para evitar daños y se sellará para evitar el deterioro por corrosión. La protección será suficiente para un mínimo de dos (2) años de almacenamiento en un edificio seco e impermeable.

Los recambios se colocarán en estanterías, cajones, estantes, armarios, sacos, etc. que serán proporcionados por el Licitador, cuando no se disponga de estos elementos en Planta, es decir, sólo en caso de saturación de los almacenes existentes.

El Licitador podrá utilizar cualquiera de los recambios con permiso por escrito de Trargisa. Todas las piezas utilizadas serán repuestas por el Licitador antes de la emisión del Certificado de Aceptación Provisional (CAP).

## 5.7.2. Herramientas y utensilios

Las siguientes herramientas y utensilios se suministrarán en virtud del presente Contrato para uso de Trargisa, sólo en caso de que sean necesarias para el cumplimiento del Contrato:

- a) Un juego de herramientas necesarias para el mantenimiento del turbogenerador de vapor y condensador (si procede)
- b) Un juego de aparatos especiales de elevación y manipulación necesarios para el mantenimiento del turbogenerador de vapor y condensador (en estos elementos no se incluye el puente grúa de mantenimiento a instalar en la nave de turbina por el Contratista).

Nota: Las herramientas especiales y los aparatos especiales de elevación y manipulación se refieren a productos que no se encuentran en el mercado y que sólo pueden adquirirse a través del Proveedor del equipo original y/o son únicamente adecuados para el uso previsto.

El Contratista proporcionará una lista de todos los aparatos de elevación, herramientas y utensilios especiales que se suministren, para su aprobación por parte de Trargisa.

Cada herramienta o utensilio debe estar claramente marcado con su tamaño y/o propósito.

Las herramientas y utensilios suministrados no se utilizarán para fines de montaje por el Contratista y se entregarán en estado nuevo.

Se exceptúan los aparatos o utensilios de elevación especiales que podrán utilizarse siempre y cuando se entreguen a Trargisa, no hayan sido sometidos a un desgaste superior a lo normal y sigan siendo plenamente adecuados para el uso previsto.

Si el peso de una caja y su contenido es tal que no puede ser transportada convenientemente, se apoyará en ruedas de goma dirigibles.

Cada armario y caja deberá estar pintado, provisto de una cerradura y marcado claramente en letras blancas (o de un color que destaque) con el nombre del equipo para el que están destinadas las herramientas y utensilios contenidos.

Se proporcionarán bastidores de almacenamiento adecuados para todos los equipos de elevación portátiles del presente Contrato.

En todos los ítems cuyo peso exceda de 15 kg se dispondrá de orejetas de elevación, orejas o pernos con anilla/s, o de orificios roscados para insertar anillas de elevación.

Todos los aparatos de elevación deberán llevar un número de identificación único y una carga de trabajo segura. Se suministrará un certificado de prueba de una entidad de certificación aprobada para cada equipo de elevación.

El Contratista proporcionará todos los carriles de rodadura, carros, bloques de elevación, eslingas especiales, etc. necesarios para la manipulación y el mantenimiento seguro y eficiente de los

trabajos. Se prestará especial atención a equipos especiales tales como bombas, ventiladores, válvulas de control, accesorios del bypass. Se dispondrá de elevadores eléctricos y/o polipastos eléctricos con o sin carriles de rodadura (lo que proceda) para todas las cargas a elevar que superen las 2,5 toneladas (no aplicable al puente grúa de mantenimiento del turbogruppo).

Las herramientas y utensilios se entregarán a Trargisa en la fecha del CAP, incluyendo adecuados estantes, armarios y cajas de almacenamiento.

Cuando el Contrato incluya montaje "in situ" (como es el caso), el Contratista proporcionará para su propio uso las herramientas o utensilios especiales necesarios únicamente para la construcción y montaje, que seguirán siendo de su propiedad.

### 5.7.3. Consumibles

#### 5.7.3.1. Lubricantes y grasas

Todos los lubricantes y grasas propuestos para la operación del turbogruppo y del ciclo agua-vapor serán adecuados para todas las condiciones de operación y ambientales previstas de la Planta.

Todos los lubricantes y grasas estarán, en la medida de lo posible, fácilmente disponibles en el mercado local.

El número de diferentes tipos de lubricantes y grasas se reducirá al mínimo. Para cada tipo y grado de lubricante recomendado, el Licitador deberá enumerar al menos tres lubricantes equivalentes fabricados por empresas alternativas.

El Contratista suministrará el primer llenado de lubricantes (incluido el aceite de turbina) y proporcionará, a partir de la fecha del CAP, suficiente cantidad de lubricantes y grasas necesarios para el funcionamiento a plena carga las 24 horas del día y mantenimiento eficaz del turbo grupo, durante un período de 12 meses.

#### 5.7.3.2. Productos químicos y otros consumibles

El Contrato incluirá el suministro de todos los productos químicos, reactivos, resinas y otros consumibles necesarios para pruebas, puesta en servicio y puesta en marcha de cada sección de los trabajos. Se incluye el llenado inicial de los depósitos de los consumibles y el suministro de los mismos, cuando sea necesario, hasta la fecha del CAP, excepto el combustible auxiliar.

Asimismo, el Contratista suministrará todos los productos químicos y otros artículos fungibles necesarios para el funcionamiento y mantenimiento eficientes del suministro a plena carga las 24 horas del día durante un período de 12 meses para cada sistema del ciclo agua-vapor y turbogruppo a partir de la fecha del CAP. La entrega de estos productos se programará de manera que se ajuste a las necesidades operacionales y a la disponibilidad de espacio en los diversos almacenes.

El Licitador preparará una lista de químicos y otros consumibles en la que se indicarán las cantidades necesarias para cada sistema del ciclo agua-vapor y turbogenerador así como los proveedores recomendados.

## 6. PUNTOS TERMINALES

### • **Obra Civil**

#### Obra civil

- Inicio: Cota +0,00 en nave de turbina, área de torre de refrigeración y planta de tratamiento de aguas.
- Fin: Dentro del alcance (del Contrato) (Cimentación de turbogenerador de vapor, pedestales de hormigón necesarios para equipos incluidos en el suministro, incluyendo demoliciones y excavación necesaria)

#### Estructura metálica

- Inicio: Cota +0,00 en nave de turbina, área de torre de refrigeración y planta de tratamiento de aguas.
- Fin: Dentro del alcance: Estructuras metálicas de soporte de equipos y auxiliares (escaleras, plataformas, pasarelas, etc.) para operación y mantenimiento en nave de turbina, área de torre de refrigeración y área de planta de tratamiento de aguas.

### • **Agua / Vapor:**

#### Vapor vivo:

- Inicio: Brida de salida de caldera
- Fin: Dentro del alcance (del Contrato)

#### Agua de alimentación de caldera 130°C

- Inicio: Dentro del alcance (tanque de agua de alimentación y bombas de agua de alimentación)
- Fin: 2m antes del punto de dosificación química del agua de caldera (por otros) aguas debajo de bombas de agua de alimentación de caldera. En caso de que sea necesario una ramificación para atemperación de vapor sobrecalentado, dicha ramificación se incluye en el alcance.

#### Vapor de baja presión BP1( $\geq 5$ bar,a)

- Inicio: Dentro del alcance
- Fin: Brida de conexión de vapor al precalentador de aire de caldera, brida de conexión a tanque de agua de alimentación / desgasificador térmico (dentro del alcance).

#### Vapor de baja presión BP2 (si requerido)

- Inicio: Dentro del alcance
- Fin: Brida de conexión de vapor BP2 a precalentador de condensados.

#### Válvulas de seguridad

- Inicio: Dentro del alcance
- Fin: Dentro del alcance

#### Soplados y venteos

- Inicio: Dentro del alcance
- Fin: Tubería/s de descarga en cubierta de nave de turbina (zona segura).

#### Drenajes

- Inicio: Dentro del alcance
- Fin: Tanque de agua de proceso en zona de extractor de escorias de caldera

#### Vapor de tanque de purgas de turbina

- Inicio: Dentro del alcance (si se genera)
- Fin: Dentro del alcance (desgasificador o salida del tubo de venteo, lo que proceda)

#### Tuberías del panel de muestreo (agua de alimentación de la caldera, vapor saturado y vivo, condensado de condensador enfriado por agua)

- Inicio: Dentro del alcance (tubería de condensado a panel –ida y retorno-)
- Fin: Panel de toma de muestras

#### Agua desmineralizada

- Inicio: Dentro del alcance
- Fin: Dentro del alcance, excepto uso en caldera; en ese caso el límite es brida de tubería de impulsión 1m fuera de la nave de turbina (fachada en el lado de zona de caldera)

#### Agua potable:

- Inicio: Brida de tubería de impulsión 1 m fuera de la sala de turbina (fachada en el lado de zona de caldera) y/o tubuladura depósito de agua bruta,
- Fin: Dentro del alcance

#### Agua industrial (agua depurada)

- Inicio: Brida de la tubuladura en depósito de agua bruta (incluido en el suministro)
- Fin: Dentro del alcance

#### Agua de refrigeración 4 - 5 bar / máx. 40°C

- Inicio: Torre de refrigeración (Dentro del alcance)
- Fin: Dentro del alcance (del contrato): Condensador  
Dentro del alcance (del contrato): Circuito de refrigeración auxiliar, excepto panel de toma de muestras

#### Agua contra incendio 8-10 bar(a)

- Inicio: Brida de tubería de agua contra incendios dentro de nave de turbina.

- Fin: Dentro del alcance (interior cabina insonorizada de turbina, si procede)

- **Aire comprimido**

Aire de servicio (P.R. +3°C)

- Inicio: Brida de tubería de aire de servicios dentro de nave de turbina.
- Fin: Dentro del alcance

Aire de instrumentos (P.R. -20°C)

- Inicio: Brida de tubería de aire de instrumentos dentro de nave de turbina.
- Fin: Dentro del alcance

- **Aire de ventilación (sólo en caso de cabina de insonorización);**

- Inicio: Dentro de nave de turbina.
- Fin: Dentro del alcance (fachada norte nave de turbina, incluye conductos de ventilación hasta fachada e insonorización)

- **Productos químicos / biocida**

Químicos tratamiento de agua de torre

- Inicio: Dentro del alcance (área de almacenamiento de productos)
- Fin: Dentro del alcance (torre de refrigeración)

Químicos planta de tratamiento de agua desmineralizada:

- Inicio: Dentro del alcance (área de almacenamiento de planta agua desmineralizada)
- Fin: Dentro del alcance (planta de tratamiento de agua desmineralizada)

- **Instrumentos:**

- Inicio: dentro del alcance (armarios de BT, módulos de E/S, cajas de conexiones)
- Fin: instrumentos de campo dentro del alcance. Cableado, bandejas de cables desde el armario eléctrico y de control a los terminales de los instrumentos

- **Electricidad:**

400 V Ca, 3F+T

- Inicio: Bornas de entrada de interruptores de protección de armarios de BT (Auxiliares de turbogenerador de vapor, , cajas de conexiones)
- Fin: Dentro del alcance (dentro del contrato) (consumidores)

230 V Ca F+N+T procedente de UPS (SAI):

- Inicio: Bornas de entrada de interruptores de protección de armarios de BT (Auxiliares de turbogenerador de vapor, , cajas de conexiones)
- Fin: Dentro del alcance (dentro del contrato) (consumidores)

Otros niveles de tensión (incluido 110 V o 230V corriente continua):

- Inicio: Dentro del alcance
- Fin: Dentro del alcance (consumidores)

Cableado y caminos de cables (motores, actuadores, traceado, consumidores intermedios/finales)

- Inicio: armarios de BT, armarios de control, armarios intermedios, cajas de conexiones, módulos de Entradas/Salidas (E/S) (dentro del alcance)
- Fin: consumidores eléctricos dentro del alcance. El cableado, las bandejas de cables y las conexiones efectivas están fuera del alcance.

Puesta a tierra

- Inicio: dentro del alcance (terminales de puesta tierra en armarios de control de BT, armarios locales intermedios, cajas de conexiones, módulos de E/S, pararrayos).
- Fin: red de toma a tierra. El cable de tierra, las bandejas de cables y las conexiones efectivas están fuera del alcance.

[Nota para el Licitador: El Licitador deberá incluir en la propuesta los requisitos preliminares de caudal, así como las estimaciones del diámetro de la tubería de conexión en los puntos terminales, cuando se requiera.]

## **7. REQUISITOS ELECTROMECAÑICOS Y DE PROCESO**

Este capítulo incluye los requisitos de proceso y electromecánicos para el diseño, fabricación, suministro, montaje, puesta en servicio y entrega del turbogenerador de vapor, condensador refrigerado por agua y los elementos del ciclo agua-vapor-condensados de la Planta de Valorización Energética (PVE) de Girona, que son complementados con los requisitos técnicos generales descritos en la Especificación Técnica General incluida en el Anexo 1, pero sin excluir otros componentes y servicios necesarios no mencionados aquí.

Cabe destacar que esta especificación no enumera ni describe todos los materiales y equipos que deben suministrarse ni todos los servicios que deban prestarse, los cuales de forma no exhaustiva ni limitativa se mencionan en el apartado 5. Sin embargo, el turbogenerador de vapor y todos los demás sistemas descritos a continuación serán completos en todos los aspectos y garantizarán el funcionamiento seguro y fiable de la Planta. Esto significa que todos los materiales y equipos serán suministrados para conformar una instalación completa y de funcionamiento adecuado y fiable.

### **7.1. Turbogenerador de vapor**

El turbogenerador de vapor tendrá un funcionamiento continuo y estará instalado en el interior de un edificio existente, dotado de ventilación adecuada, junto con sus elementos auxiliares y el condensador hidráulico.

El resto de elementos del ciclo agua-vapor-condensados, se instalarán, de forma general, fuera de la nave de turbina a la intemperie, excepto la planta de tratamiento de agua desmineralizada que se instalará en el interior de un contenedor normalizado.

La turbina de vapor se diseñará de acuerdo con los códigos y normas internacionales, tales como EN, IEC e ISO. Las normas nacionales, tales como UNE, DIN, ASME, BS o JIS, entre otras, pueden considerarse siempre que sus requisitos sean equivalentes o superiores a los requerimientos especificados en los estándares IEC y/o ISO o los especificados en la presente especificación. No se admitirán propuestas que incluyan turbinas a fabricar fuera de la Unión Europea o Estados Unidos.

La turbina de vapor se conecta al generador para formar una unidad de potencia. En caso de que la turbina de vapor no funcione a 3000 rpm (50 Hz), se instalará un reductor entre la turbina de vapor y el generador.

El funcionamiento en modo isla será posible. El turbogenerador de vapor y el equipo asociado respectivo deberán funcionar sin ninguna restricción y sin limitación de tiempo en cada carga entre la carga mínima aceptable (que definirá el licitador) y la carga máxima, sin que ello afecte a la vida útil prevista.

Las válvulas de control deberán funcionar en cada caso con energía auxiliar. Las válvulas de control no se aceptarán como válvulas de cierre. Para poder reparar el equipo de control automático, se instalarán las válvulas de cierre necesarias.

La turbina estará equipada con una estación de derivación (bypass) para poder derivar el vapor al condensador en caso de un disparo del turbogruppo.

El equilibrado de la turbina se realizará de acuerdo con la norma ISO 11342. La evaluación de resultados del equilibrado se realizará de acuerdo con la norma ISO 1940

La turbina de vapor deberá estar diseñada para soportar todos los esfuerzos resultantes de un cortocircuito del generador sin sufrir ninguna deformación metálica permanente.

Los modos bajos de frecuencias naturales de los álabes no resonarán con los armónicos de la velocidad nominal. En el rango entre el 15% por debajo y el 15% por encima de la velocidad nominal, los álabes estarán libres de resonancias.

Las velocidades máximas de vibración en los cojinetes no excederán los requisitos de la norma ISO 10816-3 para la zona A.

El nivel de presión acústica en el interior del edificio de turbina no deberá superar los 85 dB(A), medidos como nivel de presión acústica promediado espacialmente, cuando todos los equipos estén funcionando en el MCR. Este nivel se medirá a una distancia de un (1) metro del equipo y a una altura de 1,5 metros sobre el nivel de la planta baja.

La turbina deberá ser capaz de suministrar toda la potencia nominal a desviaciones de las condiciones nominales de vapor (por ejemplo, según la Publicación 45 de las Recomendaciones de la IEC) sin encontrar ningún riesgo.

Todos los trabajos de cableado en el área completa de la turbina deben realizarse con cables resistentes al calor.

### 7.1.1. Turbina de vapor

El turbogenerador de vapor se diseñará para un mínimo de 200.000 horas de funcionamiento sin sustitución de los álabes de turbina.

#### 7.1.1.1. Carcasa

La turbina de vapor se diseñará de manera que garantice una buena y rápida adaptación a las alteraciones de las condiciones de carga y del vapor de admisión.

Los conductos de las toberas deben soportarse por separado en la carcasa; no se aceptarán conductos de toberas integrados en la carcasa.

Para poder comprobar el estado de los álabes de turbina sin necesidad de abrir la carcasa, se dispondrán aberturas para inserción de boroscopio en puntos adecuados.

Para permitir un montaje y desmontaje rápidos, la carcasa se dividirá horizontalmente y se suministrará con guías para permitir la elevación segura de la misma. Se suministrarán mecanismos de elevación y eslingas adecuados para elevar y bajar la parte superior de la carcasa de la turbina de vapor. Se suministrarán barras guía para evitar que se dañen los álabes. Además, se preverán tornillos, orejetas de elevación, cáncamos y otros elementos para facilitar la alineación, el desmontaje y el remontaje.

La carcasa de la turbina de vapor tendrá dispositivos de drenaje adecuados controlados a distancia con indicadores remotos para los procedimientos de arranque y parada.

Se dispondrá de termopares de supervisión en puntos adecuados de la carcasa para indicar las temperaturas del metal y del vapor y permitir la evaluación y consideración de los niveles de estrés térmico durante los procedimientos de arranque y cambio de carga.

### 7.1.1.2. Álabes y segmentos de toberas

Los álabes del rotor y del estator, los segmentos de toberas y las piezas de control se fabricarán en material resistente a la erosión y a la corrosión.

Los álabes estarán diseñados para resistir los esfuerzos producidos por frecuencias resonantes que se puedan producir en el periodo de calentamiento hasta que la turbina alcance la velocidad de régimen.

Los álabes fijos y las cámaras de toberas, los diafragmas y los anillos portadores asociados estarán diseñados para una tolerancia mínima, en condiciones de carga máxima de vapor, adecuadas a las holguras de la turbina de vapor. Las palas se diseñarán para reducir al mínimo las fugas en el extremo de las palas. En el punto de extracción de la turbina de vapor se utilizarán perfiles de álabe reforzados, ya que no puede excluirse la posibilidad de que se forme un flujo en forma de vórtice y se acumulen depósitos en esos puntos

Los álabes, incluyendo el encaste y la cubierta integral, serán forjados o mecanizados de una sola pieza.

Los álabes se construirán especialmente para evitar la posibilidad de daños por vibración en cualquier condición de carga, incluyendo la prueba de disparo por sobre velocidad.

Los álabes del rotor de baja presión deberán estar provistos de una protección adicional de los bordes, cuando sea necesario. Las etapas de la turbina que funcionan en zona de vapor saturado y húmedo deben estar provistas de suficientes drenajes de agua. Esas condiciones de vapor húmedo no causarán daños por erosión a los componentes de la turbina.

### 7.1.1.3. Rotor

El rotor se equilibrará estática y dinámicamente en fábrica con los álabes instalados, de manera que las máximas magnitudes de vibración efectiva no excedan los valores recomendados en condiciones de funcionamiento estable en todas las cargas de acuerdo con la norma ISO 7919, Zona A para máquinas recién puestas en marcha

Deberá ser posible reequilibrar el rotor en planta. Las partes fijas de la turbina de vapor deben estar libres de toda resonancia que pueda perturbar el funcionamiento.

Los diseños de los rotores que incorporan discos encogidos no son aceptables.

En el diseño del rotor, se evitarán entalladuras, extremos internos puntiagudos o radios excesivamente pequeños a fin de evitar los fallos por fatiga. Todos los radios internos estarán provistos de acabado superficial de alta calidad.

El eje llevará una puesta a tierra.

En un extremo del eje estará situado el mecanismo de disparo por sobrevelocidad.

Las velocidades críticas del rotor de turbina y generador estarán fuera del rango entre el 90% y el 110% de la velocidad nominal, como mínimo. Rangos mayores serán evaluados positivamente. Las velocidades críticas se verificarán durante la ejecución del proyecto.

### 7.1.1.4. Cojinetes

Básicamente, los cojinetes se diseñarán como cojinetes planos divididos horizontalmente. El cojinete de empuje debe ser capaz de soportar la carga de ambos lados y ser autoalineable. Deben ser regulables axialmente. La expansión térmica debe ser considerada en el diseño de los cojinetes.

Las velocidades máximas de vibración en los cojinetes no excederán los requisitos de la norma ISO 10816-3 para la zona A.

Debe ser posible comprobar el desgaste del cojinete de empuje durante el funcionamiento. Debe ser posible desmontar el cojinete de empuje sin quitar la carcasa de la turbina o desmontar el generador.

Se facilitarán escobillas de conexión a masa para protección de los cojinetes. Igualmente se suministrará el aislamiento necesario en cojinetes y tuberías para protección contra corrientes parásitas o de Foucault. Para evitar fugas de aceite, se facilitarán sellados herméticos en los cojinetes, tales como anillos de engrase.

Se prestará especial atención a la estanqueidad de los cojinetes para evitar cualquier pérdida de aceite y/o contaminación de aceite por penetración de vapor o agua en los cojinetes.

Los cojinetes llevarán sondas de temperatura (2 por cojinete).

La lubricación de los cojinetes será por aceite a presión. Cada línea de lubricación estará provista de un indicador de presión a la entrada de cada cojinete.

#### 7.1.1.5. Sistema de vapor de sellos

El sistema de vapor de sellos funcionará de forma totalmente automática. La presión de vapor de sellos se controlará automáticamente. Se dispondrá de válvulas de derivación de accionamiento manual para casos de emergencia y reparación del regulador automático anterior.

El sistema de vapor de sellos incluirá todas las válvulas de control necesarias, así como las tuberías y los filtros de vapor apropiados para evitar que cualquier materia extraña dañe los sellos del eje, purgadores según sea necesario, válvulas, equipos de ventilación y drenaje.

El condensador de vapor de sellos se fabricará con tubos de acero inoxidable, teniendo en cuenta las características del lado agua según los parámetros del condensado, que servirá como agua de refrigeración. El condensador de vapor de sellos estará equipado con dos ventiladores de extracción de incondensables del 100% con ventilación automática a una ubicación exterior, a acordar con el representante de Trargisa.

Deberá ser posible aislar el condensador de vapor de sellos en caso de mantenimiento. En ese caso, los ventiladores de extracción serán capaces de mantener en operación el sistema de vapor de sellos.

Para el arranque y la parada a distancia del sistema, se dispondrá de válvulas motorizadas de aislamiento.

Si es necesario, se suministrará un atemperador para suministro de vapor de sellos, con características que impidan que el agua llegue a los sellos y cierres del eje en caso de mal funcionamiento del sistema de control del agua de pulverización del atemperador. En caso de que sea necesario ajustar la temperatura del vapor durante la puesta en marcha, se incluirá en el alcance un calentador eléctrico.

#### 7.1.1.6. Cierres del eje

El vapor de sellos no debe ser descargado en la sala de turbinas. Las fugas de los cierres del eje se recogerán mediante un sistema de extracción y condensado en el condensador de vapor de cierres.

Tanto los cierres de los extremos del eje como los cierres entre etapas serán del tipo laberinto y reemplazables. Los laberintos que se provean deberán tener elementos de resorte si es posible. Deberá ser posible inspeccionar los laberintos exteriores mediante una tapa extraíble sin necesidad de abrir la turbina.

### 7.1.1.7. Sistema de recolección de purgas y drenajes

El suministro incluirá lo siguiente:

- Sistema completo de drenajes manual para arranques incluyendo tuberías, soportes, válvulas y purgadores.
- Sistema completo de recolección de purgas y drenajes automático, para operación normal incluyendo tanque flash a presión (si procede), tanque flash atmosférico, tuberías, soportes, válvulas y purgadores.

Se dispondrá de drenajes de turbina en todos los lugares en que pueda acumularse condensado dentro de la carcasa de la turbina y dentro de las líneas de vapor situadas después de las válvulas de cierre de turbina.

Se dispondrá de suficientes drenajes para permitir la eliminación de todo el condensado generado durante el funcionamiento de la turbina, incluso durante el arranque, paradas y cargas bajas.

Cuando drenajes y conexiones de calentamiento se descarguen en el condensador, a través de un recipiente o recipientes de flash si es necesario, se desplegarán líneas de drenaje individuales.

Cuando los drenajes se tomen de zonas que normalmente contienen vapor sobrecalentado, se proporcionará un aislamiento a través de válvulas automáticas. Se preverá tanto un control local de la válvula como un control remoto con indicación. Todas las válvulas de drenaje deberán tener apertura automática para anular el cierre manual local y remoto.

No se aceptará el uso de trampas de vapor para los drenajes de la turbina como método de aislamiento.

Cuando los drenajes se tomen de zonas que normalmente contienen vapor saturado, las líneas de drenaje serán del tipo de flujo abierto.

Se instalarán válvulas de aislamiento manual antes de todos los dispositivos de control de flujo incorporados a las líneas de drenaje, incluidas las válvulas de aislamiento motorizadas, para facilitar el mantenimiento.

De forma general, todas las tuberías de drenaje se tenderán de modo que el condensado se drene por gravedad hacia el depósito de condensado (hot well) del condensador hidráulico. Cuando no sea posible que el condensado se devuelva únicamente por gravedad, los drenajes se dirigirán a un tanque de recogida de condensado separado (flash tank) y luego se bombearán al condensador principal. Cualquier vapor flash que pueda surgir en tal tanque debido a que el condensado se recoge a diferentes presiones se comunicará con el hot-well del condensador (lado vapor) mediante línea de equilibrio. En caso de que se opte por ventear el vapor, entonces se preferirá que los condensados se envíen al depósito de agua de proceso a ubicar en la zona del desescoriador del horno-caldera.

### 7.1.1.8. Válvulas principales de parada y control

El turbogruppo dispondrá de:

- Una válvula de parada de emergencia o de cierre rápido.
- Un conjunto de válvulas de admisión de vapor vivo.

#### 7.1.1.8.1. General

Los husillos, empalmes y piezas de control se fabricarán en material de acero inoxidable. Las superficies de guía se fabricarán en materiales resistentes o deberán ser protegidas. Las pérdidas por fuga del husillo deben evitarse mediante juntas adecuadas.

Se considerarán disposiciones para la prueba regular de carga de cada válvula de parada de emergencia y válvula de control.

A fin de facilitar la parada segura y fiable de la máquina, las válvulas de parada de emergencia y las válvulas de control estarán dispuestas de manera que se pueda acceder fácilmente y lo más cerca posible de la carcasa de la turbina.

El Adjudicatario suministrará unas válvulas combinadas de retención y cierre a instalar en las líneas de las extracciones intermedias. Estas válvulas cerrarán automáticamente en caso de cierre de la válvula de disparo. El rearme de dichas válvulas será manual

#### 7.1.1.8.2. Válvula de parada de emergencia (cierre rápido)

De forma general, la válvula de parada de emergencia estará provista de actuador hidráulico (accionado por aceite oleo hidráulico de control) para mantenerla abierta contra la carga del muelle. El flujo de vapor ayudará a la acción de cierre de la válvula. La válvula se cerrará instantáneamente y cerrará firmemente en su posición de cierre en respuesta a uno de los dispositivos de protección, por ejemplo, el de sobrevelocidad, o por operación manual de disparo del circuito de aceite.

Estará provista de una válvula piloto interna, según sea necesario, que permita abrirla contra la presión total del vapor.

Podrán utilizarse otros sistemas de accionamiento, siempre que correspondan al estándar del fabricante y hayan sido ampliamente probados con éxito.

#### 7.1.1.8.3. Válvulas de control

Todas las válvulas de control estarán diseñadas para eliminar la posibilidad de que se produzcan pérdidas y proporcionar un funcionamiento suave en todo el rango de velocidad y carga de la turbina.

Los actuadores de las válvulas de control serán del tipo de doble acción o de acción simple con fuerte resorte de cierre para asegurar un control minucioso y evitar que se peguen los husillos de la válvula. Se dispondrá de actuadores hidráulicos montados directamente en las carcasas de las válvulas, evitando así cualquier palanca de conexión.

Los transmisores de posición de cada válvula de control se proveerán de doble redundancia. Las válvulas de control tendrán transmisores de posición adicionales para señalar el recorrido del husillo de cada válvula.

#### 7.1.1.8.4. Filtro de vapor

Se suministrará, al menos, un (1) filtro en la línea de vapor vivo a turbina con derivaciones que permitan cambiar y limpiar fácilmente el filtro durante las paradas de la turbina.

Este filtro puede estar integrado dentro de la carcasa de las válvulas de cierre o ser independiente. Para la puesta en marcha el Adjudicatario suministrará un filtro temporal a instalar en la tubería de alimentación de vapor

#### 7.1.1.9. Virador

Se incluirá un dispositivo de giro hidráulico o eléctrico, junto con un sistema de respaldo manual. El dispositivo de giro se desactivará automáticamente en cuanto la velocidad de la turbina supere la velocidad de giro del virador. La conexión automática del dispositivo de giro debe preverse a distancia desde la sala de control central y manualmente desde la posición local.

Se preferirá una velocidad de giro más alta debido al mejor equilibrio de temperatura entre las partes superior e inferior de la carcasa por el efecto del ventilador.

Si se necesitan bombas de aceite de elevación "jacking oil pumps", se suministrarán dos bombas (una bomba en funcionamiento y la otra en reserva) y se enclavarán de modo que se impida el giro sin suministro de aceite, a fin de evitar efectos de fricción mixtos en los cojinetes durante el arranque del dispositivo de giro.

La interconexión entre el suministro de aceite lubricante y la operación de giro se garantizará mediante enclavamientos automáticos, es decir, no se permitirá el giro sin la suficiente presión de aceite. Además, se proporcionará un dispositivo de giro de emergencia de accionamiento manual. En caso de fallo de energía eléctrica, será posible hacer funcionar las bombas de lubricación de emergencia y las bombas de aceite de elevación, a través del sistema UPS/batería, así como del generador diésel de emergencia (suministrado por otros). Sin embargo, en caso de que el dispositivo de giro automático funcione mal, será posible hacer girar manualmente el eje de la turbina.

El sistema virador se activará automáticamente durante el paro de la turbina.

### 7.1.1.10. Reductor

A menos que la velocidad nominal de la turbina sea 3000 rpm, el turbogruppo incluirá un reductor. El reductor se diseñará de forma que la potencia mecánica a transmitir será al menos la correspondiente a la suministrada por la turbina con las válvulas de admisión totalmente abiertas (condición VWO) es decir, aproximadamente el 110% de la potencia mecánica de la turbina. El factor de servicio del reductor no será inferior a 1.4

El reductor estará diseñado para un número ilimitado de arranques y cambios de carga. El reductor será del tipo de ruido reducido, para evitar la instalación de un recinto acústico.

La caja de engranajes será de construcción soldada y estará diseñada para mantener la alineación del rotor en todas las circunstancias. La caja de engranajes se montará en una placa base común con la turbina de vapor y estará provista de tornillos de encaje vertical.

Las velocidades críticas acopladas de cada eje deben estar fuera del rango del 80% al 120% de la velocidad nominal.

Los ejes estarán equilibrados estática y dinámicamente en fábrica de manera que las máximas magnitudes de vibración efectiva no excedan los valores recomendados en condiciones de funcionamiento estable en todas las cargas de acuerdo con la norma ISO 7919, Zona A para máquinas de reciente puesta en marcha.

Las partes fijas de la turbina de vapor deben estar libres de toda resonancia que pueda perturbar el funcionamiento del reductor

#### 7.1.1.10.1. Rodamientos

Se proveerán sensores de temperatura para monitorizar la temperatura del metal de los rodamientos.

#### 7.1.1.10.2. Acoplamientos

Los acoplamientos entre turbina, reductor y alternador serán preferentemente elásticos, no lubricados y con espaciador.

Los manguitos y cabezas de acoplamiento se equilibrarán individualmente, tanto estática como dinámicamente, a una velocidad correspondiente a la velocidad funcional de la máquina.

Para el cálculo del momento torsional de cortocircuito, se utilizará una cifra equivalente, como mínimo, a ocho veces el momento torsional nominal del acoplamiento impulsor, aplicado con una frecuencia mínima de cien veces. Si es necesario, este valor se corregirá, incrementándolo, tras conocer los cálculos de velocidad torsional crítica para la totalidad de la unidad, así como el momento torsional en sí de cortocircuito del generador.

#### 7.1.1.11. Aislamiento térmico

El aislamiento térmico debe cubrir toda la turbina de vapor con la excepción de los cojinetes. Se evitará que la radiación de calor pueda causar daños a la cimentación de la turbina.

El proveedor podrá optar por utilizar esteras aislantes encapsuladas o lana de vidrio y revestimientos, pero deberá tener en cuenta la facilidad y el gasto de desmontaje y reinstalación del material aislante para las actividades de mantenimiento.

El aislamiento de la turbina de vapor se diseñará para funcionamiento en interiores.

Todos los componentes de la unidad de la turbina de vapor que alcancen una temperatura superior a 50°C durante el funcionamiento continuo normal deberán estar aislados térmicamente, excepto el sistema de aceite.

A fin de evitar una posible penetración de aceite, se proporcionará a la turbina un aislamiento con una cubierta dura estanca al aceite.

No se aceptará material aislante de amianto.

Las secciones calientes que no puedan ser aisladas, como las aberturas de observación, deberán estar provistas de la correspondiente protección de contacto.

También se debe dar especial importancia al buen aspecto general del grupo electrógeno de la turbina con el aislamiento térmico de la turbina instalado.

Para cualquier otra prescripción se tendrá en cuenta lo indicado en el Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente especificación.

#### 7.1.1.12. Recinto para aislamiento acústico de la turbina (si requerido)

El Contratista deberá determinar si se requiere un cerramiento acústico, o cualquier otro elemento especial para la atenuación del ruido alrededor de la turbina y el generador a fin de cumplir las garantías de ruido requeridas en el Anexo 5.

La cabina de la turbina se diseñará como un revestimiento de chapa con aislamiento acústico y provisto de suficiente protección contra la corrosión. Cubrirá el área completa del turbogrupa incluyendo los cojinetes exteriores. Se evitará la acumulación de calor dentro de la cabina de la turbina mediante una ventilación adecuada.

La cabina de la turbina deberá ser accesible y deberá estar provista de puertas e iluminación. Deberá ser fácilmente desmontable.

El recinto estará provisto de un sistema automático de detección y extinción de incendios. El sistema a emplear cumplirá los requisitos de las normas NFPA. El sistema suministrado será

completo en todos los aspectos y se integrará en el sistema de protección contra incendios de la planta.

Todas las señales de los sensores de incendio serán conducidas a una caja de conexiones dedicada que cumplirá con los requisitos de las normas NFPA.

### 7.1.1.13. Sistema de aceite de lubricación y control

El turbogenerador dispondrá de un sistema de lubricación y control que suministrará aceite a los puntos de lubricación y al equipo de control del conjunto (turbina, reductor y generador).

Un control de la temperatura mantendrá las temperaturas del aceite dentro de los límites permisibles.

El depósito de aceite se dimensionará de manera que el contenido no se renueve más de 10 veces por hora. El tanque de aceite estará equipado con una mirilla de nivel de aceite instalada en el lado de succión del tanque, y con interruptores de alarma para señalar los niveles de aceite altos y bajos. El tanque estará provisto de resistencia de calentamiento, así como de los desagües y registros necesarios para la inspección y la limpieza. En el punto más bajo del tanque se instalará una válvula de drenaje para permitir el drenaje del tanque y la eliminación de lodos y agua.

Se proveerán ventiladores de succión de vapor de aceite y separadores de aceite. Los ventiladores de vapor de aceite deberán estar provistos de motores a prueba de explosiones. La posibilidad de una concentración inaceptable de vapor de aceite no debe existir en ningún punto del sistema de aceite.

Todas las piezas que lleven aceite deben estar separadas de los equipos sometidos a vapor o gas caliente, de modo que se excluya el envejecimiento prematuro del aceite de la turbina y el peligro de incendio.

Las tuberías de aceite no tendrán costuras y las conexiones entre las piezas que llevan aceite no se harán con juntas de anillo de compresión y se asegurarán contra el aflojamiento involuntario. Las conexiones embridadas de los tubos de aceite fuera de los conductos de aceite y la sala de aceite de la turbina deben estar encapsuladas. La fijación de los conductos de aceite debe ser tal que se eviten vibraciones excesivas. Los puntos de drenaje de aceite estarán equipados con válvulas de doble cierre. El circuito de aceite de control debe poderse desconectar por separado.

La bomba de aceite principal deberá ser accionada directamente desde la turbina, o en su caso, desde el reductor. En caso de que el proveedor de la turbina no disponga de una bomba de aceite accionada por el eje, se suministrarán 2 bombas de aceite eléctricas del 100% (principal y auxiliar). La bomba de aceite auxiliar deberá poder arrancar automáticamente en caso de caída de presión de aceite. Ésta podrá conectarse al embarrado de emergencia, donde también se conectará el generador diesel de emergencia, en caso de que el panel de auxiliares de turbina no se conecte en su totalidad al embarrado de emergencia.

Si se emplean bombas de desplazamiento positivo, deberán proporcionarse en cada caso válvulas de alivio de presión para la cantidad de flujo total. Para evitar una caída de presión no permisible durante la conmutación de las bombas de aceite, se instalará un acumulador de presión en el sistema de aceite (si es necesario).

Se incluirá una bomba de aceite de emergencia accionada por motor de corriente continua. El control de la bomba de aceite de emergencia será electrónico a prueba de fallos. Se garantizará por medios adecuados que la bomba funcione siempre en caso de emergencia. El arranque se iniciará en todos los casos mediante tres transmisores de presión conectados con lógica dos de tres. La desconexión de la bomba de emergencia desde sala de control sólo será posible en caso de que la turbina esté parada. El estado de todos los dispositivos de campo será supervisado por el sistema de control central.

La prueba de la secuencia de emergencia completa deberá ser posible durante el funcionamiento normal.

El sistema de aceite de elevación (jacking oil) servirá a la turbina de vapor y al generador, de acuerdo con los requisitos del fabricante de la turbina. Se dispondrá de enclavamientos que impidan que la unidad arranque sin que funcione dicho sistema. Este sistema de elevación de aceite no coincidirá con el virador de turbina.

El turbogruppo dispondrá de dos refrigeradores de aceite del 100% de capacidad, conectados al sistema de agua de refrigeración, serán intercambiables durante el funcionamiento, sin interrupción del flujo de aceite y de fácil limpieza.

En caso de disponer de los dos sistemas de aceite (lubricación y control), éstos serán fácilmente distinguibles mediante una clara distribución y un color diferente.

A la puesta en servicio se revestirá el interior de las tuberías de aceite con líquido anticorrosivo y se realizará una descarga de aceite, alternativamente frío y caliente. El aceite utilizado para este procedimiento de descarga se substituirá por el primer llenado de aceite para funcionamiento del grupo turboalternador. Se facilitarán todos los sistemas necesarios para la puesta en marcha.

Las tuberías de los circuitos de descarga de aceite se ejecutarán en acero inoxidable.

#### 7.1.1.14. Bypass de turbina

La turbina dispondrá de un sistema de by-pass del vapor de alimentación para conducirlo hacia el condensador hidráulico en caso de disparo de la turbina.

El sistema estará dimensionado para aceptar el máximo caudal de vapor de admisión de la turbina.

El sistema de by-pass estará compuesto por una válvula reductora de presión / temperatura del vapor y una válvula de control del caudal de agua de atemperación. La atemperación estará controlada en función de la temperatura de vapor descarga al condensador. El agua de

atemperación se tomará, preferentemente de la línea de condensado. La consigna de presión debe ser ajustable. La operación del bypass debe ser posible sin restricciones de tiempo

La activación del sistema de by-pass se producirá automáticamente por señal procedente del sistema de control de presión del colector de vapor de alta presión

La estación reductora del bypass tiene que funcionar con la suficiente rapidez para evitar que se abran las válvulas de seguridad de la caldera en caso de que dispare la turbina y para evitar que la turbina dispare por alta presión de escape en la transferencia de funcionamiento de la turbina interconectada con la red al funcionamiento en modo isla.

El sistema completo de control y vigilancia del funcionamiento del bypass forma parte del ámbito de aplicación y será apto para el control remoto y el ajuste del punto de consigna desde la sala de control central.

## 7.1.2. Generador eléctrico

### 7.1.2.1. Generador

El grupo turbogenerador de vapor incluirá un generador eléctrico accionado por turbina, diseñado para funcionamiento en continuo de acuerdo con la IEC 60034-3, de 2 o 4 polos, refrigerado por aire en circuito cerrado enfriado por agua según IEC 60034-6 y sistema de excitación sin escobillas (brushless).

El conjunto generador y la excitatriz dispondrán de protección mínima IP 54. El generador será capaz de proporcionar en continuo el rango de potencia eléctrica desde la carga mínima (a definir por el fabricante) hasta el 100% MCR. Asimismo, será capaz de funcionar en sobrecarga del 10% durante periodos de 2 horas cada 24. El generador debe ser capaz de suministrar continuamente su potencia de salida nominal dentro de la gama de frecuencias del sistema de 49,5 a 50,5 Hz y nivel de tensión de 6.3 kV. También debe ser capaz de funcionar satisfactoriamente de forma continua dentro de la gama del factor de potencia de 0,8 inductivo a 0,95 capacitivo.

El equipo estará diseñado para resistir un cortocircuito trifásico en bornas durante 3 seg. Funcionando con la potencia aparente y factor de potencia nominal, 10% de sobretensión y excitación fija

El generador será apto para funcionar en paralelo con la red sin restricciones o en funcionamiento en isla, incluido el funcionamiento en paralelo con generadores de emergencia y generadores móviles de reserva "enchufables", según sea necesario, para proporcionar energía auxiliar cuando no se disponga de conexión a la red. El generador estará diseñado de manera que pueda resistir satisfactoriamente un cortocircuito que se produzca en las proximidades del generador.

Tanto el equipo auxiliar del generador, como los dispositivos de refrigeración, excitación, etc., se ejecutarán de acuerdo con las normas del fabricante.

El licitador proporcionará un diagrama de variación de potencia de salida del turbogenerador de vapor frente a temperatura del aire ambiente del emplazamiento y frente a la temperatura de entrada del agua de refrigeración.

Las características eléctricas del generador deberán cumplir los requisitos del operador de la red de distribución local.

### **Estator**

Todos los materiales del aislamiento del devanado corresponderán a clase F. Sin embargo, el aumento de las temperaturas reales durante el funcionamiento nominal se mantendrá dentro de los límites de la clase B.

El devanado del estator estará conectado en estrella y estará diseñado de tal manera que la sustitución de una parte dañada pueda realizarse de forma sencilla. El neutro de la máquina será accesible en la caja de bornes de potencia.

Para controlar las temperaturas de devanados del estator se instalarán al menos seis (6) sondas de temperatura (dos por fase) del tipo Pt100. Incluirá resistencias anti-condensación que se energizarán automáticamente cuando pare el generador.

Se medirá la temperatura del aire de refrigeración a la entrada y a la salida, mediante 2 sondas de temperatura Pt100 a la entrada del aire y otras 2 sondas a la salida del aire, también se instalará una sonda de temperatura adicional en la entrada de aire de refrigeración de la excitatriz.

### **Rotor**

El cuerpo del rotor cilíndrico será de acero forjado en una sola pieza. Después del mecanizado bruto, la forja se someterá a un examen ultrasónico al 100%. Se colocarán bobinas o cuñas de amortiguación según sea necesario para evitar irregularidades cíclicas y como precaución contra el sobrecalentamiento local de la superficie del rotor.

El diseño del sistema de refrigeración del rotor asegurará que no se desarrollen puntos calientes. Los bloques de empaquetadura utilizados en el devanado del rotor serán de materiales probados y adecuados para las altas temperaturas y fuerzas mecánicas que existen en el rotor.

Se prestará especial atención al aislamiento y la fijación del bobinado del rotor y sus conexiones para evitar la vibración y el posible fallo de los conductores o de su aislamiento. Los anillos de retención del rotor deben ser probados minuciosamente antes de su aplicación al rotor del generador (inspección por ultrasonidos y por líquidos penetrantes).

Se colocará una escobilla de tierra en un lugar adecuado del eje, que esté libre de contaminación por aceite, etc. El cambio de la escobilla será posible de manera segura y sencilla mientras el generador esté funcionando.

Cuando sea necesario, se tomarán las precauciones adecuadas contra el flujo perjudicial de las corrientes del eje, mediante el suministro de cojinetes aislantes. El aislamiento proporcionado para este propósito se diseñará para soportar un voltaje de prueba de 2 kV AC.

## **Cojinetes**

Los cojinetes serán del tipo de manga metálica y estarán diseñados de manera que sean fácilmente accesibles y reemplazables sin necesidad de retirar el rotor.

Los cojinetes del generador se lubricarán mediante el sistema de aceite lubricante de la turbina de vapor, de forma que éste permita el funcionamiento continuo, sin calentamiento indebido, en todas las cargas de funcionamiento, arranque, parada y resto de condiciones de funcionamiento, incluso las de emergencia.

Todos los depósitos de aceite de cojinetes estarán provistos de indicadores visuales de nivel de aceite y de elementos adecuados para comprobar el flujo de aceite, el llenado y el drenaje.

En cada cojinete se colocarán termómetros o sondas Pt 100 con un termómetro de tipo dial con contactos de alarma ajustables para advertir de la excesiva temperatura del aceite.

Los cojinetes y acoplamientos estarán aislados de tal manera que no haya posibilidad de daño causado por corrientes parásitas o inducidas.

Para controlar las temperaturas del metal de los cojinetes, se proporcionarán sensores de temperatura Pt100 para indicación remota.

### **7.1.2.2. Sistema de excitación y regulador de tensión**

El generador incluirá una excitación de diodos giratorios sin escobillas y un generador de imán permanente o un suministro de excitación auxiliar de los terminales del generador. El excitador estará diseñado de tal manera que suministre una corriente de excitación un 10% más alta y a una carga del 125% se deberá alcanzar un voltaje nominal de generador de 6,3 kV a un factor de potencia de 0,7.

El sistema de excitación se diseñará según la norma IEC-60034-16-3, de respuesta rápida.

Se proporcionará una protección de sobretensión de diodos. El diseño de ésta será tal que no se produzca ninguna sobretensión peligrosa en los diodos. Esta protección también será totalmente efectiva durante cortocircuitos y oscilaciones de potencia del generador. El puente de diodos giratorios deberá estar equipado con un dispositivo de vigilancia que señale el fallo de un diodo o un cortocircuito cuando el generador esté en funcionamiento.

El licitador incluirá en su oferta una descripción del sistema de excitación (regulación de tensión del generador, regulación del factor de potencia, esquemas de control conceptual, valores de corriente y de tensión, etc.).

## **Regulador de tensión**

El generador incluirá regulador de tensión y del factor de potencia. El equipo se instalará en un cubículo de chapa de acero normalizado situado en la sala eléctrica y de control de la nave de turbina. Se proporcionará todo el equipo necesario para permitir el funcionamiento manual y automático del generador tanto interconectado en paralelo con la red como en isla.

En caso de transferencia del modo de funcionamiento, por ejemplo, de interconectado con red a la isla, los dispositivos de regulación garantizarán automáticamente el funcionamiento posterior sin problemas en el generador. Se proporcionarán dispositivos de corrección y compensación adecuados. El regulador de tensión estará diseñado de tal manera que en caso de que se produzca una caída repentina de la carga no se produzca un disparo de la protección del generador ni otros efectos adversos debidos a sobretensión.

Los puestos de control y las señales de verificación de los dispositivos de regulación instalados, los controles, las pantallas de puntos de consigna, las pantallas de valores reales, etc. estarán disponibles en el DCS de la sala de control.

Las instalaciones de cableado para el control en lazo abierto desde la sala de control (ajuste alto/bajo, control manual con ajustador accionado por motor para la excitación del generador, limitador de excitación mínima, pantallas, interruptor manual/automático, limitador de fuerza de campo, instrumento de equilibrio, ajuste de control manual, anuncio de alarma, ajuste del punto de consigna con límites superior e inferior, etc.) serán suministradas por el proveedor en el cubículo de excitación en regletas de terminales comunes.

### 7.1.2.3. Conexión del generador

La conexión principal del generador seguirá lo indicado en el esquema unifilar conceptual (ver Anexo 4), conectándose éste directamente al transformador elevador (lado de 6,3 kV). Se diseñará con cables, aunque se aceptará un sistema de barras colectoras totalmente aislado. En ambos casos, la conexión será adecuada para soportar la corriente de cortocircuito y será proporcionada por el Contratista. En caso de requerirse canalización enterrada, ésta será realizada por otros aunque el diseño de la misma deberá ser proporcionado por el Contratista.

El Licitador podrá proponer otro tipo de conexión principal del generador (p.ej. mediante interruptor de grupo a nivel de 6,3 kV), que deberá detallar en su propuesta. Para no transferir vibraciones del generador a la celda de interruptor de grupo a 6,3 kV (si necesaria), se debe prever una conexión con cable flexible si es necesario.

El acceso a los puntos terminales del generador será posible mediante la apertura de tapas bloqueables o atornilladas.

Los terminales del generador estarán provistos de dispositivos de puesta a tierra adecuados (de tipo bola).

La clase de protección de los paneles eléctricos incluidos será la misma que la máquina principal. El centro de la estrella del generador se formará dentro de la máquina, llevando además montados tres transformadores de corriente de relación  $n/5/5/5$  A, para protección y medida (uno

por fase), el núcleo de medida será CI 0,2. El neutro de la máquina será accesible en la caja de bornes de potencia.

Asimismo, se instalarán tres transformadores de tensión de doble secundario, relación 6,3kV/110V, siendo uno de los secundarios dedicados a medida, CI 0,2.

Para el sistema de excitación del generador se proporcionarán transformadores separados de corriente y de tensión (cuando corresponda) y se incorporarán dentro del panel mencionado anteriormente, según sea necesario. Se proporcionarán tomas de tierra (tipo bola) para ambas celdas.

#### 7.1.2.3.1. Sistema de puesta a tierra del neutro del alternador.

La puesta a tierra del neutro del alternador se realizará mediante un transformador monofásico 6,3/0,23 kV y una resistencia de carga en su secundario, dimensionados ambos para limitar la intensidad de un defecto a tierra en el sistema de 6,3 kV a un valor de 5A como máximo durante un tiempo limitado. El armario de puesta a tierra requerido para ubicar la aparatada indicada (incluido en el alcance del Contrato) se instalará donde más convenga, bien en la nave de turbina o bien en el cubículo del transformador elevador, junto al lado de baja tensión (6,3kV) del citado trafo.

Se preverá un grado de protección mínimo del 95% de los devanados del estator, mediante la función 59 GN del relé de protección, y en el caso de que el relé disponga de la función 27TN para un grado de protección del 100%, se habilitará también dicha función.

#### 7.1.2.3.2. Red de puesta a tierra.

Se incluye la puesta a tierra desde los armarios eléctricos del suministro hasta cada uno de los consumidores, así como la puesta a tierra de todas las partes metálicas del suministro.

La red de puesta a tierra se unirá también a los rabillos de la red de puesta a tierra enterrada de la zona donde estén implantados los equipos

#### 7.1.2.4. Equipamiento de refrigeración del generador

El generador dispondrá de un sistema de enfriamiento cerrado mediante aire en circulación que a su vez es refrigerado por agua. El aire se hará circular mediante ventiladores montados en el eje del generador en un sistema de circuito cerrado que utiliza intercambiadores aire-agua (2 x 100%) para disipar el calor tomado por el aire de refrigeración.

Los intercambiadores (enfriadores) del generador, etc., serán dimensionados de tal manera que la potencia nominal del generador en funcionamiento en clase B pueda mantenerse con el 10% de los tubos bloqueados. Además, los refrigeradores se diseñarán de manera que la potencia nominal del generador pueda mantenerse con un refrigerador fuera de servicio (para fines de reparación o limpieza), utilizando los límites térmicos de la clase F

El sistema de refrigeración del generador incluirá todos los refrigeradores de aire, intercambiadores de calor, ventiladores y aparatos de control necesarios, según proceda, y cumplirá los requisitos de la norma IEC 60034-3.

Los refrigeradores serán de diseño desmontable y el circuito incorporará detección de fugas de agua. El diseño del sistema de refrigeración aire-agua será tal que con una unidad de refrigeración fuera de servicio, por ejemplo, para fines de limpieza, todavía será posible hacer funcionar el generador a plena carga. Si una unidad de refrigeración está fuera de funcionamiento o en reparación, no se producirá ingreso de agua en el generador.

El sistema estará preparado para ser llenado con agua de las características requeridas por el fabricante del generador desde un circuito externo.

El circuito de agua de refrigeración dispondrá de sondas Pt100 a la entrada y salida de los refrigeradores.

El adjudicatario definirá el caudal de agua de refrigeración y temperaturas de funcionamiento del circuito. En cualquier caso, la temperatura de agua de entrada al sistema de refrigeración del generador no superará los 35°C en cualquier condición ambiental.

#### 7.1.2.5. Protección del generador

El equipo de protección y sincronización del generador deberá cumplir los requerimientos de la Compañía Eléctrica Distribuidora para la conexión de generadores a la red.

Se utilizarán relé(s) de tipo digital para la protección del sistema a instalar en el panel de protección del generador. Los relés individuales o grupos de relés se instalarán según el principio de enchufe en cubículos de chapa de acero normalizados.

Las características constructivas del armario de control, protección, medida y sincronismo del turbogenerador de vapor cumplirán con lo indicado en el Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente Especificación.

El ofertante propondrá las funciones de protección más adecuadas de acuerdo con la máquina ofertada, tomando como guía las funciones de protección indicadas en el esquema unifilar de MT incluido en el Anexo 4. Como mínimo se incluirán las siguientes funciones:

- protección diferencial generador transformador (Función 87 GT)
- pérdida de campo (excitación) (Función 40)
- potencia inversa (Función 32R)
- protección de secuencia negativa (Función 50Q)
- subtensión / sobretensión (Función 27/59)
- fallo a tierra en el estator (Función 64S)
- fallo a tierra del rotor (Función 64R)
- desequilibrio de corriente en el estator –secuencia negativa- (Función 46)

- Sobrecarga térmica de máquina (Función 49)
- Máxima / Mínima frecuencia (81 M/n)
- sobretensión de neutro (59N)
- sobre intensidad instantánea / retardada no direccional (50/51)
- sobre intensidad instantánea / retardada no direccional homopolar (50N/51N)
- sobre intensidad direccional neutro (67N)

Las conexiones terminales de los circuitos del transformador de corriente estarán diseñadas de modo que, a su desconexión, queden automáticamente en cortocircuito y a la sustitución no se vuelvan a abrir hasta establecer las conexiones de acoplamiento. Se facilitará la posibilidad de medición por parte del personal de operación.

Las protecciones del generador provocarán el disparo del interruptor de grupo y cuando corresponda el disparo de la turbina. El suministrador realizará una tabla de disparos indicando cada una de las actuaciones posibles.

Cuando se active la protección deberá aparecer indicación de ello en la celda de MT de protección del generador

#### 7.1.2.6. Equipo de medida y sincronismo del generador

Para las mediciones eléctricas, se preverá, como mínimo:

- un analizador de redes para medidas de generación,
- un analizador de redes para medida de tensión de red,
- voltímetro y amperímetro para medida de la excitación y
- doble voltímetro, doble frecuencímetro y sincronoscopio para visualización durante maniobra local de sincronización.

Todo ello a instalar en el panel de protección, medida y sincronismo del generador.

De forma general, tanto el interruptor de grupo como el interruptor de red se sincronizarán por medio de un programa automático. Se dispondrá de sincronización manual de emergencia para su uso en la sala de control de planta, por tanto, deberán proporcionarse todas las señales y comandos de control, etc., necesarios para la operación desde la sala de control, incluido los pre-cableados en los terminales del panel del equipo de sincronización. En caso de sincronización manual, esto sólo será posible cuando el comando de sincronismo sea liberado por un relé de comprobación de sincronismo separado (incluido).

La maniobra de sincronización sobre el interruptor de grupo y sobre el interruptor de red se podrá realizar de forma semiautomática o automática, localmente desde pulsadores situados en el panel del generador o desde la pantalla de control situada en sala de control de turbina y remotamente desde la pantalla de control situada en la sala de control central.

También deberá poderse operar el interruptor de red fuera de sincronismo para la alimentación de planta desde compañía, en situación de importación de energía.

### 7.1.2.7. Pruebas en fábrica del generador

El Contratista realizará las siguientes pruebas en fábrica del generador, a las que podrán asistir la Propiedad o su representante. Las pruebas incluirán, entre otras, lo siguiente:

- [1] mediciones de la resistencia del aislamiento;
- [2] mediciones del factor de pérdida;
- [3] mediciones de las resistencias de los devanados, en frío;
- [4] ensayos dieléctricos;
- [5] prueba de características en circuito abierto y determinación de las pérdidas en vacío;
- [6] prueba característica de cortocircuito y determinación de las pérdidas de cortocircuito;
- [7] prueba de calor para determinar el aumento de la temperatura de los bobinados (alternativamente se permiten pruebas de calor separadas (IEEE 115) con superposición gráfica de sus resultados como sigue (\*):
  - a. a 1,1 x tensión nominal del estator y en vacío (\*);
  - b. a 1,05 x corriente nominal del estator y cortocircuito del punto terminal (\*);
  - c. con excitación cero y en vacío (\*);
  - d. prueba de sobrevelocidad a 1,2 x r.p.m. nominal;
  - e. medición de la vibración; y
  - f. Preparación de un informe resumido de las pruebas mencionadas anteriormente con evaluación de los resultados y comparación con los valores permitidos según la norma o el presente contrato.

Además, podrán añadirse las siguientes pruebas si el Contratista lo considera conveniente:

- [1] pruebas de cortocircuito repentino a aprox. 0,2; 0,4 y 0,7 del voltaje nominal  $U_n$  con determinación de las reactancias transitorias y subtransitorias y tiempo constante extrapolado a 1,0 x voltaje nominal (IEC 60034-4);
- [2] determinación de la forma de onda de la tensión y del factor THF; y
- [3] medición de ruido según IEC 60034-9 e ISO 1680 (\*).

Las pruebas de fábrica deben ser completadas de acuerdo a la IEC 60034.

Las pruebas marcadas con (\*) también pueden ser corroboradas por medio de un informe de prueba (a certificar por un instituto independiente) para un generador estándar del mismo tipo. En caso de que alguna de las pruebas citadas no forme parte del programa estándar del suministrador, el licitador indicará en su oferta el coste específico de la/s misma/s

### 7.1.3. Sistemas eléctricos auxiliares

El turbogruppo incluirá un armario eléctrico de baja tensión (400V CA, 50Hz, 3F+PE(T)) que suministrará potencia y mando a los motores y consumidores del turbogenerador de vapor. que se instalará en la sala eléctrica y de control del turbogruppo en la nave de turbina. La alimentación eléctrica a este armario será proporcionada por terceros.

De forma general el armario dará servicio a los siguientes consumidores (lista no exhaustiva ni limitativa):

- Bomba de aceite auxiliar
- Bomba de aceite de emergencia
- Bombas de aceite de control
- Extractores de gases de aceite
- Resistencias de calentamiento de aceite
- Bomba "jacking" de aceite
- Dispositivo virador
- Bombas de condensado principal y auxiliar
- Dispositivo virador
- Resistencia de calentamiento generador
- Extractor de incondensables del sistema de vapor de sellos
- Paneles / cubículos / instrumentación

Se excluyen de este armario los consumidores del resto del ciclo agua-vapor, los cuales serán alimentados desde un armario de centro de control de motores específico.

Se incluirán el rectificador / estabilizador y baterías necesarias para dar servicio la bomba de aceite de emergencia a alimentar a 110 Vcc ó 230 Vcc. La autonomía mínima será 1h, pero deberá ser el suministrador el que determine la autonomía requerida.

El armario eléctrico dispondrá de protección IP 54. El diseño mecánico se realizará de acuerdo a los estándares EN 60439-1 y EN 60204-1 y estará conforme a las prescripciones indicadas en Apéndice 1 al Anexo 1 de esta Especificación relativas a armarios eléctricos.

El armario se diseñará para disponer de una reserva de, al menos el 20%, para conductos de cable por el interior del armario y una reserva de, al menos el 20% para instalación de aparamenta de distribución eléctrica.

El cableado de potencia, control y medida desde el armario hasta consumidores asociados, así se realizará conforme a las prescripciones indicadas en el Apéndice 1 al Anexo 1 de esta Especificación relativas a cableado eléctrico y de control.

De forma general, el mando y potencia de los accionamientos auxiliares estará incluido en el armario de auxiliares del turbogruppo y, en su caso, en los armarios de control, mando, potencia y sincronismo. Durante la fase de ejecución, se determinarán aquellos consumidores eléctricos que incorporarán pulsadores y/o selectores de sobre el propio accionamiento (botoneras locales) para facilitar tareas de mantenimiento y puesta en servicio de dichos consumidores. En ese caso el diseño de las botoneras se realizará conforme a las prescripciones indicadas en el Apéndice 1 al Anexo 1 de esta Especificación relativas a cableado eléctrico y de control.

## 7.1.4. Instrumentación y control

### 7.1.4.1. General

El funcionamiento normal, el arranque y la parada del turbogenerador se controlarán a distancia y se supervisarán continuamente desde la sala de control por medio de los dispositivos de control y vigilancia a distancia. Se incluirá en el alcance una unidad de control local/de reserva con pantalla táctil LCD (para el control, la indicación y el anuncio de alarmas). Esta pantalla LCD local se colocará en un armario separado junto a la turbina en la sala eléctrica de la nave de turbina.

Siempre que se requiera en esta Especificación, todo el equipo de control que se suministre deberá ser apto para ser controlado a distancia desde la sala de control. El Contrato incluye el cableado de toda la instrumentación y válvulas de control del turbogruppo de vapor desde los elementos de campo hasta los cuadros de control, protección, medida y sincronismo del generador y cuadro de control y protección de la turbina, incluyendo cajas de conexión intermedias y cables de bus que sean necesarios.

El control, la regulación, la protección y la supervisión del generador serán completos y seguros en todos los aspectos. En caso de pérdida de red no se producirá un disparo de la turbina. La turbina seguirá funcionando en isla, es decir, suministrando energía a los consumidores de la planta

El sistema de instrumentación y control de la turbina/generador proporcionará la siguiente funcionalidad:

- [1] conmutador de control del regulador automático/manual;
- [2] control manual del control de velocidad del regulador;
- [3] interruptor automático/manual del regulador automático de tensión (AVR);
- [4] control manual de la excitación; y
- [5] control manual del punto de ajuste del AVR.

Todos los controles de la turbina se mostrarán en una pantalla para mostrar, como mínimo, la potencia de salida (activa y reactiva), la corriente y tensión de excitación, la frecuencia, tensión de generación, el factor de potencia, temperatura de devanados, cojinetes y agua de refrigeración, la temperatura de entrada del vapor, la presión del vapor vivo, presión y temperatura de vapor de extracción/es y el vacío en el escape. Es deseable el acceso directo a una pantalla de página completa que muestre el turbogruppo con todos los datos monitorizados.

Si el turbogruppo dispone de un sistema de control propio separado, el sistema deberá:

- [1] poder conectarse en red con el sistema de control de la planta; o
- [2] proporcionar un subsistema de I/O separado dentro del sistema de control de la turbina que formará parte del sistema principal de control de la planta y proporcionará todas las interfaces de control, supervisión y alarma necesarios entre el turbogenerador y el sistema principal de control de la planta.

### 7.1.4.2. Control y monitorización

El equipo de regulación, control, supervisión y protección que se entregue debe garantizar el funcionamiento totalmente automático de la turbina.

La supervisión a distancia y la interacción manual, cuando sea necesaria, se hará desde la sala de control central (CCR) por medio de estaciones de trabajo de los operadores del sistema de control distribuido (DCS). El intercambio de señales entre el DCS y el sistema de control del paquete turbina-generador se efectuará en tal medida que se logre el control remoto mencionado.

La turbina funcionará con una presión fija. El equipo de regulación suministrado deberá controlar satisfactoriamente los cambios rápidos de carga y funcionamiento en modo de isla. El funcionamiento en el modo de control de velocidad también será posible para la puesta en marcha de la turbina de vapor.

El sistema de protección suministrado debe proteger el turbogenerador en cada fase de funcionamiento, de posible sobrecarga y/o daños. Debe estar continuamente listo para el funcionamiento y debe poder ser comprobado incluso durante el funcionamiento y no debe poder ser desconectado ni siquiera accidentalmente.

El control, la regulación y la supervisión del turbogenerador deberán ser completos y seguros en todos los aspectos. Cuando sea necesario (deberá incluirse la realización de un estudio HAZOP si requerido), en la instrumentación a utilizar se emplearán arquitecturas de 2 canales, lógica "2 de 3" o sistemas auto controlados.

Las pantallas de los instrumentos locales se agruparán según los subsistemas de proceso, por ejemplo, todos los instrumentos para controlar la presión y la temperatura del aceite deberán, preferiblemente, estar en un lugar común.

### 7.1.4.3. Instrumentación

Para el alcance completo del suministro, se debe proporcionar instrumentación que permita vigilar y controlar el turbogenerador de vapor desde el panel local, así como desde la sala de control.

Las bombas se diseñarán con manómetros locales en el lado de succión y presión. Las presiones de las bombas más importantes se transferirán al panel local y a la sala de control. Las temperaturas de entrada y salida de los intercambiadores de calor deberán indicarse localmente. No se permite el uso de manómetros en contacto directo con el fluido.

### 7.1.4.4. Sistema de control de la turbina

El Contratista suministrará la gama de equipo que permita el cumplimiento seguro de las tareas descritas y el mantenimiento de la precisión de la regulación requerida a lo largo de la vida útil de del turbogruppo. Además, el sistema de regulación garantizará el funcionamiento estable del turbogenerador de vapor en todos los puntos de carga.

El sistema de regulación de la turbina realizará, como mínimo, las siguientes tareas

- [1] control de la velocidad y la frecuencia;
- [2] regulación de la presión del vapor vivo mediante el regulador de la turbina (primario) y las válvulas de regulación de caudal de vapor de admisión y cierre rápido de turbina (secundarias y para el arranque y la parada);
- [3] regulación de la presión de extracción; y
- [4] control constante de la carga de exportación.

Se empleará un sistema electrónico de regulación de la turbina capaz de proporcionar un funcionamiento seguro de la misma. La característica de frecuencia-potencia, incluidas las válvulas reguladoras, tendrá una sensibilidad de respuesta inferior al 0,1% de la frecuencia nominal. Además, el equipo del regulador deberá cumplir los siguientes requisitos:

- El aumento transitorio de la velocidad, en el caso de una repentina caída de la carga desde potencia máxima en continuo a funcionamiento en vacío, no deberá exceder un nivel –a establecer por el suministrador y proporcionar con la propuesta- que pueda provocar que la turbina se dispare por exceso de velocidad. Se evitará así la posibilidad de desconexión por sobrevelocidad durante la reducción de carga;
- Deberá permitir que el turbogenerador de vapor responda a los cambios repentinos de carga;
- Será posible establecer la caída proporcional de la velocidad de banda dentro de los límites del 1,0-8,0% en saltos de 0,5%;
- El sistema de regulación funcionará en todo el rango de velocidades desde 100 rpm hasta la velocidad máxima sin que se produzcan oscilaciones ni disparos;
- El sistema de regulación deberá permitir un funcionamiento estable en modo isla, incluso si esto ocurre repentinamente, en todo el rango de carga del turbogenerador de vapor. El sistema de control deberá permitir el cambio sin problemas de un modo de funcionamiento a otro. Esto incluirá la transferencia al modo isla en caso de pérdida de la conexión a la red cuando el generador de turbina esté funcionando a su potencia nominal.

El sistema de control de la presión del vapor vivo será capaz de mantener la presión nominal dentro de un rango del 6%. Con carga constante, las desviaciones de presión no superarán  $\pm 1,5\%$ .

#### 7.1.4.5. Sistema de protección de la turbina

El sistema de protección será electrónico, protegerá la turbina durante todas las fases de su funcionamiento contra la sobrecarga y los daños. Estará continuamente en funcionamiento y podrá ser comprobado y calibrado durante la operación sin que se dispare el grupo electrógeno de la turbina y no será posible desconectarlo ni siquiera accidentalmente. Los enclavamientos de protección necesarios se conectarán directamente al dispositivo de disparo.

La cadena de enclavamiento de protección "Turbine Protection" estará certificada por SIL 3 y se ejecutará con una tecnología especialmente segura y de alta calidad, y se introducirá en el sistema de control como criterio de enclavamiento, de modo que la turbina quede protegida de sobrecargas y desperfectos en todo el rango de funcionamiento. Como mínimo, incorporará los siguientes criterios de protección:

- [1] velocidad de la turbina superior a la máxima (al menos dos disparos independientes de sobrevelocidad a niveles establecidos de acuerdo con las recomendaciones del proveedor, de los cuales el disparo más alto será un sistema con posibilidad de prueba durante el funcionamiento en continuo);
- [2] temperaturas del metal de los cojinetes (empuje, delantero y trasero) superiores a las máximas;
- [3] vibración de cojinetes superior al máximo;
- [4] vibración del eje superior a la máxima (siempre que se proporcionen mediciones de vibración "2 de 3" en cada uno de los cojinetes, se aceptará medición de vibración "1 de 1" del eje si no se pueden acomodar mediciones adicionales del eje debido a limitaciones de espacio);
- [5] presión de aceite lubricante inferior a la mínima;
- [6] nivel de tanque de aceite lubricante inferior al mínimo;
- [7] presión del condensador mayor que la máxima (vacío insuficiente);
- [8] nivel de agua en la línea de escape superior al máximo;
- [9] protecciones del generador activadas;
- [10] disparo de la unidad (turbogruppo) activada (botón de disparo en la sala de control);
- [11] disparo local de turbina activado (panel local);
- [12] posición de eje incorrecta (excentricidad) y
- [13] excesivo movimiento del extremo del rotor.

En la medida de lo posible, la formación del personal de operación se enfocará para que sea consciente de la aparición de potenciales peligros tras el reconocimiento de alarmas antes de que el sistema de protección entre en funcionamiento.

Todos los circuitos de protección eléctricos y electrohidráulicos (por ejemplo, temperatura de cojinetes, posición del eje, presión del aceite de lubricación) de la turbina deberán estar contruidos de tal manera (mediante instrumentación redundada -2 canales- o arquitectura de 2 de 3) que los fallos en un enclavamiento de protección no causen una activación errónea de los otros, pero al mismo tiempo no impidan el inicio de un disparo en caso de peligro real.

Los circuitos de protección se supervisarán en gran medida mediante la comprobación del equipo y será posible en cualquier momento inspeccionar el correcto funcionamiento de la protección sin causar un disparo de la turbina. Las señales de protección actuarán en todas las válvulas de parada de emergencia de la turbina, en las válvulas de cierre de emergencia de la purga, extracción de vapor y en las válvulas de retención.

Cada bucle utilizado para las funciones relacionadas con la seguridad se verificará de acuerdo con la norma IEC 61511 para comprobar el cumplimiento del nivel SIL requerido

### 7.1.5. Condensador hidráulico

El grupo tubogenerador de vapor dispondrá de un condensador refrigerado por agua, de diseño horizontal, de tipo tubos en U o tubos rectos incluyendo soportes, pintura y todas las conexiones internas necesarias.

De forma general el condensador se instalará bajo la turbina. El Licitador podrá proponer otras configuraciones, debidamente justificadas, siempre que se ajusten al espacio disponible en la nave de turbina y sea posible la operación y mantenimiento de los equipos sin restricciones.

La presión de condensación y el salto térmico del agua de refrigeración se adecuarán a los valores indicados en el apartado 4.2. Corresponde al licitador escoger los parámetros de diseño óptimos que maximicen la generación eléctrica de la planta para cualquier condición ambiental.

La temperatura del condensado en el colector de salida será la correspondiente a la de saturación a la presión en la brida de escape de la turbina, evitando el subenfriamiento del condensado.

El agua de refrigeración a utilizar será agua industrial disponible en la planta. La caracterización de la misma se indica en el Anexo 1 de la presente Especificación. En caso de que el Licitador lo considere conveniente podrá proponer tratamientos adicionales del agua de refrigeración que se adecuen a los materiales propuestos.

Se incluirá el conducto de conexión entre turbina y condensador con los adecuados compensadores de dilatación.

El condensador constará de:

- Carcasa cilíndrica, en acero al carbono, con una boca superior para la entrada del vapor procedente de la turbina y cabezales distribuidores del agua de refrigeración en acero inoxidable AISI 316
- Haz tubular montado en sus correspondientes placas tubulares, todo ello en acero inoxidable AISI 316
- Estructura auto-soportante en acero laminado
- Conexiones con todas las tuberías que conforman el sistema
- Pozo de condensados ("hotwell") con una capacidad de retención de dos minutos
- Sistema de control del nivel del hotwell
- Sistema de seguridad
- Ánodos de sacrificio en las cajas de agua
- Sistema automático de limpieza de los tubos de refrigeración del condensador mediante bolas de esponja (goma) o similar
- Sistema de vacío

Las cajas de agua podrán estar divididas en dos partes autónomas en su funcionamiento y simétricas, separadas mediante una división central y perpendicular al suelo. Cada una estará provista de su respectiva tapa desmontable para la inspección y limpieza de los tubos, y vaciado del agua.

Tanto la carcasa como la pieza de conexión a la boca de escape de la turbina, llevarán juntas de expansión.

Con objeto de conseguir la máxima superficie de intercambio posible, la longitud de las cajas debería reducirse al mínimo posible intentando que los tubos puedan extraerse en el interior de la nave de turbina. En caso de que la superficie de intercambio requerida esté limitada por el espacio

disponible, el Licitador deberá indicar la presión de condensación más baja que se pudiera conseguir.

Todos los equipos del suministro que deban ser sustituidos o reparados debido a la abrasión, desgaste o corrosión y que conduzcan a una reducción de la disponibilidad del suministro, deberán ser diseñados e instalados de forma que sea fácil su sustitución y en su caso, se instalarán equipos redundantes.

El diseño y construcción se realizará según códigos de reconocido prestigio (HEI standards, ASME VIII.Div1, AD-MERKBLATT, etc.)

#### 7.1.5.1. Pozo de condensado ("hotwell")

El pozo de condensado tendrá la capacidad especificada, será del mismo material que la carcasa del condensador y puede ir dispuesto como parte integral del condensador o conectado a la base de la carcasa del mismo.

La función del pozo de condensado será la recogida del condensado producido en el interior del condensador y el procedente de las diferentes purgas de condensados.

Tendrá como mínimo una boca de hombre y conexiones para niveles, tuberías de salida y de equilibrio, etc. Las conexiones de aspiración de las bombas de condensado estarán provistas de un dispositivo rompe-torbellinos.

La capacidad del pozo de condensado será el volumen suficiente para contener todo el condensado producido en el condensador, durante un periodo de dos minutos, bajo las condiciones de diseño del ciclo agua-vapor.

#### 7.1.5.2. Regulación de nivel

Eldispondrá de control de nivel del depósito de condensados con doble sistema de válvulas de control, que enviarán el condensado a recirculación o hacia desgasificador.

El caudal de recirculación será como mínimo el caudal mínimo de la bomba de condensado.

El sistema de regulación de nivel constará de los siguientes elementos:

- Transmisor de nivel
- Indicador de nivel
- Válvula de control de salida
- Válvula de control de retorno

#### 7.1.5.3. Sistema de vacío

La instalación de formación y de mantenimiento del vacío será a base de eyectores de vapor.

Para este servicio se usará como vapor motriz, vapor vivo procedente de la caldera. En caso de ser más conveniente el uso de otro tipo de vapor, el Licitador deberá incluir en su alcance todo lo necesario para acondicionar el vapor disponible.

El eyector de arranque será capaz de establecer el régimen de vacío (0,3 bara) en toda la instalación en 15 minutos como máximo. En la tubería de escape llevará incorporado un silenciador de forma que el nivel de ruido no supere los 80 dB(A) a 1m. de distancia del escape.

Los eyectores de mantenimiento de vacío consistirán en dos etapas de vacío compuestas cada una de ellas por dos eyectores al 100%, así como un precondensador y un postcondensador concebido como un solo equipo tipo dúplex, incluyendo válvula de seguridad, control e instrumentación. Todo el sistema irá debidamente aislado conforme a lo prescrito en el Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente Especificación.

El grupo de vacío y su intercambiador de calor se presentarán en una bancada metálica portante, quedará completamente conectado y probado, incluyendo todos los instrumentos y válvulas y conexiones a las tuberías de servicio y proceso.

#### 7.1.6. Bombas de condensado

Las bombas transferirán el condensado del pozo de condensado, a través del condensador de vapor de sellos de turbina, condensador de vapor de eyectores y precalentador de condensado al tanque de agua de alimentación.

Se proveerán dos bombas de drenaje de condensado redundantes (2 x 100%), de tipo multietapa. Dispondrán una caudal total de al menos el 150% del caudal de condensado de turbina en el punto nominal de funcionamiento (corresponde al caso 1 incluido en el capítulo 4.2).

La carcasa y los rotores estarán provistos de anillos de desgaste para permitir la fácil sustitución de las piezas sujetas a desgaste. Las bombas estarán provistas de conexiones con bridas y cojinetes y sellos mecánicos adecuados para el funcionamiento de las mismas.

Las bombas incluirán filtros permanentes y la posibilidad de utilizar filtros temporales durante la puesta en marcha.

Los motores de las bombas estarán diseñados para todas las condiciones de sobrecarga de funcionamiento y de carga parcial. Las bombas y los motores de accionamiento se suministrarán sobre una base común, que se montará a su vez sobre un pedestal de hormigón armado. Los motores de las bombas serán controlados por variadores de frecuencia. Tanto motores como variadores de frecuencia estarán conformes a las prescripciones indicadas en el Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente Especificación.

Las bombas serán de baja velocidad y con bajo NPSH. Se diseñarán teniendo en cuenta la presión más baja del sistema. Cada bomba estará provista de un filtro de malla fina en el lado de succión, hecho de acero inoxidable, para la operación preliminar y la puesta en marcha.

El punto de mayor eficiencia de la bomba debe ser lo más cercano posible al punto de operación nominal.

Las bombas de condensado se ubicarán debajo del "hotwell" del condensador, a una altura suficiente para obtener un NPSH disponible más alto que el NPSH requerido de las bombas de condensado. El rango de NPSH requerido de las bombas en el punto de diseño debe ser al menos un (1) metro, y en cualquier otro punto, desde el flujo mínimo estable hasta el 120% del rango de flujo de diseño, el rango de NPSH será mayor que al menos 0,8 metros.

El proveedor debe indicar y garantizar el límite máximo de vibraciones, que en ningún caso excederá los límites establecidos de acuerdo con ISO 7919 e ISO 10816 como zona "A", indicando al mismo tiempo la clase asignada a la bomba (Clase I, II, III o IV)

Todas las bombas deben ser de fabricación estándar y haber sido probadas eficientemente en condiciones de servicio similares. No se aceptarán prototipos.

## **7.2. Precalentador de condensados**

El ciclo térmico agua-vapor incorporará uno o más precalentadores de condensados del tipo carcasa y tubos en el caso de que la turbina de vapor disponga de más de una extracción (preferible). Estará diseñado para el calentamiento del condensado de turbina con vapor de baja presión (a definir por el Licitador) y para la circulación forzada de condensado a través del mismo desde la bomba de condensados al desgasificador.

El precalentador se diseñará de modo que se ajuste a la eficiencia térmica prevista del ciclo térmico agua-vapor. La instalación será preferentemente horizontal (vapor en el lado carcasa y condensado en el lado de los tubos). Estará diseñado de acuerdo con normas internacionales reconocidas tales como HEI standards, ASME VIII.Div1, AD-MERKBLATT, etc. La carcasa tendrá un espesor no inferior a 6 mm y será de acero al carbono. El Contratista tendrá en cuenta un factor de ensuciamiento al dimensionar el precalentador. El Licitador justificará el tamaño del equipo en su propuesta.

El precalentador de condensado se suministrará completo y conectado al resto del ciclo térmico, y estará provisto de los siguientes elementos:

- Carcasa, cabezales, placas de tubos, baffles y un haz de tubos completo de material apropiados para el servicio.
- Válvulas de alivio lado carcasa
- Conexiones embridadas en los cabezales
- Boquillas y conexiones en cabezales y carcasa incluidas las de entrada y salida de agua de alimentación y condensado, entrada de vapor de extracción, entrada y salida de goteo, derivación de emergencia de la carcasa, válvulas de alivio, controles de nivel, instrumentación de supervisión, venteo, drenaje de fondo, limpieza química y purga con nitrógeno
- Soportes de acero laminado y orejetas para el izado y arriado del precalentador, para montaje y desmontaje.

El diseño permitirá que los gases no condensables del lado carcasa se ventilen al desaireador o condensador

### **7.3. Desgasificador y tanque de agua de alimentación**

El espacio destinado a albergar el desgasificador en planta es el exterior del edificio de turbina, entre la caldera y la fachada oeste del edificio de turbina. El desgasificador

El equipo debe estar diseñado para resistir sin mermas sus condiciones por su situación en el exterior de la planta, a la intemperie.

#### **7.3.1. Requisitos técnicos**

El desgasificador y tanque de agua de alimentación estarán preparados para trabajar, en régimen de funcionamiento continuo, dentro del rango de carga entre el 0% y el 100% del MCR de toda la instalación. Además, el desgasificador, el tanque de agua de alimentación y su equipo auxiliar, estarán diseñados para hacer frente al funcionamiento del horno-caldera al 110% del MCR, durante un tiempo no superior a dos horas cada 24 horas.

Se estima que tendrá una reposición de 0.3 tph de agua desmineralizada, pudiendo alcanzar las 2 tph. Por lo tanto, el diseño será capaz de asegurar una adecuada desaireación en estas condiciones.

La calidad del agua de reposición será de acuerdo con la norma EN 12952-12 y con los requerimientos del suministrador de la turbina de vapor.

El agua de reposición se mezclará con las diferentes corrientes de condensado en una sola tubería, antes de entrar en el desgasificador.

La instalación funcionará 24 horas al día, 7 días a la semana, con un mínimo de 8.600 horas al año.

El tanque de agua de alimentación tendrá el tamaño adecuado para equilibrar el total de agua de alimentación que se mantiene en caldera y ciclo agua-vapor durante las modificaciones de carga, incluyendo paradas y para asegurar que todos los sistemas permanezcan estables, sobre la base de una capacidad útil equivalente de, por lo menos, 20 minutos (sin ninguna entrada de fluidos al tanque: vapor, condensado, etc.) cuando la caldera se opera al 100% de MCR. Se considera que la capacidad útil es el volumen entre el nivel bajo y el nivel medio de regulación del tanque. Esto hace que el volumen útil mínimo del tanque de agua de alimentación sea de aproximadamente 6 m<sup>3</sup>.

El tanque de agua de alimentación trabajará a una presión constante de 2,7 bar(a), para proporcionar una temperatura constante del agua de alimentación de 130°C, aunque podrán preverse variaciones de hasta +/- 10°C en la temperatura de agua de alimentación de caldera según el grado de ensuciamiento de la caldera. La energía necesaria para la desgasificación y el precalentamiento del agua, será proporcionada por una extracción de turbina (entre 5 y 6 bar,a),

la cual se utilizará también para precalentamiento de aire de caldera. En caso de que la turbina no esté en funcionamiento, el suministro de vapor procederá directamente del colector principal a través de una estación de reducción de la presión y de atemperación de vapor.

El Contratista especificará y garantizará la eliminación de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> en cualquier condición operativa.

El contenido de O<sub>2</sub> se reducirá para que permanezca por debajo de 7 ppb (analizado con la norma D-888 de ASTM). El CO<sub>2</sub> se reducirá a 0 ppm (analizado con el método 4500-CO<sub>2</sub> C de APHA).

Todos los componentes internos de la cámara desaireadora serán de acero inoxidable. El tanque de agua de alimentación estará liberado de tensiones, será de acero al carbono y tendrá un espesor no inferior a 10mm.

El suministro contemplará, como mínimo, las siguientes conexiones. El proveedor podrá añadir o eliminar algunas conexiones, siempre que se justifique técnicamente:

LISTA DE CONEXIONES PRINCIPALES					
CTD.	ID.	CORRIENTE	DN	PN	TIPO
1	1	Condensados y agua desmineralizada	(1)	10	brida
1	2	Vapor a desgasificador	(1)	16	brida
1	3	Aspiración de Bomba de agua de alimentación de caldera	(1)	16	brida
1	4	Vapor a baja presión para el tanque de agua de alimentación	(1)	10	brida
1	5	Retorno de agua de las bombas de agua de alimentación válvula de caudal mínimo	(1)	10	brida
1	6	Línea de vaciado	(1)	10	brida
1	7	Válvula de seguridad	(1)	10	brida
1	8	Tubo de ventilación conectado al sistema de vacío	(1)	10	brida
1	9	Tubo de desbordamiento	(1)	10	brida

(1) A definir por el licitador.

### 7.3.2. Requisitos

El sistema desgasificador-tanque de agua de alimentación incluirá el equipo necesario que asegure el correcto funcionamiento en los términos y condiciones expresados en esta Especificación técnica.

Se aceptan todas las tecnologías probadas, con referencias verificables.

La propuesta incluirá todo el equipo que se indica a continuación. No obstante, el licitante podrá hacer las modificaciones y/o comentarios que considere oportunos para adecuar el suministro a su diseño estándar.

- Un (1) desgasificador térmico con las siguientes características:
  - Temperatura de diseño 150°C
  - Diseño Presión total / 16 bar(g)

- Material carcasa/placas Sa 516 Gr.70 / Sa 240 Gr 316 L
- Permiso de corrosión Carcasa/placas 3 mm / 0 mm
- Código de diseño ASME Secc.VIII, Div.1/AD Merkblatt 2000

Las boquillas de pulverización y las bandejas separadoras del desgasificador serán de acero inoxidable para evitar la corrosión. El licitante incluirá estas y cualquier otra parte, si es necesario, en acero inoxidable.

– Un (1) tanque de agua de alimentación horizontal, liberado de tensiones, con las siguientes características:

- Temperatura de diseño 200°C
- Presión de diseño 16 bar(g)
- Material S 516 Gr.70
- Permiso de corrosión de 3 mm
- Código de diseño ASME Secc.VIII, Div.1/AD Merkblatt 2000
- Volumen útil  $\geq 6 \text{ m}^3$
- Volumen total (por definir)

Toda la instrumentación necesaria, como

- Indicador visual de nivel (permitirá la visualización del nivel del tanque a lo largo de toda su altura)
- Interruptores de nivel (x4), de tipo mecánico.
- Transmisor de control de nivel (x2)
- Transmisor de presión del tanque y desgasificador y medidor local.
- Transmisor de temperatura del tanque y desgasificador y termómetro local.

Todas las seguridades mecánicas necesarias como:

- 1 x Válvula de seguridad de sobrepresión
- 1 x Válvula de interrupción de vacío
- 1 x Válvula de desbordamiento y tubería de aguas residuales

Una (1) válvula de ventilación con bypass y silenciador.

Las bocas de inspección (al menos 2) y las puertas de acceso, se situarán por encima del nivel del líquido

Patas de apoyo o soportes, soporte de plataforma con abracaderas y ángulos de aislamiento, y otros accesorios.

En general, el suministro comprenderá:

- Todas las conexiones para la instrumentación, la ventilación, los drenajes y las purgas que puedan ser necesarias.
- Todas las contrabridas y acoplamientos de bridas. Incluyendo el de los límites de la batería.
- Todas las estructuras metálicas necesarias, como plataformas de servicio y escaleras.

- Todas las estructuras, como placas de base, pernos de anclaje, soportes, cubiertas, etc. que puedan ser necesarias.
- Todas las partes incrustadas en el hormigón.
- Recubrimiento, imprimación, pintura y recubrimiento protector contra la corrosión según la especificación estándar del licitante.
- Todas las medidas de protección contra la corrosión en componentes y equipos hasta la aceptación provisional.
- Todas las estructuras de soporte y materiales para la fijación del aislamiento.
- Todas las medidas de seguridad que sean necesarias.
- Todos los consumibles y piezas de repuesto que puedan ser necesarios para las pruebas de puesta en marcha y funcionamiento.
- Todo el equipo estándar y los accesorios que normalmente se incluyen en el suministro pero que no se han enumerado por separado.
- La formación del personal, los medios de enseñanza, etc...
- Todas las medidas de prevención de ruidos, en las que se tendrán en cuenta los niveles de ruido exigidos en el presente documento de licitación.
- Todas las medidas de seguridad que sean necesarias.
- El manual de operación y mantenimiento, los planos y la documentación requerida.
- Se suministrarán todos los repuestos necesarios durante el período de garantía (24 meses).

## **7.4. Bombas de agua de alimentación de caldera**

### **7.4.1. General**

Las bombas de agua de alimentación de caldera deberán ser instaladas en el espacio entre la caldera y el edificio de la turbina, bajo al tanque de agua de alimentación a una distancia mínima del fondo del tanque de, al menos, 6 metros.

Las bombas deben ser capaces de funcionar con normalidad en las condiciones ambientales indicadas en el Anexo 1 Requisitos Generales del proyecto.

Las bombas serán capaces de suministrar un caudal de impulsión de al menos el 110% del caudal de diseño de vaporización (estando la caldera en sobrecarga del 10%) además del caudal requerido para todas las inyecciones de agua de atemperación a una presión en el calderín superior en un 3% al "set point" más alto de la válvula de seguridad del calderín, sin exceder la máxima potencia del motor que se indique en la placa de identificación.

El suministro debe incluir la tecnología necesaria para evitar que la bomba no se ceba al detenerse.

La presión de cierre (válvula cerrada) debe estar entre el 110% y el 135% de la presión requerida en el punto de diseño.

Las bombas estarán diseñadas para soportar una velocidad inversa igual o superior al 125% del funcionamiento normal.

El punto de mayor eficiencia de la bomba debe ser lo más cercano posible al punto de operación nominal.

El Contratista certificará que se han realizado los cálculos para determinar que las bombas de alimentación de la caldera disponen de un NPSH adecuado en funcionamiento normal, durante los transitorios de cambios de carga, incluido el disparo de la turbina a plena carga. El NPSH requerido para las bombas será al menos el 50% del NPSH disponible. Podrían considerarse márgenes más bajos con una justificación racional apropiada.

Todos los componentes de la bomba rotativa deben estar equilibrados estática y dinámicamente de acuerdo con las normas del Instituto Hidráulico (HIS) para cumplir con los límites especificados en la norma ISO 10186. El proveedor debe indicar y garantizar el límite máximo de vibraciones, que en ningún caso excederá los límites establecidos de acuerdo con ISO 7919 e ISO 10816 como zona "A", indicando al mismo tiempo la clase asignada a la bomba (Clase I, II, III o IV)

Las bombas deben ser de fabricación estándar y probadas eficientemente en condiciones de servicio similares. No se aceptarán prototipos.

El nivel de ruido no debe exceder los 80 dBA a un metro de distancia de cualquier punto de la bomba. La medición del ruido se hará según el estándar ISO 3746.

La presión de diseño no será menor que la presión con la válvula cerrada y la máxima presión de succión.

Los ejes estarán provistos de protecciones en las zonas de desgaste. Estas protecciones se sujetarán al eje de forma estanca que se eviten las fugas debajo de ellas.

Todas las partes internas y superficies sujetas a desgaste deben ser fácilmente accesibles y reemplazables, evitando la afectación en el mantenimiento de las tuberías de succión y descarga (Diseño Back Pull Out).

El diámetro del impulsor elegido estará suficientemente alejado del diámetro máximo y mínimo del impulsor (al menos 5%) para el modelo de bomba seleccionado.

La potencia del motor eléctrico será al menos un 10% mayor que la requerida en el punto de diseño y cubrirá el punto de descarga.

El alcance debe incluir, adicionalmente a las bombas en sí, lo siguiente:

- Válvula de bloqueo invertida para asegurar el flujo mínimo de las bombas de agua de alimentación. Una válvula por bomba.
- Acoplamiento flexible, con espaciador, y acoplamiento antichispas, desmontable y con soporte rígido.

- Placa base común para las bombas, acoplamiento y el motor eléctrico con cáncamos de elevación / posicionamiento y/o tornillos de nivelación.
- Sello del eje (sello mecánico) y sus sistemas auxiliares completos.
- Conexiones para manómetros en la aspiración y la descarga.
- Conexiones necesarias para el drenaje y la ventilación, con las correspondientes válvulas y/o tapones.
- Dos terminales para la puesta a tierra de la base.

#### 7.4.2. Requisitos electromecánicos específicos

Adicionalmente, las bombas de agua de alimentación cumplirán los siguientes requisitos técnicos:

- Las bombas de agua de alimentación de calderas serán horizontales, multietapa, con difusor o de tipo voluta con impulsores montados en serie especialmente diseñados para servicios de bombeo de agua de alimentación.
- El empuje hidráulico axial debe ser compensado por un pistón de equilibrio.
- El cojinete de empuje será del tipo Kingsbury (plataforma basculante).
- Las conexiones de succión y descarga deben colocarse en posición vertical (Top / Top).
- Las tolerancias de la bomba deben ser tales que permitan soportar los cambios bruscos de temperatura provocados por la puesta en marcha sin calentamiento previo del equipo.
- El elemento giratorio debe venir completamente ensamblado y equilibrado dinámicamente para un funcionamiento óptimo.
- El licitador debe indicar si hay velocidades críticas por debajo de la velocidad de operación. La primera velocidad crítica debe ser al menos un 25% mayor que la velocidad nominal.
- Flujo mínimo: El licitador indicará para cada bomba, el caudal mínimo para protección de la bomba a circular por la válvula de flujo mínimo.

Los motores eléctricos se fabricarán y probarán de acuerdo con la normativa IEC aplicable, y deben cumplir con las regulaciones internacionales actuales,

Los motores tendrán un aislamiento de clase F, pero su calentamiento se limitará a los correspondientes a la clase B.

El rendimiento de los motores será como mínimo de la clase de rendimiento "Alta Eficiencia" IE3 (EFF1) según EN 60034-30.

Los motores estarán completamente cerrados, autoventilados con una rejilla metálica de protección del ventilador y un grado de protección IP-55.

De forma general estarán conformes a las prescripciones indicadas en el Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente Especificación.

## 7.5. Planta de tratamiento de agua desmineralizada

La PVE dispondrá de una planta de tratamiento de agua para producción de agua desmineralizada a emplear en la caldera de vapor y en los equipos del ciclo agua-vapor y condensado. La planta utilizará, por defecto, agua industrial (agua depurada procedente de la depuradora de aguas residuales anexa a la PVE) y en su defecto agua potable de red. La caracterización de ambas aguas se incluye en el Anexo 1 a la presente Especificación.

La planta constará de dos (2) líneas de tratamiento idénticas (una en funcionamiento y otra en reserva), pero incluirá los equipos necesarios para poder funcionar, eventualmente o en emergencia, con ambas líneas en paralelo.

Los datos con los que el Licitador deberá diseñar el sistema son los siguientes:

Caudal máximo de agua desmineralizada:	2 m <sup>3</sup> /h
Caudal medio en continuo de agua desmineralizada (con, al menos, una línea en funcionamiento)	1 m <sup>3</sup> /h
Tanque de acumulación de agua Bruta	35 m <sup>3</sup>
Tanque de acumulación agua Tratada (desmineralizada)	40 m <sup>3</sup>
Tanque de acumulación de agua descalcificada (<0,1°H)	6 m <sup>3</sup>

El sistema de tratamiento de agua desmineralizada debe estar compuesto, como mínimo, por los siguientes equipos:

- Tanque de acumulación de agua bruta (industrial y/o potable) y bombeo de agua bruta (2 x 100%)
- Dosificación de hipoclorito
- Filtro bicapa
- Filtro de malla
- Filtro de carbón activo
- Descalcificador dúplex
- Tanque de acumulación de agua descalcificada.
- Osmosis Inversa (OI)
- Electro Desionización (EDI)
- Sistema de flushing y limpieza
- Acumulación de agua tratada
- Contenedor de 20 pies (si posible), en su caso, contenedor de 40 pies
- Tanque de acumulación de agua desmineralizada
- Bombas de agua desmineralizada a desgasificador térmico – tanque de agua de alimentación (2 x 100%)
- Bomba de llenado de caldera (1 x 100%)

- Bomba de descarga de efluentes (rechazos de ósmosis inversa y electrodesionización) con destino a tanque de agua de proceso (ubicado en zona de extractor de escorias de horno-caldera), si necesaria en función de las condiciones de presión y altura manométrica del punto de descarga en planta de tratamiento de agua.
- Almacenamiento de reactivos y productos químicos y dosificación a proceso.
- Cuadro de control y maniobra
- Conexiones entre todos los elementos

En caso de requerirse elementos adicionales asociados a la calidad del agua de entrada, éstos deberán ser previstos por el Licitador.

Tanto la instalación mecánica como eléctrica de los componentes de la planta deberá cumplir las prescripciones incluidas en el Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente Especificación, excepto en aquellos casos que se trate de elementos estandarizados de montaje e instalación.

### 7.5.1. Equipos redundados

Los equipos enumerados a continuación serán los mínimos que deberá incorporar la planta de tratamiento de agua por línea.

Si el agua utilizada proviene de la depuradora (EDAR), se incluirán los siguientes equipos:

- Sistema de dosificación de hipoclorito
  - Depósito de hipoclorito, con los siguientes elementos:
    - Interruptor de nivel de mínima
    - Válvulas para llenado de agua de red para dilución, las necesarias
  - Bomba dosificadora
  - Contador emisor de pulsos
- Sistema de dosificación de sosa, que cuente con los siguientes componentes:
  - Depósito de sosa, con los siguientes elementos:
    - Interruptor de nivel de mínima
    - Válvulas para llenado de agua de red para dilución, las necesarias
  - Bomba dosificadora
- Filtro bicapa, que cuente con los siguientes componentes:
  - Válvulas suficientes de control
  - Válvulas de toma de muestras
  - Manómetro
  - Botella o depósito de PRFV
- Filtro de malla, con los siguientes componentes:
  - Válvula de toma de muestras
  - Manómetro
  - Válvula de bola

- Filtro de carbón activo, con los siguientes componentes:
  - Válvulas suficientes de control
  - Válvulas de toma de muestras
  - Manómetro
  - Botella o depósito de PRFV
  
- Descalcificador, con los siguientes componentes:
  - Válvulas suficientes de control
  - Válvulas de toma de muestras
  - Manómetro
  - Botellas o depósitos de PRFV
  
- Sistema de osmosis inversa, como mínimo con los siguientes componentes:
  - Válvula automática de entrada
  - Prefiltro de seguridad
  - Control analítico de entrada y salida
  - Presostato mínima seguridad
  - Bomba alta presión
  - Variador de frecuencia
  
- EDI, como mínimo con los siguientes componentes:
  - Válvulas automáticas de entrada y salida
  - Válvulas de corte
  - Válvulas de regulación de membrana
  - Caudalímetro
  - Transmisores de presión y manómetros
  - Válvulas de toma de muestras
  - Control analítico salida permeado
  - Tomas de tierra
  - Pila de electrodesionización

## 7.5.2. Equipos comunes para las dos líneas

Los equipos enumerados a continuación serán los mínimos componentes comunes que incluirá la planta de tratamiento de agua

- Depósito de agua bruta (35 m<sup>3</sup>) incluyendo:
  - Bridas, válvulas y elementos de conexión
  - Instrumentación de control de nivel (transmisores y nivostatos)
  
- Sistema de bombeo de agua bruta:
  - Bombas (2 x 100%) y regulador de presión tipo “presscomfort” o similar
  - Válvulas de bola necesarias
  - Válvulas de retención necesarias

- Sistema de flushing y limpieza, con:
  - Depósito pulmón
  - Bombas (2 x 100%)
  - Válvulas de bolas, retención, ... que sean necesarias
  
- Depósito de agua descalcificada incluyendo:
  - Válvulas, bridas y otros elementos necesarios
  - Control de nivel.
  - Bombas centrifugas de trasiego de agua descalcificada (2 x 100%) Caudal: 0,4 t/h – Presión: 8 bar,g; a sistema DeNOx de caldera.
  
- Depósito de agua desmineralizada incluyendo:
  - Válvulas, bridas y otros elementos necesarios
  - Control de nivel.
  - Bombas centrifugas de trasiego de agua desmineralizada (2 x 100%) a tanque de agua de alimentación.
  - Bomba centrífuga de llenado de caldera.
  
- Almacenamiento de productos químicos y/o reactivos según reglamentación de seguridad industrial vigente y dosificación a proceso
  
- Contenedor estandarizado de 20" o 40" incluyendo extractores de ventilación, ducha lavajos y aire acondicionado. La mayor parte de componentes de la planta de tratamiento de agua deberá poder ubicarse en el interior del contenedor.
  
- Cuadro eléctrico de control y maniobra común para las dos líneas. La alimentación 400 V, 50Hz, 3F+T se proporcionará por otros, desde el Cuadro General de Baja Tensión ubicado en la sala eléctrica de planta baja en la nave de turbina. El cuadro cumplirá las prescripciones para armarios eléctricos incluidas en el Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente Especificación. Estará preparado para poder comunicarse con un sistema de control superior, aunque incluirá una interface (HMI) para control y supervisión local.

## **7.6. Sistema de refrigeración principal y auxiliar**

Se instalará un circuito de refrigeración principal del condensador hidráulico de turbina que incluirá torre de refrigeración, bombas y tuberías de agua de refrigeración y un circuito de refrigeración auxiliar para refrigeración, entre otros, del generador, aceite lubricante de turbina, sistema de toma de muestras, bombas de agua de alimentación de caldera y otros equipos que necesiten refrigeración auxiliar; este circuito podrá utilizar directamente parte del agua de refrigeración principal, o bien, de forma indirecta mediante el uso de intercambiadores de calor de placas, bombas específicas, depósito de expansión, que permitan separar adecuadamente ambos circuitos.

Las torres de refrigeración serán de tiro mecánico inducido, de ventilador axial, de estructura de acero embebida en paneles de poliéster reforzado de fibra vidrio como cerramiento o similares materiales, con piscina individual de poliéster reforzado de fibra de vidrio por módulo o bien

piscina común de hormigón. Contará con múltiples módulos dependiendo de la potencia térmica a disipar y caudal de agua a refrigerar por módulo. El número mínimo de módulos será dos (2), e incorporarán el margen de diseño suficiente, tal que, ante el fallo de un módulo, la reducción de carga en el horno-caldera y turbogrupos no sea superior al 15% de la potencia nominal generada cuando la temperatura de bulbo húmedo ambiente corresponda a la de diseño de la torre de refrigeración. La ubicación de la torre es la indicada en el plano de implantación guía que se adjunta en el Anexo 4. La huella de la torre de refrigeración será tal que no invada el vial perimetral de la planta ni impida maniobras de vehículos.

La torre de refrigeración se diseñará para una temperatura de bulbo húmedo mínima de 24 °C. El agua del circuito de refrigeración y de reposición por ciclos de concentración será agua industrial (agua depurada procedente de la depuradora anexa) cuyas características se indican en el Anexo 1 a la presente Especificación. En caso de requerirse un tratamiento químico adicional, éste será proporcionado por el Contratista y definido en la oferta del Licitador.

El caudal de agua en circulación y las temperaturas de entrada y salida del agua a la torre en el punto nominal del turbogenerador de vapor serán fijados por el licitador, teniendo en cuenta que el salto térmico no será inferior a 10 °C y que deberá maximizarse la generación de energía eléctrica en el turbogrupos. Las condiciones de diseño de caudal de agua y salto térmico serán compatibles, sin restricciones de ningún tipo, con las situaciones de funcionamiento de bypass y de isla tal como definidas en el capítulo 4.2. y tendrán en cuenta no sólo el calor disipado por el condensador hidráulico sino el calor disipado por el resto de equipos que necesiten agua de refrigeración.

Dada la ubicación de la torre muy cerca del límite de parcela, el Licitador deberá poner especial atención en:

- a) Las emisiones de ruido de la torre de refrigeración. Independientemente del cumplimiento de la Ordenanza municipal de ruido que deberá hacerse efectivo durante las pruebas de comprobación de prestaciones, el licitador deberá considerar ventiladores de muy bajo nivel sonoro y, si necesario, encapsulamiento de las bombas de agua de refrigeración.
- b) El penacho de vapor de agua. El Licitador deberá incorporar en su diseño ventiladores y difusores que minimicen la emisión y visibilidad del penacho.

En caso de que el licitador opte por una solución con piscina de hormigón, ésta deberá ser diseñada y ejecutada por el Contratista.

Asimismo, el conjunto especificado deberá ofrecer una alta resistencia a la corrosión, ya que el sistema está situado en una localización exterior intemperie con largos periodos de alta humedad ambiental debido a la cercanía de la planta al río Ter.

### 7.6.1. Requisitos técnicos de la torre de refrigeración

El tipo y número de moto-ventiladores (módulos de torre) debe estar claramente especificado en la propuesta, así como sus dimensiones y potencias nominales.

El ventilador debe ser específico para uso en torres de refrigeración, de tipo axial. Si el licitador propone otro tipo, éste deberá ser aprobado por la propiedad o su representante antes de proceder a su compra y/o fabricación. El ángulo de la pala debe ser modificable cuando el sistema está parado.

Los motores de los ventiladores se accionarán mediante variadores de frecuencia y dispondrán de un grado de protección IP65. Cumplirán las prescripciones indicadas en el Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente Especificación.

Si es posible, el acoplamiento del motor debe ser directo, de este modo el montaje y el mantenimiento serán más sencillos. En cualquier caso, el reductor, si necesario, tendrá un factor Agma 2. El conjunto deberá estar perfectamente alineado y equilibrado, incluyéndose sistema de detección de vibraciones excesivas y transmisor de vibraciones. Se deberá garantizar que el límite máximo de vibraciones, en ningún caso excederá los límites establecidos de acuerdo con ISO 7919 e ISO 10816 como zona "A", indicando al mismo tiempo la clase asignada al ventilador (Clase I, II, III o IV).

El licitador especificará el material de la envolvente y de la estructura (preferiblemente la estructura debe ser de acero).

El relleno donde se produce el intercambio térmico entre el agua y el aire deberá describirse en la propuesta, incluyendo las siguientes características:

- Material y tipo de relleno. Se evitarán rellenos de PVC.
- Deberá disponer una resistencia máxima al ensuciamiento. Se indicará el valor máximo admisible de sólidos en el agua (ppm).
- Temperaturas máximas admisibles, si existen, o en su caso comportamiento frente a la radiación ultravioleta.
- Sistema de desmontaje, en caso de sustitución.

Asimismo, cada módulo de torre incluirá:

- Sistema de distribución de agua. Se evitará el uso de material PVC
- Separador de gotas capaz de reducir las pérdidas de agua por arrastre a menos del 0.002% del caudal de agua en circulación, en cumplimiento de la norma UNE 100030:2017 y RD 865/2003. Se evitará el uso de material PVC
- Tubuladuras en entrada y salida de agua de refrigeración, drenaje y llenado incluyendo las válvulas correspondientes
- Válvula de flotador para control de nivel de la piscina

De forma general se incluirá una escalera autoportante de acceso a los módulos, así como barandillas de protección en cubierta. En caso necesario se incluirán escalera/s de gato adicionales para mantenimiento, registros de acceso al relleno.

La torre de refrigeración incluirá un sistema de tratamiento y desinfección del agua en circulación de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y a los requerimientos del RD 865/2003. Por

tanto, se incluirá el pretratamiento necesario (filtraje, etc.), un skid de inyección y almacenamiento de reactivos y biocida, así como los arreglos necesarios junto a la torre de refrigeración para almacenar los productos y reactivos cumpliendo la reglamentación de seguridad industrial aplicable vigente.

## 7.6.2. Requisitos técnicos de las bombas de agua de refrigeración

Se instalarán dos (2) bombas de agua de refrigeración, cada una para el 100% del caudal nominal de refrigeración. Las bombas de refrigeración deberán ser instaladas junto a las torres de refrigeración.

Las bombas deben ser capaces de funcionar con normalidad en las condiciones ambientales indicadas en el Anexo 1 a la presente especificación.

Las bombas serán centrífugas de voluta, no autocebantes y de una sola etapa, de eje horizontal. Diseñadas de acuerdo a la norma ISO 5199, con dimensiones y rendimiento nominal de acuerdo con la norma EN733. Serán de aspiración axial y descarga radial.

Los materiales de la bomba, cuerpo hidráulico, carcasa, anillos de desgaste, impulsor y eje serán perfectamente compatibles con el fluido a vehicular, en concreto, el eje será de acero inoxidable.

El punto de mayor eficiencia de la bomba debe ser lo más cercano posible al punto de operación nominal. Las bombas serán capaces de suministrar un caudal de salida de al menos el 120% del flujo de diseño, sin exceder la máxima potencia del motor como se indica en la placa de identificación.

El proveedor debe indicar y garantizar el límite máximo de vibraciones, que en ningún caso excederá los límites establecidos de acuerdo con ISO 7919 e ISO 10816 como zona "A", indicando al mismo tiempo la clase asignada a la bomba (Clase I, II, III o IV).

Todas las bombas deben ser de fabricación estándar y haber sido probadas eficientemente en condiciones de servicio similares. No se aceptarán prototipos.

El nivel de ruido no debe exceder los 75 dB(A) a un metro de distancia de cualquier punto de la bomba. La medición del ruido se hará según el estándar ISO 3746.

Los ejes estarán provistos de protecciones en las zonas de desgaste. Estas protecciones se sujetarán al eje de forma estanca que se eviten las fugas debajo de ellas.

Todos los componentes de la bomba rotativa deben estar equilibrados estática y dinámicamente de acuerdo con las normas del Instituto Hidráulico (HIS) para cumplir con los límites especificados en la norma ISO 10186. Los niveles de vibración garantizados no deben exceder los 3,5 mm / s (Zona A de la ISO10816).

Todas las partes internas y superficies sujetas a desgaste deben ser fácilmente accesibles y reemplazables, evitando la afectación en el mantenimiento de las tuberías de succión y descarga (Diseño Back Pull Out).

El suministro debe incluir, adicionalmente a las bombas en sí:

- Acoplamiento flexible, con espaciador, y acoplamiento antichispas, desmontable y con soporte rígido.
- Placa base común para las bombas, acoplamiento y motor eléctrico con cáncamos de elevación / posicionamiento y/o tornillos de nivelación.
- Sello del eje (sello mecánico) y sus sistemas auxiliares completos.
- Conexiones para manómetros en la aspiración y la descarga.
- Conexiones necesarias para el drenaje y la ventilación, con las correspondientes válvulas y/o tapones.
- Dos terminales para la puesta a tierra de la base.

La potencia del motor eléctrico será al menos un 10% mayor que la requerida en el punto de diseño. Los motores eléctricos se fabricarán y probarán de acuerdo con la normativa IEC aplicable, y deben cumplir con las regulaciones internacionales actuales.

En general, serán de rotor de jaula de ardilla, excepto cuando se acepten expresamente otros tipos. Los motores deben ser trifásicos 415V, 50 Hz. Tendrán un aislamiento de clase F, pero su calentamiento se limitará a los correspondientes de la clase B.

El rendimiento de los motores eléctricos será como mínimo de la clase de rendimiento "Alta Eficiencia" IE3 (EFF1) según EN 60034-30.

Los motores estarán completamente cerrados, autoventilados con una rejilla metálica de protección del ventilador y un grado de protección IP-55.

El rotor y el estator estarán protegidos por una capa de protección especial anticorrosiva.

Los motores incorporarán resistencias de calor que se encenderán y apagarán automáticamente al detener y arrancar el motor.

Se incluirán tres termistores, uno por fase, conectados en serie y destinados a dar una alarma por alta temperatura en los bobinados a 125°C (temperatura máxima permitida para el aislamiento de clase B).

También se incluirán tres sondas PT-100, una por fase, para la medición continua de la temperatura de los devanados.

Las conexiones correspondientes a los dispositivos de control, detección o calentamiento tendrán una caja de bornes diferente a la utilizada para los cables de alimentación al motor.

El Licitador podrá optar por incluir bombas específicas para cubrir la refrigeración de los elementos incluidos en el sistema de refrigeración auxiliar. En ese caso deberán cumplir las prescripciones indicadas en este capítulo para las bombas de refrigeración principal.

## **7.7. Accesos de mantenimiento, elementos de elevación e izado.**

### **7.7.1. General**

El diseño debe facilitar el acceso para mantenimiento. Se deben incluir en el diseño suficientes plataformas, pasillos, galerías y escaleras. Se proporcionará un espacio libre adecuado en todos los pasillos, excepto en zonas como el "hot well" del condensador, donde esto puede no ser posible. Asimismo se incluirán en el alcance del Contrato las plataformas de conexión entre la bancada del turbogruppo y los accesos existentes dentro del edificio de turbina.

Durante el proceso de revisión de diseños, el Contratista demostrará que se ha proporcionado una accesibilidad adecuada para el mantenimiento, limpieza y reposición (si necesario) de elementos del turbogenerador de vapor, incluyendo los tubos del condensador. El Contratista utilizará programas de diseño "3D" asistidos por computadora para facilitar el diseño detallado.

También se suministrará equipo de manipulación e izado para facilitar el mantenimiento rutinario, se incluirán elementos como dispositivos de desmontaje, elevadores, pescantes, anclas, etc., para permitir el traslado de cualquier componente de la instalación al nivel del suelo. De forma general, se instalarán polipastos manuales en zonas de concentración de cargas a izar con, al menos una carga, superior a 500 kg. Cuando la carga supere los 2.500 kg se suministrará un polipasto eléctrico. Se tendrán en cuenta las disposiciones sobre estructuras soporte de acero para permitir la instalación de tales dispositivos (ver Apéndice 1 en Anexo 1)

### **7.7.2. Puente grúa bi-rail**

En particular, se incluirá en el alcance del Contrato un puente grúa bi-rail a instalar en la nave de turbina la cual dispondrá de los elementos soportes de las vigas carril del puente (incluidas también en el Contrato). La capacidad de elevación será la necesaria para elevar la pieza desmontable más pesada del turbogruppo.

El puente grúa se construirá en base al estándar FEM A4 (estructura)/ M6 (mecanismos y componentes) o en su caso EN15011.

Dispondrá de plataforma de mantenimiento en el propio puente. El puente grúa se controlará mediante un controlador de radio remoto y mediante botonera de cable colgada del propio puente. El cuadro del puente grúa será IP 55

## **7.8. Sistema eléctrico y de control**

La instalación eléctrica (armarios de BT, armarios de control, motores, convertidores de frecuencia, cableado, bandejas de cableado, iluminación exterior, tomas de corriente y puesta a tierra) así como la instalación de instrumentación, automatización y control deberán cumplir los requisitos establecidos en el Anexo 1, Apéndice 1 "Especificación Técnica General".

La marca del equipo eléctrico, así como las marcas y modelos de PLC's y/o Controladores, pueden ser estandarizados por Trargisa sin que ello represente un coste extra.

En general, el Cuadro General de Baja Tensión que incorporará las salidas a los diferentes armarios de BT incluidos en el alcance de los trabajos, así como las acometidas de cable a los mismos, será suministrado por terceros; sin embargo,

- i) los armarios de BT: (a) Centro de control de motores del ciclo agua-vapor; (b) Cuadro de Auxiliares de turbina –incluyendo cuadro de baterías para bomba de emergencia de turbina- y (c) Cuadro eléctrico y de control de la planta de tratamiento de agua desmineralizada;
- ii) los armarios de control: (a) cuadro de control y protección de turbina y de control, medida, protección y sincronismo del generador y (b) cuadro de control del ciclo térmico agua-vapor (excluyendo turbogenerador de vapor);
- iii) motores, convertidores de frecuencia, actuadores, accionamientos, armarios locales, cajas de conexiones, módulos de E/S, consumidores finales, instrumentos analógicos y digitales, así como el cableado y conducciones de cables correspondientes,

se incluirán en el ámbito de los trabajos.

El alumbrado y las tomas de corriente exteriores y el cableado correspondiente serán diseñados por el Contratista, pero serán suministrados e instalados por terceros.

El Centro de control de motores del ciclo agua-vapor alimentará la siguiente lista, no exhaustiva ni limitativa, de consumidores:

- Bombas de agua de alimentación de caldera.
- Bombas de agua de refrigeración del condensador y refrigeración auxiliar.
- Ventiladores torre de refrigeración
- Bombas de agua desmineralizada a tanque de agua de alimentación.
- Bomba de agua desmineralizada de llenado de caldera
- Bomba de efluentes PTA (si requerida)
- Resistencias de calentamiento de motores.
- Bomba de agua de purgas de ciclo a tanque de agua de proceso (si requerida)
- Skid de tratamiento químico de agua de torre.
- Válvulas motorizadas.

### 7.8.1.1. Suministro eléctrico y niveles de tensión

Las tensiones disponibles son las siguientes:

- Tensión de suministro para cuadros de BT (centro de control de motores; cuadros de maniobra y control; cuadros de control): 400 Vca, 3F+T. Otros niveles de tensión necesarios para los circuitos de control y señalización se generarán en el interior de los armarios a partir de esta tensión de suministro.
- Tensión de suministro para los circuitos auxiliares del armario como la iluminación, las tomas de corriente, la calefacción y la ventilación: 230 Vca (F+N+T).
- Alimentación de los armarios de control a través de UPS: 230 Vac (F+N+T). Otras tensiones necesarias se generarán en el interior de los armarios a partir de esta fuente de alimentación.
- Tensión de alimentación para cajas de conexiones, instrumentos de campo: 230 Vac (F+N+T). Otros voltajes necesarios se generarán dentro de los armarios a partir de esta fuente de alimentación.

### 7.8.1.2. Armarios de baja tensión y control

Los armarios de BT y control deberán cumplir los requisitos establecidos en el Anexo 1, Apéndice 1, "Especificaciones Técnicas Generales".

Los armarios de BT de potencia y maniobra serán diseñados y ejecutados de acuerdo a la tipología 3b según IEC-60439-1.

Los cuadros de control serán diseñados y ejecutados de acuerdo a la tipología 2b según IEC-60439-1.

La corriente de corto-circuito para el diseño de los cuadros de BT debe fijarse durante la ejecución del proyecto. En cualquier caso, no excederá 50kA.

Los controladores/PLC deben tener puertos de comunicación redundantes para un nivel superior de comunicación hacia el sistema de control y supervisión central. El protocolo de comunicación será definido durante la ejecución del proyecto.

Durante la ejecución del proyecto se estandarizará la marca y modelo de los autómatas a utilizar en el sistema de control y supervisión central (a seleccionar entre las plataformas Siemens PCS7, ABB Frelance 800F, Emerson Delta V) de forma que los cuadros de control incluidos en el alcance de los trabajos puedan adaptarse, sin que ello suponga una modificación del precio contractual.

El diseño de los gráficos de pantalla para control y supervisión de los diferentes cuadros de control (turbogruppo, ciclo-agua vapor, planta de tratamiento de agua desmineralizada) a implementar en el sistema de control y supervisión central se incluyen en el alcance del Contrato.

## **7.9. Hojas de datos técnicos**

La hoja de datos técnicos según el Formulario 2 del Anexo 5 forma parte de esta Especificación. Se respetarán los datos y requisitos especificados en el formulario. La columna "Datos del licitador" será rellenada completamente por el Licitador teniendo en cuenta los "Requisitos mínimos" según la presente Especificación y sus Anexos.

Deberá incluirse en la oferta la hoja de datos técnicos completamente rellenada.

## **8. REQUISITOS DE OBRA CIVIL**

El alcance del Contrato incluye el diseño y ejecución de las siguientes obras civiles (lista no exhaustiva ni limitativa):

- Cimentación del turbogenerador de vapor (incluye la cimentación del condensador)
- Cimentación del tanque de agua de alimentación de caldera y desgasificador.
- Cimentación y piscina de hormigón armado de la torre de refrigeración (si requerida)
- Pedestales de hormigón armado para base de bancadas metálicas de bombas, o en su caso, para apoyo / fijación directa de bombas, equipos y/o depósitos incluidos en el alcance.

Las demoliciones de pavimentos y estructuras existentes, así como la excavación necesaria para la realización de cimentaciones y pedestales de hormigón se incluyen en el alcance del Contrato. En el Anexo 6 a la presente Especificación se adjunta información geotécnica del sitio que deberá ser tenida en cuenta para el diseño de las cimentaciones.

En particular, los pernos y placas de anclaje, contra placas, plantillas, u otros elementos específicos de acero estructural que deban embeberse en las cimentaciones, incluyendo las barras corrugadas de acero para armaduras, serán diseñados y suministrados por el Contratista. El tipo de mortero para relleno, fijación de anclajes y acabados será especificado y suministrado por el Contratista. En todos los casos, las prescripciones de diseño, materiales y ejecución estarán conformes a lo indicado en el Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente Especificación respecto a estructuras de hormigón armado.

El Contrato incluye también el diseño y ejecución de las siguientes estructuras metálicas (lista no exhaustiva ni limitativa):

- Estructura soporte desgasificador y tanque de agua de alimentación
- Plataforma de mantenimiento y operación turbina cota +5,24m con conexión a sala eléctrica/control cota +5,24 y escalera existente en base a rejilla electrosoldada y estructura soporte en acero laminado
- Plataforma de acceso y mantenimiento al desgasificador y tanque de agua de alimentación
- Plataforma/s de conexión a pasarela/s del horno-caldera desde plataforma tanque agua de alimentación
- Otras escaleras y plataformas necesarias para acceso y mantenimiento de equipos del suministro, a definir en fase de ejecución.

En todos los casos el diseño, materiales y ejecución de los anteriores elementos estarán conformes a lo indicado en el Apéndice 1 al Anexo 1 de la presente Especificación respecto a estructuras metálicas.

## **9. CONDICIONES TÉCNICAS QUE REGIRÁN DURANTE LA VIGENCIA DEL CONTRATO**

Las obras incluidas en este lote se incluirán en el ámbito de las actividades de modernización de la PVE que constituyen un proyecto global. Por lo tanto, el adjudicatario deberá cumplir, dentro de los requisitos establecidos en el Contrato, con la planificación general del desarrollo del Proyecto llevada a cabo por Trargisa y gestionada a través del Representante de Trargisa, tanto en la fase de diseño como en la de ejecución y puesta en marcha.

El Contratista está obligado a ejecutar las Obras de acuerdo con los documentos que forman parte del Contrato. Sin embargo, si durante la ejecución del proyecto Trargisa requiere información complementaria que afecte a la aclaración de las obligaciones del Contratista, éste está obligado a proporcionarla a la mayor brevedad posible de acuerdo con las necesidades de Trargisa.

Una vez firmado el Contrato, el Contratista entregará un Plan de Gestión del Proyecto. En este documento se incluirán específicamente los siguientes aspectos:

- Organigrama. Identificación de los principales miembros e interesados del proyecto.
- Plan de comunicaciones.
- Codificación y plan de organización de la documentación del proyecto (Podrían mantenerse las normas del Contratista en la medida en que se consideren las normas específicas conexas para este proyecto que figuran en el documento "P52900GX001 Manual de Organización del Proyecto").
- Normas de presentación y edición de los documentos (programas informáticos que se utilizarán, formatos, cajas de dibujo, etc.). Se podría mantener el estándar del Contratista para ampliar las normas específicas para este proyecto, tal como se establece en el documento "P52900GX001 Manual de Organización del Proyecto".

[Nota para los Licitadores: El documento P52900GX001 "Manual de Organización del Proyecto" se proporcionará al Contratista después de la adjudicación del Contrato.]

### **9.1. Trabajos de ingeniería**

La propuesta debe contener el desarrollo y la entrega de todos los trabajos de ingeniería necesarios para asegurar una ejecución adecuada del proyecto:

- Obras civiles. Planos del marco base.
- Trazado del Sistema Turbina-Generador incluyendo todas las conexiones de las tuberías de vapor de alta presión, tuberías de purga, válvulas de parada y control, armarios eléctricos, etc.
- Trazado del ciclo agua-vapor, incluyendo todas las tuberías, conexiones, etc.
- Trazado del sistema de aceite. Incluyendo la obra civil, cuando sea necesario.
- Planos eléctricos.

## **9.2. Plan de Control de Avance del Proyecto**

El Contratista está obligado a mantener a Trargisa al tanto de los avances del Proyecto.

Por esta razón, el Contratista incluirá dentro del Plan de Gestión del Proyecto, el Plan de Control del Progreso del Proyecto.

Este plan incluirá, sin ser limitativo, lo siguiente:

- Informes mensuales sobre la marcha de los trabajos en todas las fases del proyecto
- Participación en reuniones regulares con Trargisa o los Representantes de Trargisa, incluyendo:
  - . Reuniones de progreso
  - . Reuniones de planificación y coordinación
  - . Reuniones de revisión de diseños
  - . Reuniones de coordinación de seguridad, salud y medio ambiente
  - . Reuniones de construcción
  - . Reuniones de puesta en marcha
- Participación en reuniones con terceros si así lo requiriera Trargisa
- Coordinación de interfases con otros Contratistas, si las hay.
- Coordinación de todos los esfuerzos dentro de los límites de suministro para asegurar que el diseño de ingeniería cumple plenamente con las leyes y reglamentos aplicables. El Contratista coordinará los esfuerzos de sus subcontratistas.

Este Plan de Control del Proyecto deberá ser aprobado por Trargisa.

## **9.3. Documentación de proyecto**

La lista de documentos que deberá presentar el Contratista durante la etapa de diseño de ingeniería y ejecución de este proyecto figura en el Anexo 3 – Documentación.

## **9.4. Embalaje y transporte**

El Contratista es responsable del empaquetado, transporte y descarga de su suministro, y específicamente incluirá lo siguiente:

- Embalaje adecuado, envío y transporte de todo el alcance del suministro.
- Disponibilidad total del sitio asignado para construcción y montaje, acopios, el transporte in situ y el almacenamiento temporal, incluidas las inspecciones y, de ser necesario, la garantía de los requisitos previos para el transporte.
- Seguro de transporte.
- Eliminación de materiales de embalaje y de transporte.
- Despacho de aduanas.
- Grúas o instalaciones de elevación en todos los lugares y sitios de carga, descarga y almacenamiento.

- Transporte al sitio.
- Descarga en el sitio.
- Almacenamiento intermedio, según sea necesario.
- Vigilancia, cercado temporal.

Antes de enviar el suministro a la obra, el Contratista solicitará una autorización por escrito a Trargisa. El equipo no podrá ser enviado al emplazamiento antes de que se haya entregado la autorización escrita de Trargisa al Contratista. En caso de que se produzca un retraso por causas imputables a Trargisa, el suministro se almacenará temporalmente en las instalaciones de origen en condiciones de seguridad.

Trargisa proporcionará una zona de almacenamiento de materiales y equipo. Esta área se ubicará dentro de los límites de la parcela de la Planta. La vigilancia será llevada a cabo por el equipo de vigilancia general de las obras contratadas por Trargisa.

Trargisa no será responsable de ninguna pérdida, robo o deterioro del material o equipo del Contratista mientras estén almacenados en el sitio.

Para que el suministro se considere entregado en el lugar será necesario que el Representante de Trargisa (Dirección de Obra) haya firmado la lista de entrega, que incluirá una lista de todo el material enviado.

El material se recibirá "in situ" para que sea fácilmente identificable según la lista de envío.

El embalaje será adecuado para que el equipo no sufra ningún deterioro durante la realización de la manipulación, descarga y almacenamiento en el lugar.

## **9.5. Construcción, Montaje y Puesta en Servicio**

### **9.5.1. Construcción y Montaje**

#### **9.5.1.1. General**

El Contratista será totalmente responsable de su instalación en el sitio y de los trabajos temporales.

Se entenderá que el emplazamiento de la obra es la zona asignada y utilizada por el Contratista.

Todas las áreas (almacenamiento, pre montaje, oficinas en la obra, alojamiento diario, etc.) serán asignadas por Trargisa. Todas las vías de acceso o caminos temporales (si es necesario) y las áreas de colocación / zonas de almacenamiento temporal se prepararán antes de que comiencen los trabajos de construcción y montaje. Además, los cimientos y las obras civiles necesarias también se terminarán según lo requiera el Contratista, se inspeccionarán y se aprobarán.

El Contratista puede hacer uso de otras áreas para el pre montaje sólo después de recibir la aprobación de Trargisa con la suficiente antelación.

El Contratista proporcionará protección a su lugar de trabajo para garantizar la seguridad de los bienes y el personal. Todos los andamios, así como su aprobación por entidad homologada están incluidos en el alcance. El Contratista protegerá todo el material contra la corrosión, los daños mecánicos o el deterioro durante el almacenamiento, la construcción y el montaje en obra.

Las zonas de almacenamiento tienen por objeto atender las necesidades a corto plazo de la obra de acuerdo con el programa de trabajo establecido. Estas zonas no deberán utilizarse para almacenamiento a largo plazo.

El Contratista será responsable de la descarga, el transporte y la manipulación de todo el equipo y los materiales de suministro necesarios para los fines del Contrato. La manipulación y el almacenamiento de todo el equipo de suministro en la zona de las instalaciones se hará por cuenta y riesgo del Contratista y sin responsabilidad de Trargisa.

Durante la ejecución de la obra, el Contratista mantendrá el emplazamiento de la obra libre de toda obstrucción innecesaria, basura y trabajos temporales que ya no sean necesarios. Los residuos se recogerán por separado por tipología de residuos y se eliminarán de acuerdo a un plan de gestión de residuos, que será preparado por el Contratista.

El Contratista tomará medidas para evitar las demoras causadas por la influencia de las condiciones meteorológicas (por ejemplo, medidas de protección contra condiciones meteorológicas desfavorables, como tormentas o lluvia).

El Contratista proporcionará para su aprobación procedimientos de seguridad, salud y medio ambiente (Manual de Seguridad, Salud y Medio Ambiente) que cumplan con las normas locales de seguridad y salud y medio ambiente, así como las prácticas prudentes de la industria.

### 9.5.1.2. Desmovilización

Después de la terminación de los trabajos, el Contratista retirará todo el equipo de construcción y montaje, materiales, equipo o edificios provisionales, escombros, limpieza y residuos sobre o bajo tierra.

Los escombros se dispondrán en un vertedero aprobado por cuenta del Contratista. Los materiales desmantelados también serán retirados por el Contratista. La superficie de la obra será restaurada y preparada como estaba antes de comenzar la ejecución, de acuerdo con las buenas prácticas de la industria.

### 9.5.1.3. Coordinación para la importación de equipo

El Contratista será plenamente responsable de la coordinación oportuna de todos los materiales y equipos que se importen. Para ello, se requiere una estrecha cooperación con las autoridades

locales. El Contratista proporcionará toda la documentación necesaria para los envíos, según lo soliciten las autoridades aduaneras, a fin de permitir una importación sin problemas.

#### 9.5.1.4. Coordinación con otros Contratistas

El Contratista será plenamente responsable de la coordinación y la cooperación con los Contratistas adyacentes dentro del emplazamiento de la obra. El Contratista y Trargisa acordarán mutuamente un procedimiento, incluido un calendario que reduzca al mínimo la interferencia de los trabajos que deban realizar otros Contratistas en la zona de las obras más allá de los puntos terminales definidos en el capítulo.

Durante el transcurso del Proyecto, el Contratista tomará medidas para asegurar que no se obstaculice ni se interfiera con ningún otro Proveedor que incurra en demora. Esto también se aplica a ciertas precauciones de seguridad durante el montaje (por ejemplo, distancias de seguridad). Cualquier impedimento causado será documentado por el Contratista y notificado inmediatamente a la Dirección de obra de Trargisa.

El Contratista reducirá al mínimo las posibles interrupciones de la construcción o los trabajos de montaje, o los impedimentos a la Obra, debidos a la realización simultánea de trabajos por varios Contratistas en el emplazamiento de la Obra.

#### 9.5.1.5. Reglamento en la obra

Antes de que se le asignen las áreas de trabajo pertinentes de la zona de las instalaciones para que las utilice el Contratista, éste preparará un conjunto de normas para esa zona. Esas reglas estarán estrictamente sujetas a la aprobación de Trargisa. Las reglas establecerán los procedimientos y la disciplina que deben seguir todos los que entren en el emplazamiento de la obra, incluidos todos sus empleados, visitantes, Contratistas adyacentes, etc. El Contratista es responsable de dar las instrucciones respectivas al personal.

#### 9.5.1.6. Seguridad en la obra

Trargisa se encargará de la seguridad de la planta durante la construcción y el período de finalización. Se instalarán vallas y puertas adecuadas. El personal de seguridad de la obra será empleado por Trargisa. De todas formas, el Contratista es responsable de la seguridad relacionada con el área de construcción afectada por su suministro. Trargisa no será responsable de la pérdida de herramientas o de cualquier daño causado al equipo siempre que no haya sido realizado por personal externo a las obras.

El estacionamiento del personal del Contratista se hará en un área de estacionamiento controlado, proporcionado por Trargisa.

### 9.5.1.7. Seguridad en el trabajo

Para la Seguridad y Salud, el Contratista proporcionará un equipo de SyS bajo la coordinación de un coordinador de Seguridad y Salud para todas las disciplinas y oficios (en nombre de Trargisa). Se proporcionará y garantizará toda la señalización necesaria en los puntos de peligro.

### 9.5.1.8. Sala de primeros auxilios

En base al número de trabajadores y personal técnico durante la construcción, podría requerirse que Trargisa proporcionara y dirigiera una sala de primeros auxilios totalmente equipada (como mínimo botiquín, litera, agua potable y otros materiales en función de la existencia de riesgos específicos) en la zona de las obras, además de indicación clara del contacto y ubicación del hospital más cercano a la zona de las obras. Si se requiere de acuerdo al número de trabajadores en obra, en la sala de primeros auxilios habrá personal cualificado de enfermería de salud durante todas las horas de trabajo. En cualquier caso, el Contratista tendrá en obra personal entrenado en primeros auxilios y botiquín.

La sala de primeros auxilios estará a disposición de todo el personal de la obra, incluyendo a Trargisa y otros Contratistas.

El Contratista informará de todos los accidentes y casi-accidentes y de las medidas de seguimiento. El Contratista determinará las medidas de mitigación para evitar incidentes similares.

### 9.5.1.9. Protección temporal contra incendios y equipamiento contra incendios

Se adoptarán todas las medidas necesarias de lucha y de protección contra incendios de conformidad con la normativa local y serán mantenidas por el Contratista durante la fase de montaje/construcción.

### 9.5.1.10. Instalaciones de saneamiento temporales

Las instalaciones de saneamiento y drenaje temporales para la recogida de aguas residuales que se produzcan en el campamento de obra serán proporcionadas por Trargisa. El Contratista podrá utilizar las instalaciones existentes de saneamiento y drenaje de la Planta en su zona asignada de obra.

En caso de que el Contratista requiera instalaciones de saneamiento temporales en las áreas de acopio de materiales y pre montaje asignadas, éstas serán proporcionadas por el Contratista a su cargo. El diseño de las mismas se hará de forma coordinada con Trargisa.

Trargisa también incluirá el tratamiento y/o eliminación de las aguas residuales resultantes de todas las instalaciones sanitarias y duchas temporales, teniendo en cuenta los diversos puntos de distribución de agua potable.

#### 9.5.1.11. Instalaciones temporales de suministro de electricidad y agua

Trargisa suministrará la electricidad temporal (400 Vca 3F+N+PE) para las oficinas de obra (máx. 10 – 15 kW) y agua (industrial) para los trabajos del Contratista. Se excluyen voz y datos. En caso de que el Contratista requiera diferentes condiciones de suministro de agua y/o electricidad a las existentes en el Sitio, éstas serán proporcionadas y asumidas por el Contratista.

#### 9.5.1.12. Oficina temporal

El Contratista proporcionará y mantendrá a su cargo oficinas de obra adecuadas para una gestión y control eficientes del proyecto por su propio personal y/o subcontratados.

#### 9.5.1.13. Actividades de puesta en servicio

Ver el Anexo 2 – Pruebas y Puesta en Servicio.

### **9.6. Control y Aseguramiento de la Calidad (QA/QC)**

Los requisitos de aseguramiento de calidad y control de calidad (en inglés, QA/QC) estipulados en esta sección abarcan la ingeniería, la gestión de compras, la construcción, la puesta en marcha y las pruebas de comprobación de prestaciones de la Planta y reflejan los requisitos generales que debe cumplir el Contratista.

El Contratista proporcionará un manual de garantía de calidad aplicable a la ingeniería, gestión de compra, construcción, puesta en servicio, ensayos y pruebas de prestaciones del suministro, en base a una norma de garantía nacional o internacional equivalente a la norma ISO 9001.

El Contratista preparará un Plan de Calidad integral para el proyecto que, tras la aprobación de Trargisa, se utilizará para preparar Planes de Calidad detallados que aborden los requisitos de calidad específicos durante la ingeniería, gestión de compras, construcción y puesta en marcha (éstos también se aplicarán a los subcontratistas y Proveedores del Contratista).

El Contratista se asegurará de que la responsabilidad del control de calidad se asigne efectivamente a los respectivos miembros del Equipo Principal del Proyecto, cada uno en su respectivo nivel de responsabilidad.

El Contratista se asegurará de que la primera y las subsiguientes ediciones de los documentos generados sean examinadas, verificadas y aprobadas por personal autorizado del Contratista antes de su emisión. Los cambios en los documentos se identificarán claramente.

El Contratista establecerá un sistema de distribución de documentos y se asegurará de que los registros de distribución se mantengan dentro del sistema de control de documentos.

El Contratista proporcionará como mínimo el tipo y el número de documentos de calidad que se establecen en el Anexo 3 - Documentación y en el Anexo 2 - Pruebas y Puesta en Servicio.

El enfoque general será que todo el equipamiento y materiales sean probados e inspeccionados en el taller o fábrica en la mayor medida posible y cuando sea técnicamente factible.

El Contratista indicará en su plan de calidad el alcance de las pruebas en el taller y en la obra.

Trargisa se reserva el derecho de llevar a cabo por sí mismo o por terceros, auditorías de calidad en las instalaciones del Contratista, subcontratista/s y proveedores para asegurar el cumplimiento del Contrato, planes, procedimientos y especificaciones.

### 9.6.1. Garantía y control de calidad en relación con inspecciones y pruebas

Todas las actividades de pruebas en taller/fábrica se indicarán por separado en el Plan de Inspección y Pruebas del Contratista. En el Anexo 2 del presente documento se especifican otros requisitos relativos a inspecciones y pruebas.

## 9.7. Requerimientos de Seguridad, Salud y Medio Ambiente

El Contratista y sus subcontratistas estarán obligados a aplicar los requisitos incluidos en los reglamentos locales de seguridad y salud, así como los requisitos que establecerá el Coordinador de Seguridad y Salud de Trargisa (posición adscrita a la Asistencia Técnica de Trargisa).

Antes del comienzo de la Obra se celebrará una reunión entre el Contratista, sus subcontratistas y Trargisa para firmar el Acta de Coordinación de Actividades Empresariales".

Como referencia, el Contratista y sus subcontratistas proporcionarán la siguiente documentación que podrá ser requerida:

#### Documentación relacionada con la empresa Contratista:

- Certificado de la modalidad preventiva adoptada.
- Certificado de estar al día de pago de la modalidad preventiva.
- Certificado de seguro de responsabilidad civil.
- Justificante de estar al corriente de pago de la Seguridad Social.
- Asociación a Mutua de Accidentes.
- Certificado de inscripción en el REA (Registro de Empresas Acreditadas), cuando se requiera.
- Nombramiento de recurso preventivo.
- Plan de Seguridad y Salud de la Planta en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud de Trargisa, incluyendo, en su caso, propuestas de medidas alternativas de prevención.
- Plan de montaje y desmontaje de andamios

Documentación relacionada con los trabajadores:

- Lista de personal con tarjeta de identificación y nombre de la empresa.
- Entrega IRL / ERL (Identificación de Riesgos Laborales / Evaluación de Riesgos Laborales).
- Certificado de formación en PRL (Prevención de Riesgos Laborales).
- Entrega de EPI (Equipo de Protección Individual).
- Certificado de Aptitud Médica.
- Inscripción en la Seguridad Social (RLC y RNT) que se actualizará mensualmente

Documentación relacionada con maquinaria y herramientas:

- Lista de maquinaria.
- Seguro de responsabilidad civil.
- Marcado CE.
- Declaración de conformidad.
- Inspección Técnica de Vehículos (ITV), permisos de conducir, etc.
- Autorización de uso de maquinaria.

Trargisa deberá proporcionar al Contratista la siguiente documentación:

- Modalidad preventiva de la planta.
- ERL (Evaluación de Riesgos Laborales) del Sitio o de las instalaciones de la planta.
- PVE Reglamento de seguridad de la planta.
- Plan de emergencia de la planta.
- Carta de coordinación donde se indica la documentación que se entrega a los subcontratistas y la documentación que se solicita y recibe.

Cuando el Contratista solicite los servicios de otra empresa para realizar parte de los trabajos que le han sido encomendados, deberá informar de ello a la Asistencia Técnica de Trargisa y establecer una coordinación adecuada de todos ellos en sus actuaciones. El Contratista será responsable de asegurar el cumplimiento de las instrucciones, normas y procedimientos de trabajo dados por el representante de Trargisa que todas las empresas implicadas están obligadas a seguir, así como los correspondientes a la vigente Ley de Prevención de Riesgos Laborales y otras disposiciones legales asociadas.

Trargisa o su representante podrá adoptar las medidas sancionadoras que considere necesarias, por ejemplo, la suspensión temporal o indefinida del Contrato o la rescisión del mismo si los trabajadores pertenecientes al Contratista no cumplen las normas de seguridad e higiene establecidas o ponen en grave peligro su seguridad o la de otros trabajadores.

La organización y las responsabilidades del equipo de Seguridad, Salud y Medio Ambiente del Contratista incluirán:

- JEFE DE PROYECTO:
  - El Jefe de Proyecto será responsable de la ejecución general y será responsable de las cuestiones de Seguridad, Salud y Medio Ambiente en el proyecto. El Jefe de Proyecto

proporcionará el impulso y los recursos necesarios para asegurar que se logren las metas y objetivos de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.

- COORDINADOR DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIOAMBIENTE (CSSMA):
  - El Coordinador de Seguridad, Salud y Medioambiente (CSSMA) será responsable de la elaboración del plan de SSMA específico de la obra y será responsable de su aplicación. El Coordinador de SSMA será responsable de la aplicación de los requisitos regulatorios de seguridad, salud y medio ambiente de la empresa y de la aplicación de los requisitos técnicos y sus efectos en el proyecto. Esto incluirá la aplicación y el seguimiento de los requisitos de Seguridad, Salud y Medio Ambiente para sus subcontratistas y proveedores.
  - El Coordinador de SSMA se adherirá al Plan de SSMA para toda la Planta.
  - El Coordinador de SSMA se asegurará de que el personal del equipo de proyecto cumpla todos los requisitos de seguridad, salud y medio ambiente estipulados en el sistema de gestión de salud, seguridad y medio ambiente del Contratista y en el plan de SSMA, así como las disposiciones legales locales pertinentes, y velará por que sus subcontratistas y proveedores las cumplan.
  - El Coordinador de SSMA será responsable de la resolución de los asuntos cotidianos de Seguridad, Salud y Medio Ambiente en la obra. A través de los supervisores de la obra, apoyará y asesorará a los trabajadores. Él debe informar sobre cualquier asunto de Seguridad, Salud y Medio Ambiente en la obra al Coordinador de Seguridad y Salud de Trargisa.
  
- SUPERVISORES DE OBRA:
  - El personal de supervisión del Contratista será responsable y rendirá cuentas del compromiso de Seguridad, Salud y Medioambiente y su participación en la gestión de los programas, planes y sistemas de gestión de SSMA de los subcontratistas.

### 9.7.1. Metas y objetivos generales en Seguridad, Salud y Medioambiente

Los objetivos de SSMA de Trargisa son: cero accidentes, ausencia de vertidos perjudiciales para el medioambiente, promover el bienestar y las cuestiones de salud, desarrollar un entorno social sólido e integrar a la comunidad local, en la medida en que sea razonablemente posible.

Teniendo en cuenta los objetivos de SSMA definidos, los objetivos correspondientes para el Proyecto son:

- Desarrollar, aplicar y operar un sistema de gestión de Seguridad, Salud y Medioambiente que contribuya al máximo al cumplimiento de los objetivos antes especificados y al éxito del proyecto,
- Realizar un diseño que sea intrínsecamente seguro, disponer de un lugar saludable para trabajar y que tenga un impacto tan bajo como sea razonablemente posible en el medioambiente,
- Ejecutar el montaje, la construcción y la puesta en marcha e iniciar la puesta en operación de la Planta sin incidentes relacionados con la salud o el medioambiente,
- Cumplir con la legislación aplicable.

El Contratista y sus subcontratistas definirán, al comienzo del proyecto, los criterios de aceptación de riesgos que deberán cumplirse en estrecha cooperación con Trargisa y sujetos a su aprobación.

Los objetivos de Seguridad, Salud y Medioambiente se alcanzarán mediante la aplicación del Plan de SSMA. El principal objetivo durante la construcción es la preparación y el examen de un Plan de SSMA específico para la obra que será preparado por el Contratista y presentado al Coordinador de Salud y Seguridad de Trargisa para su aprobación antes de la movilización.

Este Plan deberá:

- Abarcar todo el trabajo del Contratista, incluyendo lo que hagan sus subcontratistas y,
- Proporcionar todos los procedimientos necesarios para realizar con seguridad las tareas que son inherentemente peligrosas, como, por ejemplo, realizar excavaciones y zanjas y trabajar en ellas, entrada a espacios confinados, trabajos en altura, operaciones de levantamiento/elevación, etc.

Cualquier desviación de los requisitos de SSMA debe ser comunicada por escrito a Trargisa para su aprobación.

Para asegurar un buen diálogo y una comunicación bidireccional en materia de Seguridad, Salud y Medioambiente, se celebrarán las siguientes reuniones:

- Cada semana todos los responsables de SSMA del proyecto se reunirán para discutir el estado de situación en la semana anterior y determinar las formas de mejorar aún más el desempeño de la seguridad del proyecto.
- Se celebrarán reuniones mensuales del Comité Organizador de SSMA del proyecto para evaluar el rendimiento del proyecto en esta materia y diseñar nuevas estrategias para consolidar el buen rendimiento y mejorar el programa cuando sea necesario.

Se llevarán a cabo inspecciones y auditorías regulares de SSMA:

- Auditorías de la Dirección de Obra del Proyecto: La dirección de obra realizará inspecciones o auditorías de SSMA en la obra con una frecuencia de al menos una vez al mes.
- Inspecciones por el personal de supervisión: Cada responsable y/o supervisor debe realizar una inspección de SSMA en su área de responsabilidad al menos una vez por semana.
- Cada jefe de obra deberá realizar inspecciones diarias de SSMA en todas las áreas en las que tenga personal trabajando.

## **9.8. Formación**

### **9.8.1. Objetivos de la formación**

El objetivo principal de este programa es introducir, instruir y supervisar al personal técnico de Trargisa en los aspectos esenciales de las equipos y obras suministradas para una operación y mantenimiento adecuado, seguro y eficiente.

## 9.8.2. Idioma de la formación

El Licitador impartirá cursos de formación en **lengua española o catalana**.

## 9.8.3. Introducción

El Contratista pondrá en práctica un programa de formación para el personal de ingeniería, operación y mantenimiento del Operador de conformidad con los siguientes requisitos.

Dentro del programa de formación general, el Contratista proporcionará formación integral al personal de operación y mantenimiento. La formación reglada en materia de operación y mantenimiento se llevará a cabo en las instalaciones de Trargisa.

El Contratista será responsable de la disponibilidad de los alumnos (excepto en casos debidamente justificados), así como los dispositivos e instalaciones de formación necesarias (proyector(es), pantalla(s), tabletas, etc.). Trargisa es responsable de proporcionar una sala/aula de formación adecuada con mesas y sillas.

El Contratista proporcionará todo el material de formación necesario para este fin, como manuales, dibujos, fotografías, colores, diapositivas, vídeos, cuadernos, bolígrafos, ayudas de formación, aparatos de seguridad, ropa de protección, etc., todo lo necesario para cubrir el curso de formación completo.

Los operadores deben tener un buen conocimiento de los procesos y de todo el equipo instalado hasta el final de la puesta en marcha de la Planta.

## 9.8.4. Cualificación de los participantes a la formación

Los participantes seleccionados por Trargisa para la formación deberán poseer los conocimientos adecuados sobre incineración y centrales de generación eléctrica. Se espera que los alumnos sean capaces de leer y comprender documentos técnicos como: planos de implantación y disposición de equipos, diagramas de proceso, esquemas unifilares, planos isométricos, etc.

Trargisa facilitará una lista de candidatos con nombres y puesto de trabajo individual en la planta a más tardar tres meses antes del comienzo de la formación.

## 9.8.5. Cualificación de los formadores

El Contratista seleccionará formadores experimentados y cualificados que hablen **español o catalán e inglés**.

### 9.8.6. Personal que recibirá la formación

El personal de Ingeniería y Seguridad, salud y medioambiente, de operación (que actualmente trabaja para el Operador o contratado para este propósito) y el personal de mantenimiento (que actualmente trabaja para el Operador o contratado para este propósito) recibirán la formación pertinente.

El número definitivo y la calificación del personal se comunicarán al Contratista de conformidad con lo dispuesto en 9.8.4.

### 9.8.7. Manuales de formación

Cada alumno recibirá un manual de formación (versión electrónica y en papel), en **español o catalán e inglés**. Los manuales de formación servirán de guía para la formación y consistirán en documentos seleccionados de proyectos específicos (extractos de los manuales de operación y mantenimiento), además de suplementos relacionados con la formación.

Los manuales de formación no están sujetos a ninguna actualización y, por lo tanto, sólo son válidos para fines de formación. Los manuales de entrenamiento utilizados durante la formación serán propiedad del personal de Trargisa.

### 9.8.8. Formación a impartir

La formación será aplicable a todo el equipo operacional que se suministre en virtud del presente Contrato y se adaptará a las necesidades particulares del pasante, por ejemplo, en materia de mantenimiento, ya sea mecánico, eléctrico o de control e instrumentación.

El Contratista proporcionará a Trargisa la sinopsis del contenido de su curso de formación propuesto al menos cinco (5) meses antes del comienzo de la formación para su aprobación preliminar por Trargisa. Sujeto a la aprobación por Trargisa del programa de formación del Contratista, éste proporcionará, al menos tres (3) meses antes de la fecha prevista de inicio de la puesta en marcha (commissioning), la formación completa y exhaustiva al personal pertinente identificado por Trargisa. Antes del comienzo de cada curso de formación específico, el Contratista proporcionará a Trargisa copias de las notas de las sesiones, las notas de los alumnos (si procede) y los detalles de los materiales audiovisuales/prácticos para que se ajusten a la sinopsis aprobada.

Los temas que se enumeran a continuación son los requisitos mínimos. En caso de que sea necesario, el Contratista propondrá temas adicionales para la adecuada comprensión del funcionamiento y mantenimiento de la Planta.

### 9.8.8.1. Formación de personal de Ingeniería / SSMA

El objetivo principal de esta formación es dar al personal de ingeniería; seguridad/salud y medio ambiente, suficiente experiencia para poder monitorizar, analizar, optimizar y/o modificar (con el permiso del suministrador) el turbogenerador de vapor y los equipos del ciclo agua-vapor, durante su vida útil.

La formación se impartirá para cada equipo del suministro.

La formación sobre el equipo se referirá a los siguientes puntos (si procede):

- Explicación de los equipos y sistemas.
- Características de prestaciones, rendimiento y límites del equipo y sistemas.
- Cómo: arrancar / parar / resolver problemas / controlar / vaciar / desgasificar / enjuagar / probar-realizar pruebas / preparar para el mantenimiento
- Introducción a las herramientas entregadas para vigilancia y el análisis del proceso.
- Funcionamiento y utilización de sistemas de análisis de datos históricos, reparación de interrupciones de datos, generación de informes.
- Aspectos de mantenimiento de I&C.

### 9.8.8.2. Formación de los operadores

El Contratista emprenderá la formación de los operadores de Trargisa con el fin de familiarizarlos con el funcionamiento del suministro. El objetivo principal de esta formación es asegurar que todos los conocimientos pertinentes para el funcionamiento cotidiano eficiente y seguro del suministro estén disponibles antes de la puesta en marcha.

Esta formación-entrenamiento consistirá en tres partes:

- formación en el aula,
- formación práctica en simulador (si dispone de éste, el Contratista) o en una planta de similares características a la descrita, a proponer por el Contratista (se aclarará durante la ejecución),
- formación en planta (familiarización con la planta y trabajando junto al Contratista durante la puesta en marcha).

La formación se centrará principalmente en los siguientes temas:

- explicación de todos los equipos y sistemas (principales y secundarios), incluidas las características de rendimiento y los límites del equipo/sistema,
- fundamentos mecánicos de los equipos suministrados
- fundamentos físico-químicos de los procesos involucrados,
- características de prestaciones, rendimiento y límites de los equipos y sistemas,
- aspectos de seguridad,
- control y salvaguardia de los procesos,
- procedimientos de arranque y parada,

- normas de mantenimiento y tecnología de los componentes esenciales del suministro,
- diagnóstico de los componentes esenciales del suministro,
- aislamiento de los componentes mecánicos y/o eléctricos,
- medidas y procedimientos en caso de emergencia.

### 9.8.8.3. Formación del personal de mantenimiento

El objetivo principal es permitir al personal de mantenimiento ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo de manera eficaz y eficiente.

La formación consistirá en tres partes:

- formación en el aula y en taller,
- curso especial de formación para el equipo de control de calderas (se aclarará durante la ejecución),
- formación en planta, trabajando (familiarización con el suministro durante la construcción y el montaje).

En general, la formación para el personal de mantenimiento será más completa que la formación para operación/ingeniería. Se requiere que la eficacia de cada sesión de formación en materia de mantenimiento se establezca mediante resultados de pruebas, hojas de asistencia, etc. a proporcionar a Trargisa.

Dependiendo las necesidades de Trargisa que establecerá con el Contratista o con los diversos Proveedores, puede ser necesario añadir y/o eliminar del programa ciertos temas de formación.

La formación sobre el equipamiento abordará por lo menos los siguientes temas (si procede):

- Explicación de todos los equipos y sistemas principales y secundarios, incluidas las características de prestaciones, rendimiento y límites de cada equipo/sistema.
- Explicaciones específicas de todo el equipamiento suministrado en este lote: sistema turbogenerador de vapor y condensador, desgasificador térmico, bombas de agua de alimentación de caldera, sistema de refrigeración principal y auxiliar, planta de tratamiento de agua desmineralizada.
- Proveedores de instrumentación:
  - explicación funcional y técnica,
  - análisis de fallas,
  - montaje/desmontaje,
  - cómo realizar el mantenimiento preventivo y frecuencias recomendadas,
  - calibración y prueba de cero,
  - activación y desactivación,
  - métodos de limpieza,
  - lista de herramientas necesarias,
- Sistemas eléctricos:
  - explicación funcional y técnica,
  - bloqueo/etiquetado,

- solución de problemas,
- activación y desactivación,
- lista de herramientas necesarias,
- cómo realizar el mantenimiento preventivo y frecuencias recomendadas,
- cómo programar el sistema (si es aplicable).
- Equipos rotativos:
  - explicación funcional y técnica,
  - interpretación de las mediciones de vibración,
  - montaje/desmontaje,
  - cómo realizar el mantenimiento preventivo y frecuencias recomendadas,
  - cómo revisar el equipo,
  - métodos de limpieza,
  - lista de herramientas necesarias,
  - especificaciones del aceite lubricante y cambios,
  - controles y análisis del aceite lubricante,
  - análisis de los rodamientos,
  - lazos de control alrededor del equipo.

### **Costes y Gastos**

Todos los costes y gastos asociados con la formación correrán a cargo del Contratista y se incluirán en el Precio del Contrato.

### **Calendario para la formación**

Una vez aprobado el plan de formación, Trargisa proporcionará al Contratista los nombres de los alumnos por cada tema de formación. Posteriormente, el Contratista coordinará la ejecución del plan de formación.

[Nota para el Licitador: La Oferta de Licitación incluirá una descripción de la formación, incluyendo los materiales y medios que se proporcionarán para las sesiones de formación].

## **10. GARANTÍAS**

Las garantías de prestaciones y/o rendimientos se establecen en el Anexo 5 Formulario 1 "Garantías de Prestaciones".

El periodo de garantía contra defectos de fabricación y/o montaje (garantía mecánica) será de 24 meses a partir de la fecha de Aceptación Provisional indicada en el Certificado correspondiente a firmar por Trargisa y el Contratista. La Oferta podrá incluir períodos de garantía superiores a 24 meses para determinados equipos, piezas o componentes. En tal caso, el Licitador lo indicará en su propuesta.

## **ANEXO 1. REQUISITOS GENERALES DEL PROYECTO**

## **ANEXO 2. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO**

## **ANEXO 3. DOCUMENTACIÓN**

## **ANEXO 4. PLANOS**

## **ANEXO 5. FORMULARIOS TÉCNICOS**

## **ANEXO 6. INFORMACIÓN GEOTÉCNICA**