

EXPEDIENTE CA02-2021

PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN POR PROCEDIMIENTO ABIERTO DEL SERVICIO DE INGENIERÍA BÁSICA PARA LA MODIFICACIÓN CONSISTENTE EN LA ADICIÓN DE EQUIPOS DE GENERACIÓN EMBARCADA DE ELECTRICIDAD CON PILAS DE COMBUSTIBLE ALIMENTADAS CON HIDRÓGENO LÍQUIDO, Y DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS DE ELECTRICIDAD PARA TRACCIÓN Y FRENO; INCLUYENDO LA ADECUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.

CLÁUSULA 1.- INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 OBJETO.	3
1.2 ALCANCE.	3
CLÁUSULA 2.- CARACTERÍSTICAS TREN AUTOMOTOR S-3600	4
2.1 DATOS DEL AUTOMOTOR SERIE 3600.....	4
CLÁUSULA 3.-DEFINICIÓN DE CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO	9
3.1 MODOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRACCIÓN.	9
3.2 PRESTACIONES A DESARROLLAR POR EL SISTEMA DE POTENCIA DE HIDRÓGENO.....	10
3.3 CÁLCULO DEL SISTEMA DE INFRAESTRUCTURA SUMINISTRO DE HIDRÓGENO	10
CLÁUSULA 4.- REQUISITOS TÉCNICOS	11
4.1 REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL	11
4.2 REQUISITOS DEL SISTEMA DE HIDRÓGENO	11
4.3 REQUISITOS DE REGULACIÓN DE FLUJOS DEL SISTEMA DE ENERGÍA	13
4.4 REQUISITOS RELATIVOS A MANDOS E INDICADORES DEL TREN	13
4.5 REQUISITOS DE SOPORTE PARA ACTUADORES PARA SITUACIONES NO HABITUALES DE OPERACIÓN	14
4.6 REQUISITOS DE SOPORTE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PERFILES PREPROGRAMADOS.	15
CLÁUSULA 5.- NORMATIVA APLICABLE.....	16
5.1 NORMATIVA EUROPEA	16
5.2 NORMATIVA NACIONAL.....	17
5.3 NORMATIVA ESPECÍFICA DE REFERENCIA PARA HIDRÓGENO LÍQUIDO	18
5.4 NORMATIVA ESPECÍFICA DE REFERENCIA PARA PILAS DE COMBUSTIBLE.....	18
5.5 NORMATIVA ESPECÍFICA DE REFERENCIA PARA BATERÍAS.....	19
5.6 NORMATIVA ESPECÍFICA DE REFERENCIA PARA CABLEADO	19
5.7 NORMATIVA ESPECÍFICA DE REFERENCIA PARA APLICACIONES FERROVIARIAS.	19
CLÁUSULA 6.- ENTREGABLES	20
6.1 INGENIERÍA DE CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS/MECÁNICA.....	20

6.2 INGENIERÍA DE PROCESO (INCLUYENDO INFORMACIÓN RELATIVA AL SUBSISTEMA DE HIDRÓGENO).	20
6.3 SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL	20
6.4 ESQUEMAS NEUMÁTICOS/HIDRÁULICOS	21
CLÁUSULA 7.- REQUISITOS PARA LICITADORES	21
7.1 PERSONAL PARTICIPANTE EN EL PROYECTO	21
7.2 MEDIOS MATERIALES	22
7.3 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	22
7.4 DEPENDENCIAS FÍSICAS PARA EL DESARROLLO DEL CONTRATO	23
CLÁUSULA 8.- TITULARIDAD DE LOS TRABAJOS Y CONFIDENCIALIDAD	23
CLÁUSULA 9.- MEJORAS A LA OFERTA	25
CLÁUSULA 10.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR POR EL LICITADOR	25

CLÁUSULA 1.- INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto.

El objeto de los trabajos a desarrollar según la especificación de los presentes pliegos deberá ser disponer de la ingeniería de detalle (incluyendo control, cálculos, certificados, memorias, etc.) acordes a la normativa nacional y europea que sea de aplicación, que permitan la modificación de una unidad de tren automotor eléctrico de ancho métrico (por ejemplo, unidad de la serie 3600) para su funcionamiento bi-modal catenaria/pila de combustible, en el marco de avanzar en la descarbonización efectiva de la tracción ferroviaria en Asturias.

Los documentos resultantes de la ingeniería a desarrollar deberán incluir toda la información necesaria para la transformación completa de una unidad asegurando la correcta integración de los distintos sistemas energéticos entre sí, la disposición física de sistemas a bordo (anclaje de equipos, conexiones exteriores a los mismos, reparto de pesos, etc.), los sistemas de control (incluyendo el desarrollo del software de gestión y control), adaptación a los elementos de mando existentes y desarrollo de los estudios y pruebas de funcionamiento y seguridad necesarios para la puesta en marcha del vehículo, incluyendo la documentación acorde a la normativa nacional y europea vigentes en ese momento y que sea de aplicación, alcanzándose un modelo que resulte absolutamente funcional y apto para la circulación y el transporte ferroviario de pasajeros.

El tren resultante, tras esta modificación, deberá estar en condiciones técnicas y legales de transportar viajeros en servicio comercial por la subred de ancho métrico de la RFIG, tanto en tramos electrificados como no electrificados. Su denominación provisional completa sería: Tren preserie de ancho métrico dual con tracción alternativa con hidrógeno verde y baterías. (636.001 H2b).

Nota: A lo largo de estos pliegos se hará referencia a la serie 3600 de forma orientativa, de cara a un ilustrar los requisitos. Será objeto de acuerdo entre Fundación Barredo y el adjudicatario el modelo de vía estrecha final para el que resulta más conveniente llevar a cabo la adaptación, en función de la propuesta del licitador, su experiencia y la disponibilidad de material rodante a ser adaptado.

1.2 Alcance.

El alcance de la licitación desglosado será el siguiente:

- Diseño conceptual y de ingeniería básica de la transformación del automotor para integrar el grupo de potencia integrado por pila de combustible, baterías y depósitos

de hidrógeno líquido, incluyendo si es necesario la redistribución espacial de equipos existentes, según las condiciones del apartado 4.1.

- Desarrollo de un sistema de control experto que gestione la integración de un sistema mixto que le permita gestionar como tracción diferentes fuentes de energía (catenaria, baterías, pila de combustible) de forma inteligente y eficiente, gestionándose tracción, aprovechamiento de frenada regenerativa, carga de baterías y alimentación de auxiliares, etc. conjuntamente y de forma óptima con respecto a las necesidades de las rutas y las condiciones del trazado (distancia a recorrer, tramos electrificados, pendientes, paradas, etc.). Previamente al desarrollo del sistema, deberán realizarse las simulaciones o cálculos necesarios, mediante modelos o métodos numérico-matemáticos para asegurar la correcta cobertura desde el punto de vista energético de los requerimientos de los modos de tracción planteados (ver cláusula 3).

El proyecto de ingeniería básica deberá de ser apto para que los desarrollos que se lleven a cabo a partir de él sean conformes a los requisitos necesarios para que superar una Evaluación Independiente de Seguridad (ISA), en la que un organismo competente evaluador independiente de seguridad, emita informe.

Todos los trabajos a desarrollar deberán regirse según la normativa de referencia y los criterios de aplicación de la misma que se define en la cláusula 5 y requerirán que el adjudicatario cumpla con los requisitos que se establecen en la cláusula 7.

CLÁUSULA 2.- CARACTERÍSTICAS TREN AUTOMOTOR S-3600

A modo de ejemplo, se incluye información de un posible modelo a adaptar, quedando a definir entre adjudicatario y Fundación Barreo la serie y modelo concreto sobre el que se realizarían las modificaciones. En todo caso se facilitaría la información equivalente a la aquí mostrada para el vehículo a modificar.

2.1 Datos del automotor serie 3600

Las características principales del automotor a transformar son:

- Peso en orden de marcha (Unidad) 56,5 t.
- Tipo de boggy MAN Bo-Bo
- Diámetro de ruedas 750 mm.
- Ancho de vía 1.000 mm.
- Anchura de la caja 2.569 mm.

- Altura del techo sobre el carril 3.760 mm.
- Longitud entre topes (Motor): 17.644 mm.
- Longitud entre topes (Unidad): 35,3 m.
- Tensión de alimentación 1.500 V.
- Potencia nominal 570 CV (420 kW)
- Velocidad máxima 80 Km/h.
- Número de motores de tracción 1 por coche
- Tipo de motor 1 TB 2223 - OGB03 de Siemens. Asíncrono trifásico de seis polos. Tensión permanente: 1.108 V. Tensión máxima 1404 V. Intensidad: 134 amperios (máxima de 250).
- Potencia continua por motor 285 CV (210 kW) a 1950 r.p.m.
- Convertidores de tracción (1 por coche). Siemens IGBT. Tensión de entrada de 1.500 V en corriente continua. La intensidad máxima de salida es de 245 A y la frecuencia de 0 a 160 Hz.
- Convertidor de servicios auxiliares (1 por coche). Tensión de entrada de 1.500 V, con dos salidas en alterna (56 KVA, 3x400 Vac y 1x230 Vac, a 50 Hz) y una en corriente continua a 24 Vdc con una potencia de 10 kW.
- Batería de tipo KPM 140 de níquel-cadmio con una capacidad de 140/260 Ah y 18/12 elementos.
- 2 Resistencias de frenado, situadas en el techo, con una potencia de 130 kW.

De forma complementaria a la información que se provee en los presentes pliegos, el licitador podrá visitar una unidad de la serie a la que se decida finalmente enfocar la ingeniería para la toma de datos y mediciones que considere necesarias para elaborar su propuesta técnica, con el compromiso por su parte de que los únicos fines de esa información será la realización de la oferta y el posterior desarrollo de los trabajos en el caso en el que resultase adjudicatario.

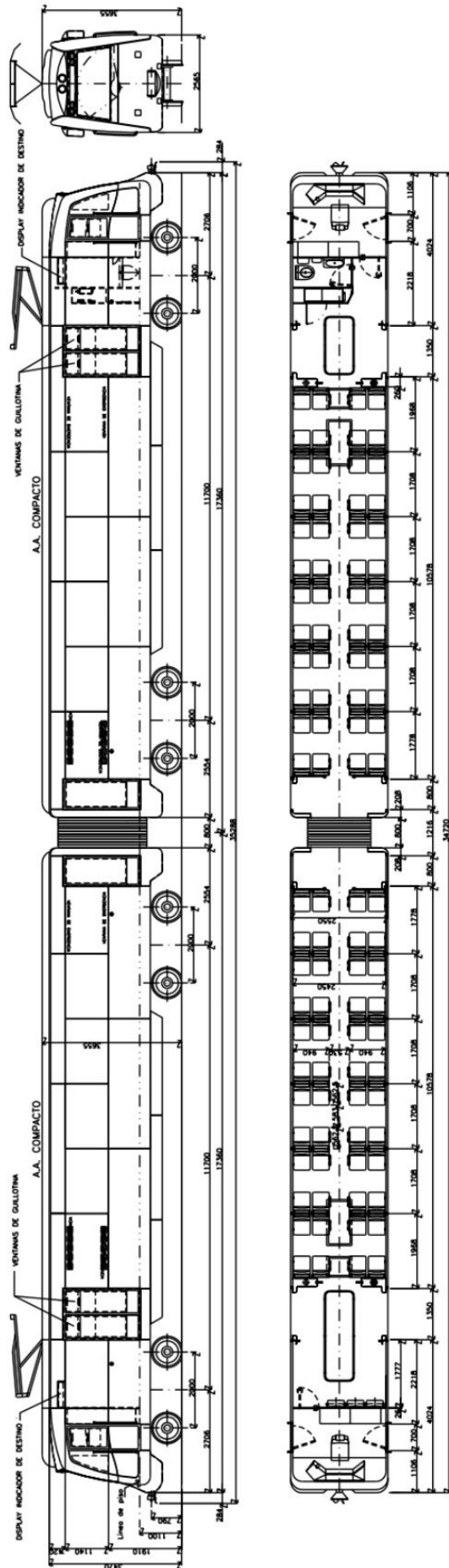
En el tren modificado no deben cambiar con relación al tren original:

- La arquitectura (vehículo no articulado de bogies de piso alto);
- Composición (dos coches motores cada uno con su cabina de conducción);
- Potencia en tracción (420 kW) y velocidad máxima (100 km/h);
- POTENCIA máxima de auxiliares de 130kW, siendo la potencia máxima actual de las cargas de un 50% de su capacidad.
- Masa y su distribución (la masa de los equipos añadidos debe compensarse con la reducción de masa de los equipos a retirar —equipos de freno reostático— y reducción de la capacidad de viajeros —), y gálibo GEE10.

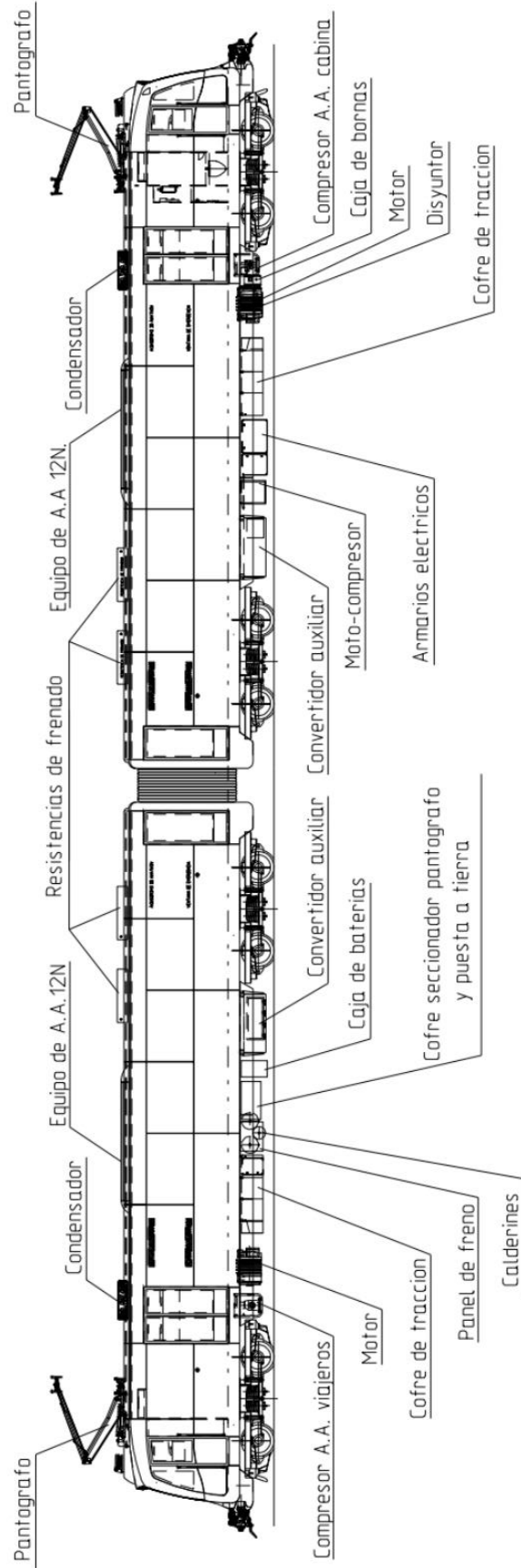
El tren deberá poder circular por todas las líneas de la RFIG de ancho métrico excepto Cercedilla-Cotos, tanto en las que disponen de gálibo GEE10 como, en una fase posterior, las que tienen gálibo GED10, para lo cual se implantará un sistema de plegado máximo del pantógrafo y adicional al sistema con el que actualmente cuenta este equipo, que le permita inscribirse en ambos gálibos de manera automática en función del modo de operación. El

desarrollo en detalle de este sistema está excluido del alcance de esta licitación, pero deberá ser tenido en cuenta en cuanto a espacios, conexiones u otras circunstancias que pudieran condicionar su posterior desarrollo.

2.2 Planos/información gráfica.



Esquema líneas exteriores y distribución interior unidad autopropulsada 3600



Esquema líneas exteriores con ubicación de elementos unidad autopulsada 3600

CLÁUSULA 3.-DEFINICIÓN DE CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Este vehículo deberá integrar un sistema mixto que le permita gestionar diferentes fuentes de energía (catenaria, baterías, pila de combustible) de forma inteligente, gestionándose tracción, aprovechamiento de frenada regenerativa, carga de baterías y alimentación de auxiliares, etc. conjuntamente y de forma óptima con respecto a las necesidades de la ruta y las condiciones del trazado (distancia a recorrer, tramos electrificados, pendientes, paradas, etc.), asegurando cubrir las necesidades energéticas para el funcionamiento normal del vehículo (incluyendo sistemas auxiliares).

3.1 Modos de funcionamiento del sistema de tracción.

Las formas de tracción serían tres:

1. Tracción eléctrica recibida de la catenaria a 1.500 V CC (esta energía debe poder cargar, si fuera conveniente, también las baterías para la tracción). El equipo de tracción actual, está configurado, y debe mantenerse, para poder devolver energía a la red procedente del freno regenerativo, mediante la elevación de la tensión generada a nivel de catenaria de hasta 1.800Vcc (1.500Vcc+20%).
2. Tracción autónoma con electricidad producida por pilas de combustible alimentadas con hidrógeno (verde) líquido almacenado en el tren de forma gaseosa.
3. Tracción autónoma con electricidad almacenada en baterías embarcadas en el tren. Estas baterías deberán también almacenar energía eléctrica procedente del freno regenerativo según un orden de priorización. Esta priorización lo deberá hacer el propio sistema inteligente del tren en función del análisis del recorrido pendiente, de las circunstancias que concurren en cada caso y en su defecto y de manera excepcional por parte del maquinista. Las baterías podrán cargarse con electricidad procedente de la catenaria, del freno del tren, de las pilas de combustible o de un equipo de carga estática en una estación, para lo cual el integrador de la adaptación del sistema deberá prever al menos un punto por cada lateral/frontal del tren.

En cuanto al freno, se mantendrá sin modificación alguna el actual equipo de freno neumático que debe poder detener el tren en las distancias adecuadas en cualquier punto; y freno regenerativo con posibilidad de alimentar las baterías embarcadas, los servicios auxiliares y devolver electricidad a la red si esta la admite. Se suprimiría el actual freno reostático, esta funcionalidad queda sustituida por la carga de las baterías, aunque supeditado al nivel de carga de las mismas. La supresión del freno reostático no tendrá incidencia en la seguridad.

Los servicios auxiliares podrán ser alimentados con energía procedente de la catenaria, de las pilas de combustible, de las baterías, o del freno regenerativo.

3.2 Prestaciones a desarrollar por el sistema de potencia de hidrógeno.

El sistema gestionará las pilas de combustible de forma inteligente, de forma que estas siempre se mantengan en un régimen de funcionamiento óptimo, en función de las necesidades de carga de las baterías, teniendo en cuenta las exigencias a recibir en cuanto a tracción y los posibles aportes por catenaria o frenada regenerativa.

Las pilas de combustible siempre estarán funcionando, a través de un convertidor, descargando energía contra las baterías, siendo estas últimas las que suministrarán energía directamente al sistema de tracción.

El proyecto de modificación tendrá en cuenta la previsible evolución de la tecnología en el futuro de forma que sea posible y sencillo sustituir las baterías o pilas de combustible por otras análogas de igual o menor peso y/o volumen que, manteniendo las características del conjunto, permitan mejorar las prestaciones, los rendimientos o reducir los costes.

También deberá tener en cuenta que las distintas series de vehículos que puedan formarse en el futuro a partir de este preserie, puedan tener requerimientos de potencia y autonomía diferentes, por lo cual la tracción del vehículo y su lógica, podrán ser adaptadas a distintas potencias y capacidades de la pila de combustible y las baterías, llegando incluso a casos en los que no sea necesaria la tracción con pila de combustible y su espacio y/o peso, pueda ser sustituido en su totalidad por baterías. Por ello en el modo de funcionamiento del preserie, la adaptación debe incluir la posibilidad de funcionamiento sin la pila de combustible, y hacerlo, en modo autónomo, exclusivamente con baterías.

Los convertidores de conexión de las baterías con el Direct-Link deben ser gestionados de forma que, en función de las condiciones de funcionamiento previsibles, se minimice el consumo de hidrógeno, funcionando en modo inverso de manera que se transfiera la parte de suministro por catenaria que no sea necesario consumir en los motores.

El sistema deberá tener en cuenta las pérdidas por Boil-off, incluyendo en la estrategia predictiva su aprovechamiento.

Deberán establecerse unas condiciones de seguridad en el suministro de potencia mínimas, que permitiesen la maniobra en casos excepcionales de no poder alcanzar un punto de repostaje o que fuera necesario optar por un recorrido alternativo, o, incluso, que el tren siga funcionando a velocidad reducida en el caso de alguno de los subsistemas presentase una avería o un funcionamiento deficiente.

3.3 Cálculo del sistema de infraestructura suministro de hidrógeno

En función de los tramos, electrificados o no, y el recorrido a efectuar, se establecerán unas condiciones de suministro de hidrógeno, indicando en los puntos en los que sería necesario disponer de puntos de suministro. Contando con al menos un punto de repostaje a inicio de

recorrido podrán determinarse distintas ubicaciones para que el tren pudiera recibir suministro de hidrógeno en caso de que la autonomía no fuera suficiente para cubrir varios trayectos.

El adjudicatario deberá elaborar varios perfiles simulados en los que se contemplen escenarios que vayan de circulación por rutas sin electrificación a circulación por rutas electrificadas al 25%, 50% y 90%, estimando para ellos distintos escenarios en cuando a pendientes, paradas u otros condicionantes del trayecto en los que se valide la autonomía del sistema de tracción.

CLÁUSULA 4.- REQUISITOS TÉCNICOS

4.1 REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL

En todo caso deberán respetarse los sistemas de seguridad y operativos del tren, intentándose interferir lo mínimamente posible en los elementos ya instalados.

La distribución de nuevos equipos a implantar en el vehículo, será tal que trate de maximizar la situación de equipos de manera externa a la sala de viajeros, principalmente bajo bastidor de tren. En la implantación de los mismos debe contemplarse la distribución del peso de manera homogénea entre los dos coches y a su vez a través del mismo, no superando en ningún caso el aumento de peso de 420 kg/m². En caso de tener que situar equipos en el interior del vehículo y en las zonas actualmente destinadas a viajeros, será necesario realizarlo de manera integrada con el interiorismo actual y priorizando los montajes distribuidos (laterales, bajo asientos, zona posterior de cabina de conducción,) siempre que sea posible. No se podrá, en modo alguno, dificultar las condiciones de accesibilidad/evacuación de los ocupantes del tren.

4.2 REQUISITOS DEL SISTEMA DE HIDRÓGENO

El sistema de hidrógeno a integrar estará compuesto por:

- Dos unidades de pila de combustible con al menos 200 kW de potencia pico en conjunto. Estas pilas de combustible deberán garantizar una vida útil de, al menos, 30.000 horas, antes alcanzar una degradación que reduzca su eficiencia al 90% de su valor inicial. Debe tratarse de una solución comercial, que incluya la posibilidad de contratación de servicios de mantenimiento, suministro de repuestos, etc. en España, bien por parte del fabricante, bien por parte de terceros asociados a él.
- Tanques de almacenamiento de hidrógeno líquido, aptos para su uso en entorno ferroviario y con capacidad útil de 120 kg. Deberán incluir los sistemas necesarios para su llenado por medio de conector estándar y un sistema de gestión de la evaporación

de hidrógeno (boil-off). Estos tanques deberán asegurar al menos una vida útil de 10.000 ciclos de llenado y descarga.

- 2 grupos de baterías de Litio con capacidad 122 kWh. Debe tratarse de una solución comercial disponible en el mercado español. Incluirán los correspondientes sistemas de monitorización, refrigeración, etc. de forma que puedan operar de forma autónoma (sin subsistemas auxiliares externos) y, llegado el momento, ser sustituidas en bloque.
- 4 convertidores de potencia DC/DC, 2 entre pilas de combustible y baterías y 2, bidireccionales, entre baterías y bus de potencia del tren (DC Link). Sus tensiones de trabajo deberán ser acordes a los componentes que interconectan, y deben ser equipos actos para su uso ferroviario. Gestionarán la energía que suministra tanto las baterías y pilas como la energía de frenada regenerativa y catenaria. Deberán funcionar adaptando el voltaje generado por las pilas de combustible/baterías con el convertidor principal.

En todo caso los equipos deberán cumplir las normativas de referencias específicas indicadas en la cláusula 5.

De manera orientativa se incluye valoración de los equipos, sin perjuicio de que el adjudicatario pudiera sugerir su sustitución por otros de similares características, siempre bajo la aprobación del responsable del contrato y de forma que se puedan aprovechar mejores prestaciones por nuevos modelos que surjan en el mercado con posterioridad a los seleccionados inicialmente. En ningún caso deberán superarse las cuantías económicas estimadas para cada uno de los componentes ni sustituir ninguno de ellos sin aprobación previa.

Descripción Elemento	Referencia modelo Comercial ejemplo	Precio estimado (sin IVA)
Pilas de combustible de 100 kW con el sistema de refrigeración y de admisión de aire (2 unidades).	FCmove HD+ 100 kW de Ballard Power System	440.000.-€
Tanques de almacenamiento de hidrógeno líquido con una capacidad aproximada de 120 kg de hidrógeno).	Variable, según solución elegida por parte del licitador	125.000.-€
Baterías de litio (2 grupos de baterías cada uno de esos grupos con una capacidad de 122 kWh) con certificación ferroviaria.	NMC high power pouch cell con sistema de control BMS y refrigeración por agua. HOPPECKE	638.000.-€
Coste de pequeños componentes para realizar la interconexión eléctrica, de control y mecánica de los componentes anteriormente comentados.	Varios	100.000.-€
Convertidores de potencia DC/DC (2 para pilas de combustible y 2 para el grupo de baterías).	Danfoss tipo EC-C1200-450 o Brusa	362.000.-€

4.3 REQUISITOS DE REGULACIÓN DE FLUJOS DEL SISTEMA DE ENERGÍA

Los trenes multitracción permiten y requieren una regulación de la marcha y una gestión de los flujos de energía distintos a la de los trenes de tracción eléctrica o diésel, e incluso duales, ya que aparecen alternativas nuevas como:

- La elección de la fuente de energía a utilizar cuando pueden ser varias;
- La limitación de potencia (incluso inhibición) de alguna de las fuentes de energía;
- La segmentación por tramos (con y sin catenaria) de la conducción económica.
- La gestión de cargas auxiliares de manera óptima para minimizar picos de consumo o consumo neto en la alimentación con sistema de autonomía limitada (batería y pila H2)

El sistema de control a desarrollar debe ser capaz de incluir funcionalidades en el actual sistema del control del tren relativos a la gestión energética, aunque su desarrollo e implementación final en el sistema DMI del control está excluido del alcance del siguiente pliego.

4.4 REQUISITOS RELATIVOS A MANDOS E INDICADORES DEL TREN

En la conducción básica de un tren multitracción se utilizará un único manipulador de tracción-freno eléctrico/blending, similar al de los trenes monotracción convencionales. El tren estará programado para, según funcione bajo catenaria o sin catenaria, actuar de una manera u otra en función de la sollicitación del manipulador de tracción-freno, dando siempre preferencia a los flujos de energía que garanticen el mínimo tiempo de viaje y máximo confort de los viajeros y utilizando la fuente de energía que produce el mejor rendimiento energético.

El sistema de operación que se desarrolle deberá ser coherente con esta forma de operación.

Los sistemas de control que se planteen deberán ser compatibles con la incorporación de un DMI que ayude a la regulación de la marcha del tren y a la gestión de la energía. Este DMI debe incluir los indicadores relevantes para apoyar la toma de decisiones y los actuadores para adecuar los flujos de energía o bien a minimizar los consumos o asegurar las prestaciones en situaciones especiales.

Las señales que deberían contarse para el futuro desarrollo de ese DIM (que se valoraría incluir en el alcance de la ingeniería de detalle posterior) serían:

- Si circula o no bajo catenaria y, esta información ya la tiene ahora sin adaptación)
- Indicación de la cantidad de energía útil (en kilovatios. Hora) disponible en las baterías; en las baterías de tracción, y en los depósitos de hidrógeno.
- Esquema de los flujos instantáneos de energía, (ubicar en lugar apropiado)
- DMI de velocidad, velocidad máxima y, en su caso, próxima reducción de velocidad o mero título informativo
- Temperatura exterior a ubicar en lugar apropiado.

- Distancia a recorrer hasta el próximo tramo con catenaria (0 km si está circulando bajo catenaria), a mero título informativo.
- Distancia total a recorrer sin catenaria hasta el final del viaje; a mero título informativo.
- Retraso o adelanto con el que circula el tren, a mero título informativo.

4.5 REQUISITOS DE SOPORTE PARA ACTUADORES PARA SITUACIONES NO HABITUALES DE OPERACIÓN

Solamente en casos excepcionales, en la cabina debe disponerse la posibilidad de que el maquinista actúe para regular los flujos de energía excepcionando los principios generales de regulación de la marcha y de gestión de energía que, por defecto, tiene programados el tren. Y ello para adecuarse a circunstancias extraordinarias como pudieran ser retrasos, escasez de combustible o energía almacenada y/o temperaturas excesivamente bajas/ o muy altas.

Una primera forma de actuar sería reduciendo las prestaciones del tren ya sea permitiendo el aumento del tiempo de viaje (haciendo, por ejemplo, una conducción económica si no hay limitaciones de velocidad u otras circunstancias que permitan prever retrasos) o simplemente por tener que dar prioridad a las otras circunstancias frente al tiempo de viaje.

El sistema a desarrollar en el presente alcance deberá disponer de capacidad para en la fase de detalle se puedan implementar las siguientes funcionalidades:

- Limitador de la velocidad máxima en tracción a un valor por debajo del máximo admisible. Se entiende por velocidad máxima en tracción aquella que no deberá rebasarse consumiendo energía, si bien el tren podría circular sin tracción (por ejemplo, en pendientes) a velocidades mayores;
- Opción de establecimiento de una velocidad por encima de la cual, cuando se requiera deceleración se utilice de deriva (marcha por inercia) en vez del freno regenerativo;
- Reducción del caudal de aire para renovación de aire interior que tendrá el efecto de reducir la resistencia al avance, especialmente en velocidades altas y con temperaturas exteriores frías (será posible hacerlo cuando la ocupación del tren no sea muy alta).
- Aumento de la horquilla de regulación de velocidad de temperatura en el interior de la sala de viajeros, que puede producir una pequeña pérdida de confort pero que permite un ahorro de energía o disponibilidad de más potencia.
- Optimización de arranque alternativo de equipos auxiliares.
- Actuador que permita reducir la potencia entregada por las pilas de combustible
- Actuador que permita reducir la potencia entregada por las baterías de tracción
- Actuador que fuerce la toma de energía de la batería BASD

4.6 REQUISITOS DE SOPORTE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PERFILES PREPROGRAMADOS.

La gestión de la regulación de la marcha y de los flujos de energía puede realizarse o bien por el empleo de los actuadores anteriormente descritos, o bien por la selección de alguno de los perfiles de gestión de flujos de energía preprogramados. El sistema incluido en la ingeniería básica debe disponer de capacidad técnica y número de señales suficientes para que posteriormente se almacenen y ejecuten en él los comandos necesarios para poder elegir perfiles preprogramados, que podría ser (a título orientativo):

- Normal cuando no se desea ninguna modificación sobre el funcionamiento programado del tren.
- Eco, orientado a una reducción del consumo de energía y que sería aplicable a los casos en que el tren no circula con retraso y tiene suficiente margen de tiempo para hacer una conducción económica.
- Sport cuando es necesario recuperar retraso y priorizar el tiempo de viaje.
- Autonomía extendida, cuando se prevén problemas de escasez de energía embarcada, por ejemplo, por no funcionar la hidrogenera de destino o por llevar los niveles de carga por debajo de los normales o por preverse paradas prolongadas no programadas.
- Invierno, cuando se dese paliar los efectos negativos de la muy baja temperatura sobre el rendimiento de las baterías, la resistencia al avance y el consumo de los auxiliares.

Con intención únicamente ilustrativa, de cara a que el ofertante pueda evaluar las prestaciones que debe ofrecer el sistema de cara a la implementación posterior en él de estos modos de funcionamiento, se muestra la siguiente tabla, de la que puede evaluares las señales y órdenes a transmitir por el sistema.

	Limitación de velocidad en tracción	Deriva por encima de V(km/h)	Reducción entrada de aire	Apertura de horquilla de temperaturas en sala de viajeros	Límite de la potencia de los motores eléctricos de tracción	Límite de la potencia generada por las pilas de combustible	Límite de la potencia generada por las baterías de tracción	Forzar la toma de energía de la batería BASD
Normal	Sí (90% Vmax)	Sí (10% Vmáx)	No	No	No	No	No	No
Eco	Sí (80% Vmax)	Sí (50% Vmáx)	No	Sí (1°C-3°C)	No	Sí (10% reducción)	Sí (10% reducción)	No
Sport	No	No	No	No	No	No	No	No
Autonomía Extendida	Sí (70% Vmax)	No	Sí (70%)	Sí (5°C-10°C)	No	Sí (60% reducción)	Sí (60% reducción)	No
Invierno	Sí (70% Vmax)	No	Sí (60%)	Sí (5°C-10°C)	No	No	Sí (80% reducción)	No

CLÁUSULA 5.- NORMATIVA APLICABLE

La siguiente normativa deberá ser tenida en cuenta como referencia de obligado cumplimiento durante todo el desarrollo del proyecto en aquellos requisitos que sean de aplicación a la ingeniería a desarrollar y que deberá constar referenciada en los diferentes entregables:

5.1 Normativa Europea

- [Directiva 2016/798/UE de 11 de mayo de 2016](#), sobre la seguridad ferroviaria (versión refundida).
- [Directiva 2008/110/CE de 16 de diciembre](#), por la que se modifica la Directiva 2004/49/CE de seguridad ferroviaria.
- [Reglamento \(CE\) n o 79/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de enero de 2009](#) , relativo a la homologación de los vehículos de motor impulsados por hidrógeno y que modifica la Directiva 2007/46/CE.
- [Reglamento 1078/2012 de 16 de noviembre](#), sobre un método común de seguridad en materia de vigilancia que deberán aplicar las empresas ferroviarias y los administradores de infraestructuras que hayan obtenido un certificado de seguridad o una autorización de seguridad, así como las entidades encargadas del mantenimiento.
- [Reglamento 402/2013 de 30 de abril](#), relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo y por el que se deroga el Reglamento 352/2009.
- [Reglamento de Ejecución \(UE\) 2015/1136 de la Comisión de 13 de julio de 2015](#), por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) nº 402/2013 relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo
- [Reglamento delegado \(UE\) 2018/761 de 16 de febrero de 2018](#), por el que se establecen métodos comunes de seguridad para la supervisión por las autoridades nacionales de seguridad tras la expedición de un certificado de seguridad único o una autorización de seguridad con arreglo a la Directiva (UE) 2016/798 del Parlamento Europeo y del Consejo y por el que se deroga el Reglamento (UE) nº 1077/2012 de la Comisión.

- [Reglamento delegado \(UE\) 2020/782 de la Comisión de 12 de junio de 2020](#) por el que se modifican los Reglamentos Delegados (UE) 2018/761 y (UE) 2018/762 en lo que se refiere a sus fechas de aplicación tras la prórroga del plazo de transposición de la Directiva (UE) 2016/798 del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Reglamento delegado (UE) 2018/762 DE LA COMISIÓN de 8 de marzo de 2018 por el que se establecen métodos comunes de seguridad sobre los requisitos del sistema de gestión de la seguridad de conformidad con la Directiva (UE) 2016/798 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se derogan los Reglamentos (UE) nº 1158/2010 y (UE) nº 1169/2010 de la Comisión. ([Texto original](#) / [Corrección de errores](#)).
- [Reglamento de Ejecución \(UE\) 2018/763 DE LA COMISIÓN de 9 de abril de 2018](#) por el que se establecen las modalidades prácticas para la expedición de certificados de seguridad únicos a empresas ferroviarias con arreglo a la Directiva (UE) 2016/798 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 653/2007 de la Comisión.
- [Reglamento de Ejecución 2019/250/UE de 12 de febrero de 2019](#), relativo a las plantillas para las declaraciones y los certificados «CE» de los componentes y los subsistemas de interoperabilidad ferroviaria, al modelo de declaración de conformidad con un tipo autorizado de vehículo ferroviario y a los procedimientos de verificación «CE» para subsistemas de conformidad con la Directiva (UE) 2016/797 del Parlamento Europeo y del Consejo.
- [Reglamento de Ejecución \(UE\) 2018/545 de la Comisión, de 4 de abril de 2018](#), por el que se establecen las disposiciones prácticas relativas a la autorización de vehículos ferroviarios y al proceso de autorización de tipo de vehículos ferroviarios con arreglo a la Directiva (UE) 2016/797 del Parlamento Europeo y del Consejo.
- [Decisión 2011/155/UE de 9 de marzo](#), sobre la publicación y gestión del documento de referencia mencionado en el artículo 27, apartado 4, de la Directiva 2008/57/CE.
- [Decisión 2009/965/CE de 30 de noviembre](#), sobre el documento de referencia mencionado en el artículo 27, apartado 4, de la Directiva 2008/57/CE.
- [Reglamento 201/2011 de 1 de marzo](#), sobre el modelo de declaración de conformidad con un tipo autorizado de vehículo ferroviario.

5.2 Normativa Nacional

- [Ley 38/2015 de 29 de septiembre](#), del sector ferroviario.

- [Real Decreto-ley 23/2018 de 21 de diciembre](#), de transposición de directivas en materia de marcas, transporte ferroviario y viajes combinados y servicios de viaje vinculados.
- [Real Decreto 2387/2004 de 30 de diciembre](#), por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario.
- [Real Decreto 929/2020 de 27 de octubre](#), de seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.
- [Orden TMA/576/2020, de 22 de junio](#), por la que se aprueba la "Instrucción ferroviaria: Especificaciones técnicas de material rodante ferroviario para la entrada en servicio de unidades autopropulsadas, locomotoras y coches (IF MR ALC-20)".
- [Resolución de 5 de noviembre de 2015](#), de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, por la que se publican la Especificación Técnica de material rodante de ancho métrico y la Norma Básica de Seguridad del Material.
- [Resolución 7/2020 de la Agencia Estatal de Seguridad ferroviaria](#), por la que se actualiza el requisito relativo a la instalación de equipos ASFA de la especificación técnica del material rodante de ancho métrico.
- [Real Decreto 1544/2007 de 23 de noviembre](#), por el que se regulan las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los modos de transporte para personas con discapacidad.
- [Resolución 2/2016 de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria](#), sobre organismos designados para la validación del cumplimiento por el material rodante de ancho métrico de la Especificación Técnica de Material Rodante de Ancho Métrico (ETM) y la Norma Básica de Seguridad del Material para el material rodante de ancho métrico (NBSM).

5.3 Normativa específica de referencia para hidrógeno líquido

- **ISO 13984:1999** Liquid Hydrogen — Land Vehicle Fuelling System Interface
- **ISO 13985:2006** Liquid Hydrogen — Land Vehicle Fuel Tanks
- **ISO 14687:2019** Hydrogen fuel quality — Product specification
- **ISO/TR 15916:2015** Basic considerations for the safety of hydrogen systems

5.4 Normativa específica de referencia para pilas de combustible

- **ISO 6469-2:2018** Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 2: Vehicle operational safety.

- **ISO 6469-3:2018** Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 3: Electrical safety.
- **ISO 23273:2013** Fuel cell road vehicles — Safety specifications — Protection against hydrogen hazards for vehicles fuelled with compressed hydrogen.

5.5 Normativa específica de referencia para baterías

- **UNE-EN IEC 62928** Aplicaciones ferroviarias. Equipo de material rodante. Baterías de propulsión de iones de litio de a bordo.
- **UNE-EN 62281** Seguridad de las pilas y acumuladores de litio durante el transporte.
- **UNE-EN 50272-3** Requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías. Parte 3: Baterías de tracción.

5.6 Normativa específica de referencia para cableado

- **UNE-EN 45545-5** Aplicaciones ferroviarias. Protección contra el fuego de vehículos ferroviarios. Parte 5: Requisitos de seguridad contra el fuego en los equipos eléctricos incluyendo los de los trolebuses, autobuses guiados por vías y vehículos de levitación magnética.
- **UNE-EN 50343** Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Reglas para la instalación del cableado.
- **UNE-EN 50355** Aplicaciones ferroviarias. Cables con comportamiento especial frente al fuego para material rodante ferroviario. Aislamiento delgado y de espesor normalizado. Guía de uso.
- **UNE-EN 50467** Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Conectores eléctricos, requisitos y métodos de ensayo.

5.7 Normativa específica de referencia para aplicaciones ferroviarias.

- **UNE-EN 50121 1 a 4** Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética.
- **UNE-EN 50125 1 a 4** Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para el equipo.
- **UNE-EN 61373** Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Ensayos de choque y vibración.
- **UNE-EN 60077 1 a 5** Aplicaciones ferroviarias. Equipos eléctricos para el material rodante.
- **UNE-EN 15085** Aplicaciones ferroviarias. Soldeo de vehículos y de componentes ferroviarios.

En cualquier caso, siempre deberán observarse aquellas normas generales que puedan ser aplicación por la naturaleza de las instalaciones, por ejemplo: directivas ATEX (1999/92 CE Y 2014/34/UE), directiva PED (Equipos a presión), directiva EMC (Compatibilidad Electromagnética), directiva de Seguridad de la Maquinaria, normativa en materia de prevención de riesgos laborales, etc.

Se admitirá la justificación de los cálculos o planteamientos de la ingeniería a desarrollar en base a otra normativa no referenciada para los diferentes aspectos relativos a atmósferas explosivas, electrotecnia, seguridad, soldadura, etc., siempre y cuando provengan de estándares desarrollados por organismo normativo de reconocimiento internacional (UNE, ISO, SAE, ASTM, CENELC, ASME, MIL-STD, etc.) siempre y cuando no entren en contradicción con los requisitos de las normas referenciadas.

En el caso de que puedan ser aplicados distintos estándares regulatorios o colecciones de normativa, prevalecerán en este orden las normas aplicadas por RENFE, las de la Unión Internacional de Ferrocarril, normas UNE y normas ISO, siendo necesario someter a consideración de la Fundación Barredo la prevalencia cuando se trate de otros estándares.

CLÁUSULA 6.- ENTREGABLES

Se considerará el siguiente conjunto de documentos como el contenido mínimo del juego de documentos a aportar por el adjudicatario, sin perjuicio de que, por cuestiones de detalle u organización se pueda separar alguno de los documentos en varios o presentarse agrupados en un mismo tomo (siempre y cuando se especifique la correlación con los puntos aquí indicados).

6.1 Ingeniería de configuración de equipos/mecánica

- a. Planos 2D/3D de conjunto del automotor e individual de cada coche.
- b. Planos 2D/3D de disposición del equipamiento en el automotor, incluyendo el reposicionamiento de equipos existentes si resultase necesario.

6.2 Ingeniería de proceso (incluyendo información relativa al subsistema de hidrógeno).

- a. Diagrama de flujo de proceso.
- b. Balances de materia y energía.
- c. Dimensionamiento de tuberías.
- d. Dimensionamiento de electroválvulas.
- e. Dimensionamiento de refrigeración.
- f. Otros cálculos que resulten relevantes para justificar el diseño.
- g. Cálculos de autonomía. Especificación de distancias y necesidades de repostaje.
- h. Simulaciones de funcionamiento.

6.3 Sistema eléctrico y de control

- a. Unifilares básicos de los sistemas principales.

- b. Esquema del sistema de control y definición de arquitectura de control.
- c. Listado de señales.
- d. Modelos validados por simulación de las distintas estrategias de funcionamiento.

6.4 Esquemas neumáticos/hidráulicos.

Toda la documentación deberá ser entregada en formato digital y editable, con copia en formato pdf o similar, para facilitar su manipulación. Los formatos, códigos de documentos, control de versiones/revisiones/aprobaciones, etc. deberá se acorde a lo establecido en el Plan de Control de Calidad de Proyecto (ver cláusula 7).

CLÁUSULA 7.- REQUISITOS PARA LICITADORES

7.1 Personal participante en el proyecto.

El adjudicatario deberá mantener a disposición del proyecto, y durante todo el desarrollo de los trabajos, un equipo de trabajo suficiente, con experiencia y cualificación demostrables en proyectos ferroviarios y de desarrollo de sistemas de hidrógeno y pilas de combustible.

Será necesario que el adjudicatario designe un responsable de proyecto, que será el interlocutor directo con Fundación Barredo. Este responsable deberá ser el encargado de coordinar los recursos humanos que participen en el proyecto por parte del adjudicatario.

En caso de que este responsable de proyecto deba abandonar sus funciones por un espacio temporal o de forma definitiva, a causa de vacaciones, bajas u otras circunstancias, deberá ser nombrado un sustituto con al menos 15 días de antelación al momento en el que el responsable deba dejar de participar en el proyecto. Fundación Barredo se reserva el derecho, en caso de que el responsable de proyecto no satisfaga de forma diligente sus tareas, a solicitar su sustitución por otro interlocutor.

El equipo asignado por el adjudicatario deberá indicar en su memoria la composición del equipo de trabajo propuesto, incluyendo currículum o perfiles de los participantes. En caso de que, por alguna circunstancia posterior, alguno de esos participantes no estuviera disponible para el desarrollo de los trabajos, una vez adjudicados estos, deberá solicitarse al adjudicador su sustitución por una persona que siempre deberá aportar unas capacidades equivalentes.

En caso de incumplimiento en lo relativo a capacitación o disponibilidad del equipo puesto a disposición del servicio, se podrá considerar que se incurre en incumplimiento contractual.

7.2 Medios materiales

El adjudicador deberá disponer de equipos técnicos, informáticos y licencias de software apropiadas para el desarrollo de los trabajos comprendidos en el pliego. Igualmente deberán disponerse de los medios telemáticos necesarios para poner a disposición de Fundación Barredo los documentos generados. Deberá incluirse en la memoria del licitador una breve reseña de los medios materiales que se asignarán a la prestación de este servicio. El licitador también deberá disponer e incluir en el servicio el posible uso de los medios de transporte necesarios para que su personal pueda desplazarse, siempre que lo requiera el desarrollo del proyecto, en el ámbito del Principado de Asturias.

7.3 Sistema de gestión de la calidad.

El adjudicatario deberá contar con un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), en cuyo alcance se incluyan las actividades a desarrollar en este contrato. Este SGC deberá ser conforme a alguna norma reconocida internacionalmente (por ejemplo, ISO 9001) y haber sido debidamente auditado y certificado por una entidad externa que disponga de la correspondiente acreditación, debiendo estar vigente su certificación en el momento de presentar la oferta. Dicha certificación deberá mantenerse durante todo el plazo de desarrollo del proyecto.

En aplicación de ese SGC, y con las estipulaciones y condiciones que establezca el mismo para la prestación de servicios por parte del adjudicatario, deberá presentarse junto a la oferta un Plan de Control de Calidad de Proyecto, que contemple los procedimientos y documentación asociada que permita asegurar los resultados del proyecto durante todas sus fases.

En el Plan de Control de Calidad de Proyecto se deberá incluir al menos información relativa a la metodología a aplicar para asegurar la calidad en la consecución de los objetivos, al menos, en los siguientes aspectos:

- Gestión documental. Nomenclatura y gestión de versiones. Referenciado de documentos.
- Terminología. Definiciones y acrónimos a emplear.
- Registro de comunicaciones/reuniones
- Mecanismos de detección y control de desviaciones. Programa de puntos de inspección.
- Determinación y seguimiento de acciones preventivas.
- Seguimiento del proyecto, auditorías.

El Plan de Control de Calidad de Proyecto presentado con la oferta podrá ser revisado y modificado, por acuerdo entre Fundación Barredo y licitador, previamente a la realización de

los trabajos, no entrando en vigor si no cuenta con la aprobación expresa del contratante.

7.4 Dependencias físicas para el desarrollo del contrato.

Atendiendo a las necesidades del proyecto, se considera necesario que el adjudicatario disponga de una oficina física ubicada en el Principado de Asturias, desde o a la que se pueda desplazar personal del adjudicatario, de Fundación Barredo o de terceros participantes en el proyecto con el objeto de reuniones, revisión de documentación, modificación de planos y otros documentos, etc.

Esta oficina deberá ser accesible, conforme a lo establecido por el Decreto 37/2003, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley del Principado de Asturias 5/1995, de 6 de abril, de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras, en los ámbitos urbanístico y arquitectónico.

CLÁUSULA 8.- TITULARIDAD DE LOS TRABAJOS Y CONFIDENCIALIDAD.

En el alcance de este procedimiento se contempla la plena adquisición excluyente de la propiedad intelectual relativa a los trabajos desarrollados, no pudiendo ser utilizados para otros fines o proyectos por parte del licitador. Quedará totalmente prohibido el aprovechamiento por parte del adjudicatario de cualquier resultado, herramienta o conocimiento desarrollado durante la ejecución del contrato para fines distintos a los de la ejecución del mismo. No podrán patentarse, registrarse o protegerse en modo alguno por parte del adjudicatario ninguno de los conocimientos o desarrollos generados durante la ejecución del contrato.

Se entenderá como “Información Confidencial” a cualquier información entregada (escrita, verbal, o, en cualquier forma, tangible o no, incluidos los mensajes de datos o en cualquier otra forma y en cualquier otro medio, que se suministre o divulgue en virtud del contrato) por Fundación Barredo al adjudicatario o generada por Fundación Barredo, la empresa adjudicataria o terceros participantes en el desarrollo del contrato durante la ejecución del mismo, incluyendo pero sin limitarse a información, técnica, jurídica, financiera y/o comercial, planes estratégicos, productos, técnicas y procesos revelados en cualquier otro formato, demostraciones, dispositivos, aparatos, modelos, muestras de cualquier tipo, ideas, conceptos, know-how, diseños, especificaciones, dibujos, planos, bosquejos, diagramas, modelos, muestras de cualquier tipo, programas de computador, gráficas de flujo, nombres de clientes, contratistas, subcontratistas, socios o socios potenciales, propuestas de mercado, datos, cualquier medio magnético, documentos, especificaciones, diagramas de circuito, o dibujos, cualquier otra información industrial junto con fórmulas, mecanismos, patrones, métodos,

técnicas, procesos de análisis, documentos de trabajo, bases de datos, estructura organizacional y/o accionaria, planos, maduros, croquis, coordenadas, procedimientos de construcción, diseños de instalaciones compilaciones, comparaciones, estudios o cualquier otro documento elaborado, preparado, desarrollado o ejecutado en el seno del contrato.

Cualquier uso de la información confidencial que no sea estrictamente necesario para los fines de la ejecución del contrato requerirá de autorización previa y por escrito por parte de Fundación Barredo, siendo causa de restricción de contrato (sin perjuicio del ejercicio de las correspondientes acciones legales) la vulneración de esta condición.

La titularidad de la ingeniería generada será enteramente transferida a Fundación Barredo, sin limitación para su uso ni para la cesión, enajenación o cualquier otro tipo de transferencia a terceros.

En ningún caso deberá incluirse información protegida con patentes o licencias que pudieran impedir la plena disposición y utilización de los desarrollos por parte de Fundación Barredo, debiendo incluirse, en su caso, la compra de "*royalties*" o derechos de uso necesarios para el completo aprovechamiento de los trabajos comprendidos en el alcance de los presentes pliegos.

La información facilitada en el presente pliego tan solo podrá ser utilizada para la presentación de ofertas al proceso regido por el mismo, quedando expresamente prohibida su ulterior utilización.

Fundación Barredo se compromete a mantener la confidencialidad relativa a propuestas, cálculos intermedios, versiones preliminares, etc. que pudieran ponerse en su conocimiento durante el desarrollo del proyecto y que fueran calificadas como confidenciales por el adjudicatario.

CLÁUSULA 9.- MEJORAS A LA OFERTA

- Inclusión, además de las simulaciones citadas en el apartado 3.2. de comprobaciones con modelos elaborados a partir de trayectos que incluyan las condiciones reales de tramos actuales de circulación de trenes de ancho métrico.
- Inclusión de la ingeniería necesaria para desarrollar una instalación fija de suministro de hidrógeno líquido acorde a las necesidades de consumo del tren, de forma que el repostaje no tenga que necesariamente realizarse desde el transporte del suministrador, sino que pueda llevarse a cabo desde esta instalación.
- Inclusión de un sistema de posicionamiento por GPS o tecnología similar que complementa a la gestión de rutas precargadas en el sistema experto.
- Estudio de consumos de los servicios auxiliares del tren (iluminación, megafonía, climatización, etc.), incluyendo una propuesta de sustitución por otros más eficientes, de forma que se consiga una reducción de consumos del tren.
- Diseño de un sistema de aprovechamiento del calor residual de las pilas de combustible para el sistema de calefacción.

CLÁUSULA 10.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR POR EL LICITADOR

El licitador, a los efectos de acreditación de cumplimiento y valoración de criterios, deberá entregar una memoria técnica en la que describa su propuesta de metodología de trabajo y que incluya, al menos, los siguientes puntos:

- Cronograma de actividades previsto para el desarrollo del contrato.
- Organigrama del equipo humano a participar en el proyecto, incluyendo breve referencia curricular.
- Listado de medios materiales a poner a disposición del proyecto.
- Certificados de los sistemas de gestión (calidad, medioambiente, prevención de riesgos, etc.).
- Experiencia de la empresa en el sector ferroviario/gasístico.
- Listado completo de entregables que se compromete a elaborar.
- Plan de Control de Calidad de Proyecto.