

**E P - 2 B MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN OPERACION DEL SISTEMA DE BOMBEO
DE AGUA POTABLE**

EP-2B.1 Tanque hidroneumático tipo “Hydroballs”	2
EP-2B.2 Bombas	3
EP-2B.4 Equipo de Lanzamiento. Puente Grúa	4
EP-2B.5 Pruebas Y Puesta En Operación Del Sistema De Bombeo.....	10
EP-2B.6 Repuestos	11
EP-2B.7 Medida Y Pago	11

EP-2B. MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN OPERACION DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE

Descripción

En el presente capítulo se incluyen las especificaciones técnicas mínimas que el CONTRATISTA deberá cumplir para la instalación, pruebas y puesta en operación del sistema de bombeo de agua potable del municipio de Zipaquirá, propiedad de la EMPRESA MUNICIPAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ZIPAQUIRA, en adelante el CLIENTE.

El CONTRATISTA deberá observar estricto cumplimiento de estas especificaciones y de las demás que el CLIENTE o la Interventoría que ella designe consideren necesario aplicar a cualquiera de los trabajos a su cargo.

NORMAS

Las normas que rigen los trabajos, materiales y pruebas se indican en los lugares correspondientes de estos documentos. En todos los casos se debe utilizar la última edición de la norma pertinente y que esté vigente a la fecha de firma del contrato. En general, las normas que deben seguirse para el adecuado cumplimiento de los trabajos aquí especificados se refieren a los siguientes organismos:

Nombre	Abreviatura
American Society for Testing and Materials	ASTM
American Society of Mechanical Engineers	ASME
American National Standards Institute	ANSI
American Petroleum Institute	API
American Water Works Association	AWWA
American Welding Society	AWS
National Fire Protection Association	NFPA
National Electrical Manufacturers Association	NEMA
Internacional Electrotechnical Commission	IEC
American Institute of Steel Construction	AISC
International Organization for Standardization	ISO
Deutsches Institute fur Normung	DIN
Instituto Colombiano de Normas Técnicas	ICONTEC

En general, para equipos, tuberías y accesorios donde se especifiquen uniones bridadas, se entenderá que cumplen con normas ANSI. Sin embargo, el CONTRATISTA podrá proponer suministros con bridas según las normas DIN/ISO equivalentes, teniendo cuidado de coordinar cuando se presenten inconsistencias por fabricaciones estándar en sistemas diferentes.

Si el CONTRATISTA desea aplicar otras normas equivalentes, de algún organismo o instituto internacionalmente reconocido, deberá enviar al CLIENTE toda la información para acreditar la equivalencia.

El CONTRATISTA una vez culmine sus labores, deberá entregar al CLIENTE un original y tres copias de los planos de obra construida (“as built”) y dos copias en archivo magnético, una en .dwg y otra en .pdf, donde estén consignados todos los cambios y correcciones que

hubiere sido necesario realizar para dejar en correcta operación todos los elementos que conforman el sistema de bombeo.

TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Los equipos que resultaren con defectos o daños producidos por causa de almacenamiento o manipulación durante el cargue y transporte deberán ser reparados por el CONTRATISTA y sin ningún costo adicional para el CLIENTE; tampoco habrá ampliación en el plazo por este motivo.

ALCANCE DEL SUMINISTRO

El CONTRATISTA deberá transportar hasta la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la ciudad de Zipaquirá y almacenar adecuadamente hasta su montaje definitivo, los equipos, válvulas y accesorios incluidos en las Listas de Materiales que acompañan estas Especificaciones Técnicas y aquellos que no estén expresamente identificados aquí pero que sean necesarios para dejar funcionando correctamente el Sistema de Bombeo de agua potable de la ciudad de Zipaquirá.

EP-2B.1 Tanque hidroneumático tipo “Hydroballs”

- **Función**

Este tanque deberá controlar las sobre-presiones y sub-presiones luego de una falla en el suministro de energía a los motores eléctricos, o por el apagado de uno o varios de ellos, permitiendo la entrada de agua al tanque cuando se exceda la presión de operación y suministrando agua a la conducción cuando la presión descienda por debajo de la presión de operación.

- **Partes Principales.**

El sistema consistirá de un recipiente a presión, horizontal, apoyado sobre soportes, con una conexión a la conducción, por medio de una tubería de acero y una válvula de compuerta. El tanque deberá contar con una boca de entrada o “man-hole”, de 24” de diámetro, que sirva, durante la fabricación del tanque, para entrar y dejar pulida toda la superficie interior del tanque, así como para las labores de limpieza con chorro de arena y pintura del interior del tanque y, durante operación, para permitir las labores de mantenimiento que sean requeridas.

El tanque deberá ser diseñado y fabricado de acero al carbono, como un recipiente a presión sometido a una presión de operación de 250 psi, siguiendo las recomendaciones de código ASME, sección VIII, división 2.

El control de presión se hará por medio de esferas de material expandible, recubiertas de poliuretano, presurizadas de tal manera que permitan su contracción, cuando se presente sobre-presión en la conducción y expansión cuando se presente sub-presión en la conducción. La presión de llenado de las esferas, su tamaño y su cantidad deberán ser tales que permitan el control de la presión dentro del rango de presiones que se prevea se pueda presentar debido al fenómeno de golpe de ariete.

El CONTRATISTA deberá suministrar un 20% de esferas de repuesto y garantizar que podrá brindar soporte técnico al CLIENTE, por lo menos durante los diez (10) años posteriores a la instalación del tanque.

El tanque deberá contar con tomas de medida y registro de presión que informen permanentemente sobre las condiciones de operación a las cuales es sometido.

EP-2B.2 Bombas

- Generalidades

El CONTRATISTA deberá suministrar cuatro (4) bombas (3 en operación y 1 en reserva) para el suministro de agua a la red de distribución de la ciudad de Zipaquirá, montadas en su base-soporte. Las bombas, del tipo doble succión, eje horizontal y carcasa bipartida, deberán operar bajo las siguientes condiciones de operación:

- Operando 3 bombas en paralelo, se deberá suministrar un total de 120 l/s a una cabeza dinámica total de 135 mca (metros de columna de agua).
- Operando una sola bomba deberá suministrar 50 l/s a una cabeza dinámica total de 125 mca.

Para la selección de los equipos, el CONTRATISTA deberá tener en cuenta que el $NPSH_D$ de la instalación será de 9 mca, por lo que el $NPSH_R$ del equipo no deberá superar 7 mca.

- Características

- Carcasa

La carcasa de la bomba será del tipo doble succión, bipartida, para conexión horizontal con las tuberías, como se indica en los planos. Será diseñada para sello por medio de sellos mecánicos. Se unirá por medio de un pie soporte a la base metálica, para máxima resistencia a los desalineamientos o distorsiones causadas por carga en las tuberías. La conexión con los cabezales de succión y descarga será por medio de bridas clase 125, según la norma ANSI B16.1.

Cada bomba deberá venir dotada con una válvula ventosa colocada en la parte superior de la carcasa, con su respectiva válvula de aislamiento.

- Impulsor

El impulsor será de tipo cerrado. Deberá casar lo más precisamente posible en la carcasa para lograr alta eficiencia (no menor del 80 % para la condición de diseño) y bajo $NPSH_R$ (no mayor a 7 mca). La unión al eje será por medio de chaveta. Deberá ser estática y dinámicamente balanceado.

- Sello

El sello de la bomba deberá verificarse por medio de un sello mecánico de diseño apropiado para evitar fugas o posibles entradas de aire que

ESPECIFICACION TÉCNICA PARTICULAR

disminuyan la eficiencia de la bomba. El acceso al sello y sus partes de desgaste, deberá ser fácil, para poder prestar un adecuado mantenimiento.

- Chumacera

Será de diseño liviano, acoplada directamente, o por medio de un adaptador a la caja del sello mecánico. Contendrá un depósito de lubricante para los rodamientos, con un indicador de nivel y el correspondiente orificio de carga. Igualmente, deberá tener un orificio con tapón para drenar y desocupar completamente el depósito de lubricante. Sellos adecuados en cada extremo y en los orificios, deberán prevenir la contaminación del lubricante.

- Eje

Será diseñado para permitir una deflexión máxima de 0.002 pulgadas en la caja del sello mecánico. Todas las superficies de asiento de rodamientos y empaques serán maquinadas a rugosidad menor a 30 micropulgadas.

- Rodamientos

El eje se soportará en dos rodamientos montados en chumaceras. El rodamiento del lado exterior será de una hilera de bolas, para carga radial únicamente. Estará montado firmemente en el eje, pero podrá moverse axialmente en la chumacera. El rodamiento del lado interior será montado y fijado firmemente al eje y a la chumacera. Será de doble fila de bolas, de contacto angular, capaz de absorber cargas radiales y las cargas axiales producidas en la bomba.

Ambos rodamientos estarán calculados para una vida útil mínima de 5 años en trabajo continuo y deberán tener instalados indicadores remotos de temperatura, RTD, con contactos por alta temperatura, que sensen y envíen señal si esta condición llega a presentarse.

- Materiales

Las partes principales de la bomba deberán ser fabricadas con materiales iguales o equivalentes a los siguientes:

<u>Descripción</u>	<u>Material</u>
Carcasa	Hierro dúctil ASTM A-395, Grado 60-40-18
Impulsor	Hierro dúctil ASTM A-536, Grado 80-60-13
Chumacera	Hierro fundido ASTM A-48
Eje	Acero forjado ASTM A-322, Grado 4150
Base Soporte	Acero estructural ASTM A-36

EP-2B.4 Equipo de Lanzamiento. Puente Grúa

- Alcance

En este capítulo se especifican los requisitos mínimos que se deben cumplir para el transporte, almacenamiento, manejo de piezas, pintura, desengucamiento,

ESPECIFICACION TÉCNICA PARTICULAR

montaje, pruebas, puesta en marcha, repuestos y rieles de desplazamiento de un puente grúa de 2 ton de capacidad, operado eléctricamente para ser instalado en la Estación de Bombeo de la PTAP de Zipaquirá.

- Tipo y Descripción

El puente-grúa deberá ser del tipo una viga puente principal, soportadas por dos carros testers y dotada con un carro de elevación con sistema de control del tipo de botonera colgante para todos los movimientos del puente-grúa. El puente-grúa será utilizado para el montaje y mantenimiento de los equipos principales como bombas, motores, válvulas, tableros eléctricos y de control, etc.

- Condiciones de Diseño y Operación

- Luz 9.6 m
- Recorrido 12 m
- Alcance máximo vertical del gancho 3.5 m
- Capacidad nominal gancho 2 ton
- Velocidad del puente:
 - Baja 7,5 m/min
 - Normal 30 m/min
- Velocidad del carro de elevación:
 - Baja 3 m/min
 - Normal 12 m/min
- Velocidad de izamiento:
 - Baja 0,5 m/min
 - Normal 3,0 m/min
- Alimentación eléctrica: 460 V/3ø/60Hz
- Clasificación de la grúa: CMAA L1
- Clasificación del polipasto: CMAA A
- Ciclos de Carga: CMAA N1

- Cargas y Esfuerzos Permisibles

El fabricante será responsable por el diseño del puente grúa y los materiales de fabricación.

Todas las partes estructurales y de los mecanismos de operación deberán ser diseñadas para resistir cualquier combinación posible de las siguientes cargas:

- Carga muerta, la cual incluye los pesos de todas las partes y equipos mecánicos y eléctricos permanentes.
- Carga viva para el carro de elevación, la cual consistirá en la capacidad nominal del gancho principal más el peso del gancho, el soporte y el cable.
- Carga viva para la estructura del puente, la cual consistirá en la carga viva para el carro de elevación más su propio peso.
- Carga de impacto, la cual se tomará como un 10% de las cargas vivas descritas anteriormente.
- Fuerza de tracción del carro de elevación, la cual se tomará como un 10% del peso del carro más la capacidad nominal aplicada igualmente en la parte superior de los dos rieles sobre la estructura del puente.

ESPECIFICACION TÉCNICA PARTICULAR

- Fuerza de tracción del puente, la cual se tomará como un 10% de la máxima carga de las ruedas y aplicada en la parte superior de los rieles de la viga-carrilera.
- Cargas debidas a la colisión entre los topes de la viga carrilera y el puente con el puente-grúa cargado a la capacidad nominal, a la máxima velocidad y sin alimentación de energía eléctrica.

Para la combinación posible de cargas, los esfuerzos permisibles en las partes estructurales del puente-grúa no deberán exceder del 50% del límite del fluencia de los materiales a usar.

- Supervisión de Montaje y Pruebas en el Sitio

El CONTRATISTA deberá suministrarle al CLIENTE o a la Interventoría completa información técnica relacionada con el procedimiento de instalación del puente grúa. El CONTRATISTA deberá remitir para aprobación del CLIENTE o la Interventoría, el cronograma y las instrucciones de montaje. En las instrucciones de montaje se debe incluir la descripción detallada del procedimiento de montaje que seguirá posteriormente en la obra.

El CONTRATISTA deberá realizar el montaje y supervisar las pruebas de campo y puesta en servicio del puente grúa que comprende su suministro. Supervisará las pruebas adicionales necesarias para mostrar que el equipo comprendido en el alcance de su suministro está de acuerdo con las especificaciones técnicas, y las características técnicas garantizadas.

Después de terminado el montaje del puente grúa, se procederá a las siguientes verificaciones y ensayos:

- Verificación de la distribución de elementos de cada sección y de la grúa en general.
- Verificar las características técnicas de los materiales instalados con respecto a planos aprobados).
- Verificación de conexiones y cableado entre paneles.
- Verificación de conexiones y cableado de motores.
- Verificación de conexiones y cableado de frenos.
- Verificación de conexiones y cableado de todos los dispositivos auxiliares.
- Verificación de la continuidad eléctrica del cableado entre paneles, cableado a motores, cableado a frenos y cableado a dispositivos auxiliares.
- Pruebas de aislamiento respecto a masa y entre fases de motores principales (puente, carro e izaje) y motores auxiliares (carrete arrollacable, frenos, etc).
- Cableado entre paneles, cableado a motores, cableado a frenos y cableado a todos los dispositivos auxiliares.
- Servicios Auxiliares.

Se verificará con el sistema de control remoto la operación de los dispositivos que se enuncian y para los que se obtengan valores, se

ESPECIFICACION TÉCNICA PARTICULAR

registrarán los valores obtenidos comparándolos con sus placas características. Se verificará la operación adecuada de los relés de protección, de acuerdo con recomendaciones del CONTRATISTA y planos aprobados.

- Ensayos Previos y Verificaciones Mecánicas.
 - Control de nivelación de carro y puente.
 - Control de cuadratura, avance, trocha y distancia entre ruedas del carro y del puente.
 - Control gradientes horizontales y verticales de las ruedas del carro y del puente.
 - Control de alineación, sistema de translación, carro y puente.
 - Control de contra-flecha, puente.
 - Nivelación, paralelismo y alineación de los rieles del carro y del puente.
 - Diferencia de la unión entre rieles.

- Pruebas con Carga

Se efectuarán ensayos de izamiento con cargas del 25%, 50%, 75% y 100% de la capacidad nominal de izaje, operando los equipos desde el piso con el sistema de botonera colgante.

Se registrarán valores de corriente, voltaje y velocidad, para diferentes combinaciones de operaciones de ascenso y descenso y traslado longitudinal y transversal.

- Se harán ensayos de izamiento con carga como se describen en el párrafo anterior pero efectuando además movimientos de avance y retroceso del carro.
- Se harán ensayos de izamiento con carga como se describe en los numerales anteriores, pero efectuando además movimientos de avance y retroceso del puente.

- Ensayo con Sobrecarga al 125% de la Carga Nominal

Se realizará un ensayo al 125% de la carga nominal durante el cual se realizarán izajes lentos y desplazamientos lentos del puente y del carro y se controlará el desempeño de los frenos de izaje y translación del carro y del puente.

Durante el montaje del puente grúa y las pruebas del mismo, el supervisor de montaje del CONTRATISTA, dará el entrenamiento necesario y explicará al personal de el CLIENTE, todos los requisitos y prevenciones necesarios para el correcto funcionamiento y mantenimiento del puente grúa.

- Aceptación Final

Después de realizadas las pruebas y puesta en servicio El CONTRATISTA suministrará para aprobación del CLIENTE o de la Interventoría, tres copias de los informes de pruebas de campo y puesta en servicio. Una vez que el CLIENTE o la Interventoría dé su aprobación sobre las pruebas y puesta en

servicio y sobre el suministro total, el CLIENTE o la Interventoría emitirá el certificado de aceptación final del equipo.

Manuales de Instalación, Operación y Mantenimiento y Dossier Mecánico

El CONTRATISTA deberá suministrar para cada uno de los equipos del alcance del suministro, tres copias, de los manuales de instalación, operación y mantenimiento, en idioma español o inglés, acompañados de todos los datos técnicos, despiece y planos necesarios para asegurar su adecuado funcionamiento. Aunque estos documentos sean de carácter general, deberán llevar notas aclaratorias en los casos que se considere necesario, respecto del proyecto en particular. Los planos de montaje, debidamente acotados serán específicos para el proyecto. Se deberá llamar la atención sobre las desviaciones en dimensiones, disposición, etc. que se presenta respecto de estas especificaciones.

Junto con los anteriores manuales, el CONTRATISTA deberá entregar, recopilado en un solo volumen (el Dossier Mecánico), los documentos que soporten el suministro de todos los elementos incorporados al proyecto, como son las órdenes de compra, los certificados de materiales, los catálogos, planos o esquemas dimensionales, los resultados de las pruebas realizadas, tanto en fábrica (cuando se requieran), como en campo, etc. Este volumen, en original y una copia dura y una copia en medio magnético, deberá ser aprobado previamente por el CLIENTE o la Interventoría, para ser entregado a la oficina de manejo de documentos de la Planta.

ESPECIFICACIONES DE MONTAJE DEL SISTEMA DE BOMBEO

Se presentan a continuación los requisitos mínimos que debe cumplir el CONTRATISTA para realizar adecuadamente el montaje de las bombas, los motores, las válvulas y los accesorios en el sistema de bombeo de agua potable a la red de la ciudad de Zipaquirá. El CONTRATISTA está obligado a suministrar todo el personal, equipo y herramientas necesarias para ejecutar las labores encomendadas.

Revisión General

Antes de la instalación de uno cualquiera de los elementos del sistema de bombeo, deberá hacerse el desenguacamiento del mismo en presencia del CLIENTE o de la Interventoría, verificando que se encuentra el elemento correspondiente, su manual y/o catálogo de instalación y funcionamiento, y los accesorios adicionales necesarios para su montaje, como tuercas, tornillos, empaques, etc. Se comprobará igualmente el número de piezas, su limpieza, ajuste, rodamientos, etc., todo de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se revisará que los equipos estén completos y de acuerdo con lo solicitado. Cualquier aspecto que no concuerde con lo requerido, se deberá informar a la Interventoría. En cualquier caso, no habrá ningún tipo de reajuste, ni en el plazo ni en la forma de pago, por demoras causadas por deficiencias de los materiales suministrados por el CONTRATISTA, o por retrasos en la consecución de los mismos.

Montaje de las Motobombas

Una vez el CONTRATISTA tenga listo todos los materiales, herramientas, equipos y personal para el montaje, se procederá a instalar cada bomba y motor en su respectiva base metálica, si no viene pre-armada de fábrica, la cual se colocará en su sitio, cuidadosamente nivelada y ajustada, empleando, cuando sea del caso, calzas con cuñas hasta obtener la alineación

apropiada con las tuberías de succión y descarga. Una vez cumplidas la alineación, nivelación y ajuste, se procederá a la inyección de mortero de segunda etapa en la base de concreto, dejando embebidos los pernos de anclaje de la base metálica.

El alineamiento se comprobará por medio de indicadores de carátula, o cualquier otro dispositivo aceptado por la Interventoría y suministrado por el CONTRATISTA. Se deberá comprobar tanto la alineación vertical como la horizontal.

Cuando la bomba sea puesta en marcha por primera vez, se ajustarán los sellos de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Montaje de Tuberías, Válvulas y Accesorios

En estos ítem se incluyen todos los trabajos necesarios para dejar montados y listos para operar los cabezales de succión y descarga del sistema de bombeo. Las actividades más importantes a realizar son:

- Suministro de materiales, equipo, herramientas y personal para las labores de montaje.
- Suministro de materiales y fabricación de niples bridados, para soldar o para roscar.
- Instalación de válvulas y accesorios.
- Alineamiento, nivelación y ajuste.
- Soldadura de partes, incluido el biselado de los extremos.
- Suministro de materiales, fabricación y montaje de soportes y anclajes de tuberías, válvulas y accesorios.
- Rotulado, pintura y acabado.
- Limpieza general y remoción de escombros.

El CONTRATISTA, previa verificación del diseño, deberá estar pendiente de la construcción del cuarto de bombas, con el fin de instalar en el momento oportuno las tuberías de succión, descarga, eléctricas y de toma de señales que estén enterradas, embebidas o atraviesen muros. Una vez construidos los tanques, procederá al montaje de los cabezales de succión y descarga de las bombas. Montará las tuberías y accesorios como se muestra en los planos, con el visto bueno de la Interventoría.

Igualmente, instalará los instrumentos de control y medida, verificando su correcta operación.

El CONTRATISTA tendrá cuidado en el uso de los planos, vigilando que las dimensiones y ubicación de los elementos a instalar coincidan con los que figuran en los planos.

Una vez concluido el montaje de las tuberías de succión y descarga, se deberá comprobar que no se esté trasladando ningún tipo de esfuerzo a las bridas de las bombas, para lo cual se deberán retirar todos los tornillos de las untas bridadas: los orificios de paso de los tornillos de acople deberán permanecer enfrentados. En caso contrario, se deberán tomar las medidas del caso para que se cumpla este requisito.

Para el montaje de tuberías, válvulas y accesorios enterrados, el CONTRATISTA deberá ejecutar las labores de excavación, instalación de la tubería o el elemento correspondiente, relleno y acabado superficial. El CONTRATISTA deberá reparar las superficies del piso, dejándolas con la misma calidad de resistencia y acabado que tenían antes de iniciar los trabajos, por lo que deberá suministrar los elementos necesarios para estas reparaciones, dependiendo del tipo de piso: andén, vía, prado, etc.

EP-2B.5 Pruebas Y Puesta En Operación Del Sistema De Bombeo

El CONTRATISTA deberá realizar todas las pruebas necesarias para asegurar el correcto montaje y funcionamiento del sistema de bombeo. Entre éstas debe efectuar:

- Calificación de Soldadores.
- Inspección radiográfica: se deberá efectuar inspección radiográfica al 100% de las soldaduras que el CONTRATISTA tenga que realizar para la fabricación y montaje de los cabezales de succión y descarga, en los sitios que indique la Interventoría. El CONTRATISTA deberá suministrar el equipo de toma de placas y revelado, y contratar al personal idóneo para la realización de dichas pruebas. Deberá llevar un registro pormenorizado de las placas tomadas, con identificación del sitio y operador que realizó la soldadura. Cuando el resultado de la prueba indique defecto grave, se procederá a su reparación y posterior repetición de la prueba.
- Prueba Hidrostática: antes de acoplar la bomba a los cabezales de succión y descarga, y previa autorización de su programación y procedimiento, deberá realizarse prueba hidrostática en dichos cabezales. Para ello, el CONTRATISTA deberá suministrar las bridas ciegas con niple de acople a la bomba de presión, la bomba de presión y los instrumentos de medida (manómetros y medidor de flujo) requeridos para la prueba.
- La prueba hidrostática se realizará a 300 psi, durante un período de tiempo no inferior a 30 minutos, mientras se inspeccionan todas las uniones, bridadas o soldadas. En caso de presentarse fugas de alguna especie, se corregirá y se procederá a repetir la prueba, hasta que ésta sea satisfactoria y se apruebe por parte de la Interventoría. Un informe detallado sobre todo el procedimiento y los resultados, se entregará al CLIENTE o a la Interventoría, en original y tres copias.
- Prueba de los motores eléctricos: una vez instalado cada motor en su base y antes de acoplarlo con la bomba, se procederá a realizar la inspección de rutina de lubricación de los rodamientos y de sentido de giro. Igualmente, se procederá a verificar corrientes de vacío y velocidad en vacío. Luego, se acoplará a la bomba y se realizarán las mismas medidas de corriente y velocidad, pero bajo carga.
- Pruebas de bombeo: el CONTRATISTA deberá suministrar todos los equipos de medida necesarios para la realización de esta prueba como medidores de flujo, medidores de vibración, termómetros para toma de temperatura en los cojinetes, tanto de la bombas como del motor, etc. Se verificará el punto de operación de la bomba y se calculará su eficiencia para compararla con la garantizada. Se harán pruebas del funcionamiento correcto de los instrumentos de control, y en caso de ser necesario, se ajustarán a los niveles adecuados con aprobación de la Interventoría. Se operará la bomba contra válvula cerrada al comienzo, y luego se irá abriendo la válvula de la descarga, verificando el caudal en el medidor instalado para tal fin en la línea de pruebas, hasta obtener el máximo caudal.
- Posteriormente se apagará el motor y nuevamente se iniciará el bombeo contra válvula abierta. En todo momento se llevará un registro de las medidas involucradas en la prueba, como consumo eléctrico, velocidad de rotación,

caudal, presión, etc. En caso de presentarse dificultades, se discutirán y analizarán con la Interventoría, y luego de darles solución, se repetirá la prueba para verificar la eficacia de las soluciones dadas. Las pruebas se realizarán por el tiempo necesario para la toma de medidas y verificación de características, pero no inferior a dos horas de operación continua.

Estas pruebas se harán por separado, con cada una de las bombas: con motor eléctrico y con motor diesel.

EP-2B.6 Repuestos

En la propuesta, deberá anexar una lista completa de repuestos a instalar para un mantenimiento total del sistema, indicando los precios unitarios. el CLIENTE se reserva el derecho de uso de esta propuesta de instalación de repuestos para el mantenimiento total.

EP-2B.7 Medida Y Pago

La unidad de medida para pago de los equipos, las válvulas y los accesorios indicados en el alcance del suministro, será la unidad, efectivamente suministrada, transportada, instalada y probada a satisfacción del CLIENTE o de la Interventoría.

La unidad de medida para pago de las tuberías indicadas en el alcance del suministro, será el metro lineal, efectivamente suministrado, transportado, instalado y probado a satisfacción del CLIENTE o de la Interventoría. El CONTRATISTA al calcular sus precios unitarios deberá tener en cuenta los desperdicios que se puedan presentar debido a las longitudes de los tramos en que sea suministrada la tubería; no se reconocerá pago por este material de desperdicio. Igualmente, deberá incluir los costos por elementos de soporte, ganchos, pernos de anclaje, chazos, uso de roscadoras, terrajas y machuelos, y consumibles como soldadura, cintas de teflón, etc, al igual que todos los costos por calificación de soldadores y pruebas de soldadura, calificación de procesos, ultrasonido, etc.

En el cálculo del precio de instalación de la tubería enterrada, el CONTRATISTA deberá incluir los costos de excavación, rellenos y acabados superficiales a que haya lugar. No habrá pago por separado por estas actividades y suministros.

La unidad de medida para pago de las labores de pruebas, puesta en operación, entrenamiento y suministro de los manuales de operación y planos de obra construida ("as built") será la suma global cotizada para cada uno. En este valor el CONTRATISTA deberá incluir los costos por traslado de personal o la zona del proyecto (transporte, alojamiento, alimentación, viáticos, etc), tanto para las pruebas, como para el adiestramiento al personal de operación y mantenimiento de la Planta (estimado en 10 personas para los diferentes turnos). Igualmente deberá incluir todos los costos por el alquiler de los equipos que sean necesarios para la ejecución de las pruebas, y el desarrollo de los entrenamientos, y los costos por edición de manuales de operación y mantenimiento y de los planos de obra construida.

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad de Medida
EP-2B	MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN OPERACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE	
EP-2B.1	Tanque hidroneumático	
EP-2B.1.1	Instalación Tanque hidroneumático	un
EP-2B.2	Bombas	
EP-2B.2.1	Instalación de Bomba de eje horizontal, carcasa bipartida, Q=826 gpm, H=125 mca, Pot.= 125 hp3x4-10	un
EP-2B.4	Puente grúa2 ton	
EP-2B.4.1	Instalación Puente grúa2 ton	un
EP-2B.4.2	Instalación de Anillo de sello y anclaje ϕ ext	kg
EP-2B.4.3	Instalación de Soportes de tubería	kg
EP-2B.5	Pruebas Y Puesta En Operación Del Sistema De Bombeo	
EP-2B.5.1	Pruebas, puesta en marcha y entrenamiento del personal de operaciones, incluidos manuales de operación y planos de obra construida ("as built").	un
EP-2B.6	Repuestos	
EP-2B.6.1	Repuestos para una reparación total del sistema	un