



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER DISEÑO DE UNA PLANTA PORTÁTIL POTABILIZADORA DE AGUA

Autor: Cecilia Gardeazábal Mateos

Director: Iñigo Sanz Fernández

Madrid

Agosto de 2019

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Cecilia Gardeazabal Mateos DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Diseño de una planta portátil potabilizadora de agua, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción

de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 28 de agosto de 2019

ACEPTA

Fdo.....

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
DISEÑO DE UNA PLANTA PORTÁTIL POTABILIZADORA DE AGUA
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2018/2019 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Cecilia Gardeazábal

Fecha: 27/08/2019

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Iñigo Sanz Fernández

Fecha: 27/08/2019





MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER DISEÑO DE UNA PLANTA PORTÁTIL POTABILIZADORA DE AGUA

Autor: Cecilia Gardeazábal Mateos

Director: Iñigo Sanz Fernández

Madrid

Agosto de 2019

Resumen

El proyecto consiste en el diseño de una instalación de bombeo que permita la aportación de agua libre de contaminación a un poblado. Concretamente, se centra en el diseño de una bomba móvil, es decir, que se construye en España y sirve para poder trasladarlo en caso de emergencia a un país que lo necesite. Estas situaciones de emergencia son las que se producen a causa de catástrofes naturales como pueden ser inundaciones, terremotos, huracanes... Así pues, tanto el diseño como la ejecución de dicha instalación se llevará a cabo en España, resultando en una bomba 'portátil' que cubrirá las necesidades de aquellos lugares en situaciones críticas. La bomba diseñada estará pensada para cubrir emergencias en las que se necesite su uso inmediato. Sus principales características son:

1. Suministro inmediato de agua potable
2. Facilidad de operación
3. Sin requerimientos de personal especializado para su funcionamiento

El agua extraída del río y potabilizada está destinada a consumo humano directo. Se trata de un sistema versátil y robusto que garantiza que, a partir de distintas fuentes de agua, la calidad obtenida sea la exigida para su uso directo. Además, se ha pensado para que pueda ser transportada con facilidad a aquellos poblados que se encuentren más aislados y necesitados en los casos de emergencia por escasez de agua. Se trata de una instalación compacta y ligera ya que se debe asegurar un transporte fácil bajo cualquier circunstancia.

Para su desarrollo se tendrán en cuenta las normativas vigentes sobre instalaciones mecánicas y se ajustará el diseño a las condiciones técnicas y legales establecidas. A la hora de realizar los cálculos, se tendrán en cuenta factores como el tipo de terreno en el que se podrá utilizar el sistema, la cercanía de un río, las horas de funcionamiento, el ciclo de vida de la bomba o el coste. Además, será importante elegir el sistema de alimentación que requerirá y su modo de funcionamiento.

Sus principales características son:

- Transporte: Fácil en módulos de remolque
- Instalación: No requiere obra civil
- Operación: Fácil, garantiza agua potable en escasas horas
- Control: Totalmente automático con elementos de control simples

Se escogerá la bomba que cumple con todos los requisitos, que es la JS 12 W/WKS del fabricante Sulzer, y se procede al diseño de la instalación completa. Esta consiste en una bomba sumergida, tuberías por las que circulará el caudal de agua, una potabilizadora y un depósito. La potabilizadora es portátil y compacta, modelo IMA-P50 de IMEDAGUA, y cuenta con filtros anillares, multicapa y de carbón activo. Además, tienen un decantador y sistema de desinfección.



En cuanto al depósito de agua, se trata de una cisterna flexible que se puede transportar ocupando muy poco espacio, de FICOSA. Desde esta cisterna se podrá distribuir el agua según sea conveniente en cada situación, o transportarla fácilmente en un camión.

Con todo ello, ajustando el coste y teniendo en cuenta que la instalación debe ser muy resistente, se consigue un sistema lo más eficiente posible y que asegura una alta fiabilidad.

Se calcula el presupuesto aplicando el coste de ciclo de vida, para obtener el total de todos los costes a lo largo de la vida de la planta, incluyendo la compra, instalación, funcionamiento, mantenimiento y retirada.

	Coste
Coste inicial	16.803,01 €
Coste de la instalación y puesta en marcha	11.024 €
Coste de la energía	314,55 €
Coste de operación, mantenimiento y reparaciones	799,20 €
TOTAL	28.940,76 €

El coste total, asciende a veintiocho mil novecientos cuarenta con setenta y seis euros 28.940,76 €, asumiendo que se le da un uso de un mes.

Abstract

The project consists in the design of a pumping installation that allows the contribution of drinkable water to a village. Specifically, it focuses on the design of a mobile pump, built in Spain and is easy to transport in case of emergency to a country that needs it. These emergency situations are those that occur because of disasters such as floods, earthquakes, hurricanes... So, both the design and the execution of the installation will be carried out in Spain, resulting in a 'portable' pump that will cover the needs of those places in critical situations. The designed pump will cover emergencies in which immediate use is needed. Its main features are:

- Immediate supply of drinkable water
- Ease of operation
- No specialized working requirements for its operation

The water extracted from the river and potabilized is destined for direct human consumption. It is a versatile and robust system that guarantees good quality water for direct use. In addition, it has been thought to be transported to those isolated villages and in need in cases of emergency due to water scarcity. It is a compact and lightweight installation since easy transport must be ensured under any circumstances.

For its development, the current regulations on mechanical installations are taken into account and the design is adjusted to the established technical and legal conditions. When calculating the parameters, factors such as the proximity of a river, the hours of operation, the life cycle of the pump or the cost are taken into account.

The main features are:

- Transportation: easy in trailer modules
- Installation: No civil work required
- Operation: Easy, guarantees drinkable water in a few hours
- Control: Fully automatic with simple control elements

The pump that meets all the requirements is the JS 12 W/WKS from the manufacturer Sulzer. The complete installation consists of this submerged pump, pipes through which the water flow will circulate, a water purifier and a tank. The water purifier is portable and compact, IMA-P50 model of IMEDAGUA, and has several steps of filtering with activated carbon and multilayers. In addition, it has a decanter and disinfection system.



As for the water tank, it is a flexible tank that can be transported occupying very little space, from FICOSA. Water can be distributed from this tank directly or easily transported in a truck.

With all this, adjusting the cost and taking into account that the installation must be very resistant, the system is very efficient and ensures high reliability.

The budget is calculated by applying the life cycle cost, LCC, to obtain the total of all the costs throughout the life of the plant, including the purchase, installation, operation, maintenance and withdrawal.

	Cost
Initial cost	16.803,01 €
Installation cost	11.024 €
Energy cost	314,55 €
Operation and maintenance cost	799,20 €
TOTAL	28.940,76 €

The total cost amounts to twenty eight thousand nine hundred and forty with seventy-six euros, 28.940,76 €, assuming that it is used for one month.

Índice general

Parte I MEMORIA.....	3
Parte II CÁLCULOS.....	42
Parte III PLANOS.....	72
Parte IV PRESUPUESTO.....	80
Parte V BIBLIOGRAFÍA.....	91
Parte VI ANEXOS.....	94

Parte I MEMORIA

Índice de la memoria

1.	Introducción.....	8
1.1	Motivación del autor	9
1.2	Calidad del agua para el consumo humano.....	10
1.2.1	Tipos de agua según su procedencia.....	14
1.3	El agua en situaciones de emergencia.....	15
2.	Estado del arte	16
2.1	Turbomáquinas	18
2.2	Bombas rotodinámicas.....	20
2.2.1	Elementos constructivos	21
2.3	Curvas características de las bombas.....	21
2.3.1	Curva H-Q	22
2.3.2	Curva $H_{\text{instalación}}$	22
2.3.3	Curva p_t -Q	23
2.4	Válvulas	23
2.5	Pérdidas.....	24
2.6	Revisión de métodos de potabilización usados en catástrofes.....	25
3.	Diseño de la planta	27
3.1	Requerimientos del diseño.....	27
3.2	Parámetros de la instalación	29
3.2.1	Bomba.....	29
3.2.2	Almacenamiento	31
3.2.3	Potabilizadora	31
3.2.4	Tuberías	32
3.2.5	Accesorios	34
3.2.6	Generador eléctrico.....	36
3.2.7	Depósito de combustible	37
3.2.8	Contenedor	38
4.	Operación y mantenimiento	38
4.1	Revisión	38
4.2	Funcionamiento	38

4.3 Control 39

4.3.1 Medida de cloro y pH 39

4.4 Mantenimiento 40

4.5 Recomendaciones 40

5. Conclusiones..... 41

Índice de tablas

Tabla 1: Complejidad de los procesos de potabilización	12
Tabla 2: Cantidad de agua necesaria según la evacuación	16
Tabla 3: Características de la bomba seleccionada JS 12 W/WKS	30
Tabla 4: Precio de la bomba seleccionada JS 12 W/WKS	30
Tabla 5: Características de la cisterna flexible elegida de FICOSA.....	31
Tabla 6: Precio de la cisterna flexible seleccionada de FICOSA	31
Tabla 7: Características de la potabilizadora seleccionada IMA-P50	32
Tabla 8: Precio de la potabilizadora seleccionada IMA-P50	32
Tabla 9: Características de las tuberías seleccionadas.....	33
Tabla 10: Precio de las tuberías seleccionadas.....	34
Tabla 11: Características del reductor seleccionado.....	34
Tabla 12: Precio del reductor seleccionado.....	35
Tabla 13: Precio del reductor seleccionado.....	35
Tabla 14: Características de la válvula de mariposa seleccionada de AVK.....	36
Tabla 15: Precio de la válvula de mariposa seleccionada de AVK.....	36
Tabla 16: Características del generador eléctrico diésel seleccionado Champion Generator	36
Tabla 17: Precio del generador eléctrico diésel seleccionado Champion Generator	36
Tabla 18: Características del depósito de combustible seleccionado Emilcaddy 55.....	37
Tabla 19: Precio del depósito de combustible seleccionado Emilcaddy 55.....	37
Tabla 20: Características del contenedor a fabricar.....	38
Tabla 21: Precio del contenedor a fabricar	38

Índice de figuras

Figura 1: Posibles causas de un desastre (Fuente: Manual de Requerimientos Mínimos para Intervenciones en Agua, Saneamiento e Higiene en Emergencias del Ministerios de Asuntos Exteriores y Cooperación).....	8
Figura 2: Clasificación de las bombas de agua	18
Figura 3: Clasificación de las turbomáquinas	19
Figura 4: Curva $H_{\text{instalación}}$	22
Figura 5: Punto de funcionamiento de una bomba	23
Figura 6: Filtro de agua domiciliario	25
Figura 7: Contenedor pequeño de agua	26
Figura 8: Camión cisterna.....	26
Figura 9: Pajitas purificadoras de agua	27
Figura 10: Bomba modelo JS 12 W/WKS	30
Figura 11: Potabilizadora IMEDAGUA.....	32
Figura 12: Reductor de rosca PVC-U.....	34
Figura 13: Depósito de combustible Emilcaddy 55	37

1. Introducción

Los desastres, tales como inundaciones, guerras o terremotos, provocan grandes destrozos que ponen en riesgo la salud de las personas afectadas. Las causas de estos desastres pueden ser naturales o humanas, tal y como se muestra en la Figura 1.

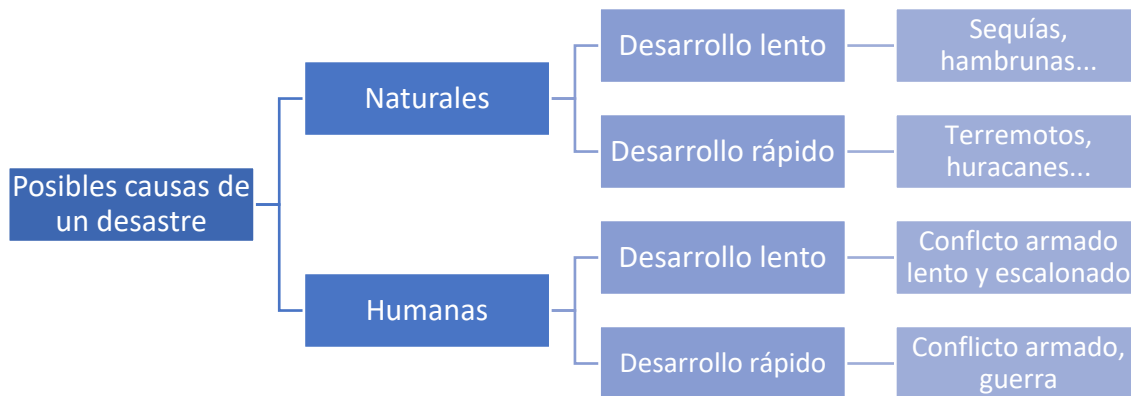


Figura 1: Posibles causas de un desastre (Fuente: Manual de Requerimientos Mínimos para Intervenciones en Agua, Saneamiento e Higiene en Emergencias del Ministerios de Asuntos Exteriores y Cooperación)

El suministro de agua se puede ver perjudicado, colapsándose los sistemas de potabilización y bloqueando el acceso a agua potable. En estos casos, las regiones declaradas en emergencia necesitan intervención inmediata para reparar los daños cuanto antes y, mientras tanto, contar con medios de distribución de agua portátiles y muy versátiles.

Garantizar un acceso al agua potable en episodios de desastres naturales es vital para poder sobrevivir. Contar con protocolos de respuesta inmediata es necesario ya que, aunque los desastres no pueden predecirse, tener planes de contingencia para situaciones de emergencia evita que se produzcan más daños. Uno de ellos es proveer de agua potable a aquellos sectores que hayan quedado aislados o cuyo servicio se vea interrumpido. Las plantas potabilizadoras portátiles sirven para cubrir esta necesidad, ya que son aparatos fáciles de montar y de transportar, que potabilizan el agua de una fuente superficial como un río o subsuperficial como un pozo. Su versatilidad hace que se puedan utilizar en distintas circunstancias y que no se necesite de personal cualificado para su puesta en marcha.

Bajo este preámbulo, se ha decidido diseñar una planta potabilizadora de agua portátil que podrá usarse para abastecer hasta 3.000 personas a diario con agua potabilizada proveniente de un río. La bomba será capaz de proporcionar 50 m³ de agua potable trabajando las 24 horas del día. Se procurará que sea lo más compacta posible y de fácil transporte, para limitar lo mínimo posible el tipo de vehículos que tendrá que ser empleado para movilizarla.

A lo largo de proyecto, se especifican los detalles teóricos en los que se ha basado el diseño de la planta, así como los componentes que se han escogido y sus características principales. La instalación cuenta con distintos procesos para potabilizar el agua antes de que esta llegue al depósito. Estos se detallan y explican, así como las tuberías y accesorios por los que circulara el fluido.

En todo momento, se busca que el tamaño de cada fase sea el mínimo y, en la medida de lo posible, que su funcionamiento no requiera energía eléctrica. De todas formas, la planta contará con un generador de energía eléctrica ya que, en los casos de desastres naturales en los que la planta deberá trabajar, es altamente probable que el suministro de energía se haya visto afectado.

1.1 Motivación del autor

El problema de la escasez de agua potable es uno de los que mayores muertes causa al año en el mundo. Muchos de los países que lo sufren son regiones en las que se producen eventos meteorológicos asiduamente provocando daños en las redes de suministros y dejando a sus habitantes aislados del acceso a agua potable. Además, otra característica de estas zonas es que los recursos económicos son escasos y ante desastres naturales no pueden actuar con rapidez para conseguir el agua potable.

En la mayoría de los países se cuenta con redes de suministro de agua gracias a las cuales sus habitantes solo tienen que usar el grifo para obtener agua potable. Pero, en el resto, donde los recursos económicos escasean, la población se abastece de agua de canales y acequias que en su mayoría es agua contaminada. El uso de esta agua resulta en 2 millones de muertes al año por enfermedades. Además, otro problema que causa la falta de agua potable es la muerte de alrededor de 4000 niños menores de cinco años al día. Muchas regiones de países grandes sufren gran escasez de agua y, normalmente, coinciden con zonas en las que se producen frecuentes eventos meteorológicos como costosas inundaciones o terremotos que afectan a asentamientos humanos e infraestructura.

Como estudiante de un Máster en Ingeniería Industrial, me gustaría poder analizar estos efectos y poder diseñar una solución que dé respuesta a las necesidades de toda aquella persona que necesita ayuda en circunstancias tan desafortunadas. Es gracias a la ingeniería que se puede abastecer de un bien tan básico como es el agua a zonas que hayan sufrido un desastre natural.

El objetivo del proyecto es poder cubrir las necesidades de zonas en esas situaciones. Siendo el agua un bien vital para cualquier ser vivo, debería ser factible el adquirirla sin problemas en todo el mundo. Crear o reparar una red de agua o de saneamiento que se ha visto afectada por un desastre natural es a menudo una tarea complicada, ya que aparecen limitaciones topográficas y las características geográficas de las zonas afectadas pueden añadir dificultades. Es por ello por lo que, durante el tiempo en el que se restablecen los servicios dañados, una planta de agua portátil puede usarse para garantizar el acceso a agua potable a aquellas zonas que hayan quedado aisladas de cualquier foco de distribución.

1.2 Calidad del agua para el consumo humano

Los humanos estamos formados de un 75% de agua. Esta es esencial para nuestra supervivencia y la de cualquier ser vivo. El proyecto está centrado en abastecer de agua potable a personas que se hayan visto afectadas por desastres naturales. Es por ello por lo que la calidad del agua a distribuir deberá ser lo suficientemente aceptable como para considerarse potable, esto es, deberá tratarse de agua inodora, incolora e insípida. A esto se deben añadir otras características para garantizar su potabilidad absoluta.

Hay que tener en cuenta que, en muchas ocasiones, el motivo de rechazo por parte de los consumidores al agua es su olor o sabor. Estos no son determinantes de la adecuación para el consumo del agua, pero es preferible garantizar un agua insípida e incolora para generar más confianza en los consumidores.

Los parámetros más importantes que se deben tener en cuenta para clasificar la calidad del agua son:

- Sólidos en suspensión y disueltos
- Turbidez
- Temperatura
- pH

Sólidos en suspensión y disueltos

Los sólidos que se consideran disueltos son aquellas partículas muy pequeñas, de tamaño menor a 10^{-3} μm que son despreciables en cuanto a la turbidez, pero que si afectan al olor y color del agua.

Turbidez

La turbidez, que se mide en Unidad Nefelométrica de Turbidez (NTU), está relacionada con la transparencia del agua. Todo sólido en suspensión o partícula coloidal causa una reducción en la transparencia del agua. Se considera que estas partículas tienen un tamaño muy pequeño, entre 10^{-3} μm y 110 μm , ya que cualquier partícula que supere este valor acabará sedimentando cuando el flujo se encuentre estático.

Aunque el efecto que esta puede causar sobre la salud depende de cada caso, está claro tener que consumir agua turbia produce rechazo por parte del que lo consume, por lo que debe ser eliminada.

Temperatura

La temperatura a la que se encuentra el flujo determina la capacidad de desarrollo de formas biológicas que pueden afectar a la potabilización del agua. Además, también es un factor influyente en la absorción de oxígeno y la viabilidad de procesos de potabilización como la desinfección, filtración, sedimentación o floculación.

pH

El pH es el principal causante de la corrosión en los elementos del sistema, aunque no afecta a la salud del consumidor. También afecta a los procesos de floculación y desinfección por lo que es conveniente el uso de cal para tratar aguas ácidas y conseguir un pH neutro.

Normativas de calidad del agua

Una estación de tratamiento de agua potable (ETAP) es aquella en la que el agua es tratada de forma que se vuelva apta para el consumo humano, conocida como agua potable. Para ello, y dependiendo de la calidad del agua bruta, se deben llevar a cabo unos tratamientos de potabilización.

El Boletín oficial del Estado establece que el agua se puede clasificar en tres grupos distintos según el tratamiento que recibe para su potabilización. Estos grupos son los siguientes:

Tipo A1: Tratamiento físico simple y desinfección

Tipo A2: Tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección

Tipo A3: Tratamiento físico y químico intensivos, afino y desinfección

Además, en el Real Decreto 927/1988 se establece que “Los niveles de calidad de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable que fijen los Planes Hidrológicos, no podrán ser menos estrictos que los que figuran en la tabla siguiente para los distintos tipos de calidad figurados en el apartado anterior, salvo que se prevea un tratamiento especial que las haga potables.”

El proceso de potabilización por la que pasará el agua extraída del río puede contar con distintas etapas. La Tabla 1 muestra la clasificación de los procesos de tratamiento de agua según su complejidad y coste económico. Cada uno de ellos separa del agua tratada aquellas partículas orgánicas e inorgánicas no deseadas.

Complejidad	Proceso
1	- Cloración simple - Filtración sencilla (rápida o lenta, en arena)
2	- Precloración y filtración - Aireación
3	- Coagulación química
4	- Tratamiento con carbón activo granular - Intercambio de iones
5	- Ozonización
6	- Procesos de oxidación avanzados - Tratamiento con membranas

Tabla 1: Complejidad de los procesos de potabilización

Cloración

El cloro, comúnmente en forma de hipoclorito sódico, es el desinfectante que más se usa en el mundo por ser muy efectivo (hasta 99,7%), fácil de utilizar y de bajo coste. Según la Organización Mundial de la Salud: “La desinfección con cloro es la mejor garantía del agua microbiológicamente potable”.

Gracias a sus propiedades, combate microbios contenidos en el agua, como pueden ser virus y bacterias, y algas o limos que puedan crecer en el interior de las tuberías del suministro. Esto disminuye notablemente el riesgo de enfermedades infecciosas.

Su principal desventaja es que altera el sabor del agua si se aplica en grandes cantidades.

Filtración

Este método consiste en el paso del agua por un medio poroso que retira y retiene partículas pequeñas contaminantes. La filtración es un proceso que debe estar presente siempre en una ETAP, y existen distintos sistemas, siendo los más comunes los directos, lentos de arena, de bolsa y de cartucho.

- La filtración directa es aquella en la que se añade un coagulante, se agita la mezcla para inducir la unión de las partículas y se filtra el agua. De esta manera, las partículas en suspensión se adhieren al filtro separándose del flujo de agua.
- La filtración lenta en arena no usa coagulante. Se utiliza un lecho de arena de hasta 1,2 metros de profundidad por el que pasa el agua lentamente y en sentido descendente. En la superficie del lecho se forma una capa biológicamente activa que atrapa las partículas y degrada contaminantes orgánicos.
- La filtración de bolsa o de cartucho es un sistema sencillo en el que se hace uso de una bolsa tejida o un cartucho que sirve para filtrar los microbios contenidos en el agua. Son sistemas muy fáciles de usar.

Aireación

El principal objetivo de este sistema, tal y como indica su nombre, es que el agua se airee y aumente así la presencia de oxígeno en ella. Además, también se eliminan gases disueltos como el CO_2 y algas fotosintéticas que aportan sabor al agua. Para ello se pueden usar escalonamientos en serie por los que cae el agua o la pulverización.

Es importante destacar que, aunque iones como el Fe^{2+} decantan, no lo hace en Mn^{2+} . Este ion debe eliminarse en otras fases ya que no es apto para el consumo humano.

Coagulación

En la coagulación se añade un coagulante como alúmina, sulfato ferroso o cloruro férrico y se mezcla a gran velocidad en el agua. Estos crean una atracción entre las partículas pequeñas en suspensión para formar grumos o flóculos más grandes, que son más fáciles de retirar en procesos posteriores.

Carbón activo

El carbón activado tiene altas propiedades como adsorbente. Es un carbón producido artificialmente que se caracteriza por su alta porosidad y superficie interna. Su uso hace que diversas sustancias que se encuentran en el agua se vean retenidas o modificadas, especialmente las de origen orgánico. Además, también elimina olores, sabores y compuestos orgánicos. Normalmente se usa para sustraer aquellas partículas que debido a su tamaño no han podido ser eliminadas en el proceso de sedimentación.

Se aplica en forma de polvo o granular.

Intercambio de iones

Este proceso se ha desarrollado en los últimos años con la creación de resinas especiales para tratar contaminantes realmente perjudiciales como el perclorato y el uranio. Se utiliza generalmente para ablandar, desmineralizar o desionizar el agua. Es un proceso químico que intercambia iones no deseados por otros cuya carga es similar. El proceso de intercambio se realiza entre un sólido, como una resina, y un líquido, como el agua.

Ozonización

El ozono es una forma alotrópica del oxígeno, que se utiliza como desinfectante del agua. Su poder oxidante y desinfectante le hace el más eficaz en la eliminación del olor, sabor y color del agua, por encima del cloro. Además, también sirve para eliminar bacterias y otros microorganismos. Su principal ventaja frente al uso del cloro es que combate los fenoles sin dejar en el agua sabor u olor, que en caso del cloro es inevitable. En cuanto a las desventajas, la mayor es su alto costo.

1.2.1 Tipos de agua según su procedencia

En situaciones de emergencia, se debe dar prioridad al aporte de agua en el menor tiempo posible, por lo que raramente existirá la posibilidad de elegir entre diferentes opciones de abastecimiento. Esta agua puede provenir de distintos caudales, tal y como se muestra a continuación:

Aguas superficiales:

- Arroyos, ríos, lagos, estanques...
- Muy alta probabilidad de contaminación
- Requieren tratamiento completo de potabilización
- Fácil acceso
- Alta disponibilidad

Aguas subterráneas (>15 m):

- Buena calidad física y bacteriológica
- Poca variabilidad estacional
- Puede contener sustancias tóxicas
- Difícil acceso

Agua de lluvia:

- Relativamente pura
- Disuelve el metal por lo que no sirven depósitos de zinc, cobre o plomo
- Solo disponible en climas muy lluviosos

Cuando ninguna de estas aguas pueda ser accedida desde la zona afectada, se deberá entonces hacer uso de camiones cisterna que trasladen el agua a las zonas aisladas.

1.3 El agua en situaciones de emergencia

Toda situación de emergencia creada por fenómenos naturales como terremotos, inundaciones o huracanes requieren atención urgente para mitigar los daños y sufrimiento de las personas afectadas. Todas las necesidades y carencias deben ser atendidas en el menor tiempo posible: provisión de alimentos, medicinas, ropas... Pero ninguna es tan importante como la provisión de agua potable. Además de quitar la sed y permitir el tratamiento seguro de alimentos, el agua es vital en la protección de la salud pública.

Uno de los mayores peligros que traen los desastres naturales son la aparición y propagación de enfermedades en la población que se ha visto afectada. Muchas de estas se contagian por el consumo de agua que no cumple con las condiciones básicas de saneamiento y, por tanto, no es segura. El agua es uno de los principales medios de transmisión de enfermedades y debe asegurarse su potabilidad. Por ello, cuanto más rápidas y efectivas sean las medidas tomadas en estos casos, menor será el daño causado.

Es un hecho que los servicios de alcantarillado y sistemas de abastecimiento de agua son muy vulnerables ante los desastres. Pueden romperse e interrumpir sus operaciones durante un largo tiempo. Durante este periodo, el agua potable es el principal recurso que debe proporcionarse. Cuando se produce una situación de riesgo, se debe dar prioridad a las zonas que han quedado completamente aisladas del acceso al agua y cuya población es grande y a los hospitales. Es aquí donde entran en juego las plantas potabilizadoras portátiles. Estas son capaces de abastecer de agua potable a las personas afectadas de

forma casi instantánea, al no requerir un montaje complejo y poder ser transportadas con facilidad a los lugares más remotos.

En estas situaciones de emergencia es importante también mantener la seguridad del suministro. Es decir, proteger la instalación ante daños externos haciendo participe e informando a la población afectada del nuevo sistema. Además, se debe mantener el equipo alejado de zonas en las que se traten productos peligrosos y establecer una zona de protección en torno de las fuentes de agua. Errores humanos o fallos técnicos pueden dar lugar a una grave contaminación de las fuentes del agua. Algunos ejemplos pueden ser la ruptura de alguna tubería o el derrame de productos tóxicos.

Otro factor importante a tener en cuenta ante desastre naturales es determinar si el agua es segura para su consumo. En estos casos, y de manera inmediata, se deben llevar a cabo sobre el agua los análisis de rutina pH, de turbiedad y de cloro residual. Esto se puede realizar con equipos simples y así garantizar la seguridad del agua a distribuir. Si no se dispusiese de estos equipos, se debe comprobar que el agua no tenga olor a cloro. Esta agua deberá suplir la demanda diaria mínima en situaciones de emergencia que se muestra en la Tabla 2.

Durante la evacuación:	Cantidad de agua (l/persona al día)
Climas fríos	3
Climas cálidos	7
Hospitales de campaña	40-60
Centros de alimentación masiva	20-30
Albergues temporales y campamentos	15-20
Instalaciones de lavado	35
Ganado	15-30

Tabla 2: Cantidad de agua necesaria según la evacuación

2. Estado del arte

Tanto el agua como el medio ambiente son factores importantes en la aparición y transmisión de enfermedades y brotes epidémicos. En aquellas regiones poco desarrolladas y pobres, la mayor causa de morbilidad proviene por enfermedades diarreicas causadas por la falta de agua segura. A lo largo de los años, las distintas catástrofes naturales, han dejado en situación de emergencia a poblaciones en las que hay que actuar con distintos proyectos de ayuda. En su mayoría, estos proyectos se centran en

la asistencia sanitaria, la vigilancia epidemiológica y su control de transmisión, siendo este en la mayoría de los casos el agua.

En enero de 2010, Haití sufrió un terremoto de magnitud 8,8 grados en la escala de Richter, causando más de 300.000 muertes y unos efectos devastadores. Entre estos, y ateniéndose a lo relacionado con el proyecto, decenas de miles de personas se quedaron sin acceso a agua potable, una necesidad humana de subsistencia fundamental. Debido a la escasez de agua potable que se sufrió, el dinero dejó de ser útil en Haití, y como medio de cambio los habitantes usaban agua potable. Las organizaciones mundiales de ayuda se enfrentaron a uno de los esfuerzos más difíciles. Más de tres millones de personas dependían de la ayuda humanitaria, en la que garantizar agua, comida o medicinas eran tareas fundamentales. De esta situación tan crítica, se confirmó una vez más la necesidad de sistemas de suministro de agua potable fáciles y versátiles para que puedan ser usados en momentos críticos, evitando enfermedades que pueden ser mortales y abasteciendo a aquellos en necesidad el acceso al agua, tanto para consumo directo como para cocinar.

El uso de las bombas de agua está muy extendido a nivel mundial, siendo aproximadamente un 20% de la energía que se consume mundialmente de acciones de bombeo. Estas bombas de agua pueden clasificarse como muestra la Figura 2.

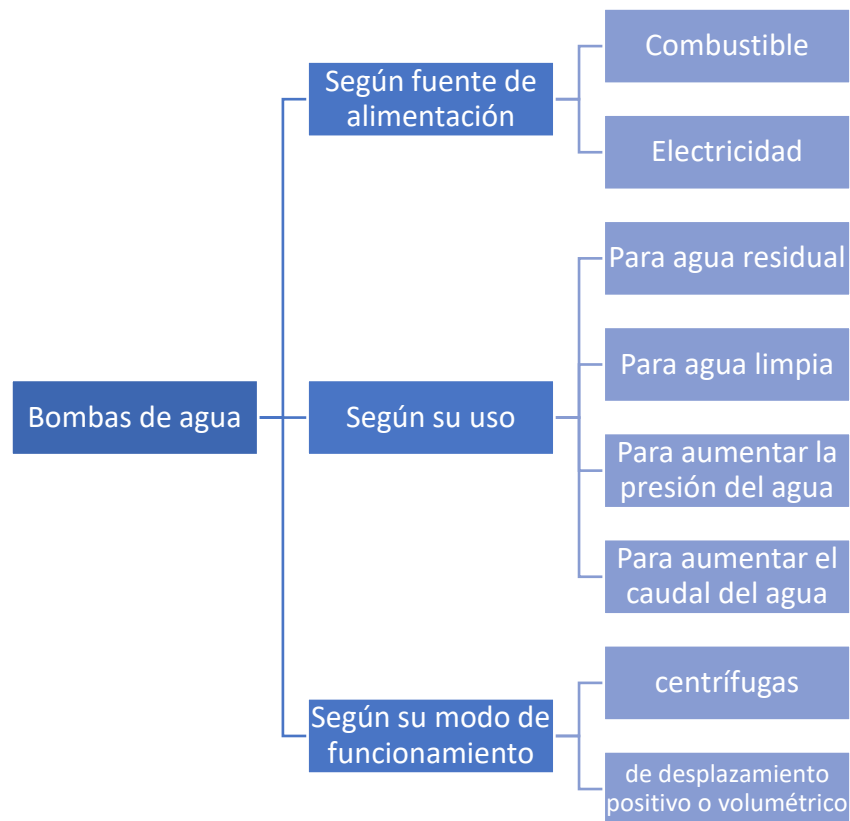


Figura 2: Clasificación de las bombas de agua

Tienen una gran variedad de aplicaciones residenciales, agrícolas, comerciales e industriales, llegando a usarse para extraer agua de un pozo, trasladar agua entre distintos niveles, regar zonas agrícolas o aumentar el caudal de agua, entre otras. En el caso concreto del trabajo su uso será para extraer agua de un río, mediante un sistema de captación sumergible.

2.1 Turbomáquinas

Las turbomáquinas son máquinas provistas principalmente de un rodete (rotor) por el que circula fluido de manera continua. Este fluido cambia su cantidad de movimiento por acción de la máquina, provocando así la transferencia de energía entre la máquina y el fluido. En la actualidad, algunos ejemplos de presencia de turbomáquinas son el reactor de un avión, la bomba de un lavavajillas o el ventilador del sistema de climatización de un edificio.

Las turbomáquinas se clasifican según tres criterios:

1. La **compresibilidad del fluido**

- Térmicas: Se aprecian cambios en la densidad del fluido durante el proceso de intercambio de energía
- Hidráulicas: La densidad del fluido se mantiene constante durante el proceso de intercambio de energía

2. El **sentido de intercambio de energía**

- Generadoras: Se comunica energía al fluido, de manera que ésta aumenta entre la entrada y la salida de la máquina (bombas, ventiladores)
- Motoras: El fluido cede energía a la máquina disminuyendo la suya durante su paso por ella. Producen potencia al expandir el fluido a una presión menor (turbinas)

3. La **dirección del flujo**

- Radial: La trayectoria del flujo que atraviesa la máquina está en un plano perpendicular al eje de rotación
- Diagonal: El flujo se mueve en todas las direcciones
- Axial: La trayectoria del flujo es paralela al eje de rotación

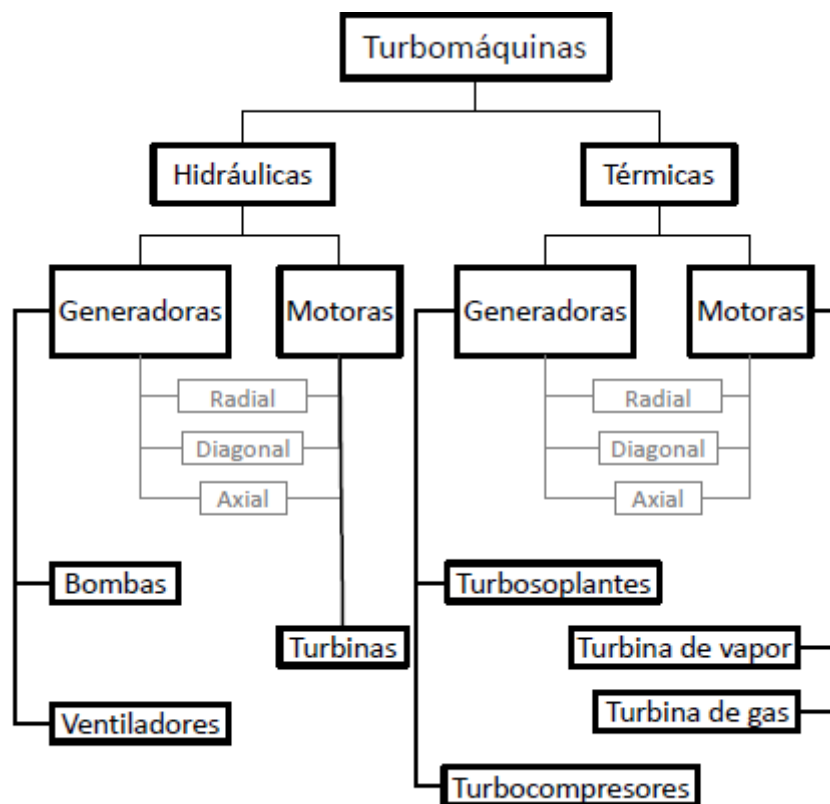


Figura 3: Clasificación de las turbomáquinas

Para el proyecto se diseñará una bomba que impulsará el agua desde un río hasta el sistema de almacenamiento o depósito. Una bomba es una turbomáquina hidráulica, es decir, el fluido mantiene su densidad en un valor constante durante el proceso de intercambio de energía. La bomba transformará la energía con la que es accionada en energía del fluido incompresible que la atraviesa. Como consecuencia, aumenta la presión, velocidad o altura de este fluido, parámetros que están relacionados entre sí según el principio de Bernoulli. Dicho principio describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una línea de corriente. Establece que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) que circula por un conducto cerrado, la energía que posee no varía durante su recorrido. La siguiente ecuación es la conocida como “Ecuación de Bernoulli”:

$$\frac{V^2}{2g} + \frac{P}{\rho g} + h = \text{constante}$$

Ecuación 1: Ecuación de Bernoulli

Esta fórmula se usa normalmente para comparar dos puntos entre sí, atendiendo al principio de:

$$\begin{aligned} & \text{Energía por unidad de volumen antes} \\ & = \text{Energía por unidad de volumen después} \end{aligned}$$

Para cumplir con esta ecuación se supone que se trata de un fluido incompresible (no varía la densidad), sin viscosidad y de caudal constante.

2.2 Bombas rotodinámicas

Una bomba rotodinámica es una máquina rotativa capaz de transformar energía impulsora en energía cinética del fluido. Así pues, la velocidad del fluido aumenta y puede ser transportado grandes distancias. En el ámbito del proyecto, esto es lo que se busca para poder desplazar el agua de un río a un depósito. Se pueden clasificar por:

- la posición del eje de rotación: horizontales, verticales o inclinados
- el diseño mecánico de la coraza: axialmente bipartidas o radialmente bipartidas
- la forma de succión: sencilla o doble

Además, las bombas pueden ser sumergibles o de funcionamiento en seco. Las sumergibles se colocan en el fluido que se quiere impulsar y son independientes de la presión externa a él, por lo que generan una fuerza de ascenso del fluido más alta que las

bombas en seco. Lo más importante en este tipo de bombas es que se encuentren dentro de una carcasa muy bien sellada para evitar cualquier infiltración del fluido que pueda comprometer su correcto funcionamiento. Asimismo, este tipo consume menos electricidad, son silenciosas y no tienen problemas de cavitación.

En cuanto a sus desventajas se trata de máquinas que, al estar sumergidas en líquido, acaban sufriendo corrosión. Repararlas es más complicado ya que hay que retirarlas del flujo en el que se encuentran sumergidas.

Las bombas en seco se utilizan para bombear caudales más voluminosos y agresivos, ya que el fluido no entra en contacto con el motor y éste no se ve afectado. Se emplea mayoritariamente para el impulso de fluidos químicos que puedan dañar los elementos de la bomba.

2.2.1 Elementos constructivos

La etapa de una bomba está formada por un estator y un rotor. El primero suele contar con una corona directriz, un difusor y una voluta o cámara espiral. El rotor rota con el eje de la máquina y se trata de una rueda con álabes.

- Corona directriz: se encarga de que el fluido tenga la velocidad necesaria para ser conducido hasta la entrada del rodete.
- Rodete: es el órgano intercambiador de energía que se produce a través de sus álabes.
- Difusor: está colocado en la salida del rodete y sirve de guía para conducir el fluido a la voluta. En él se recupera parte de la energía cinética transformándola en energía de presión.
- Voluta o cámara espiral: recupera la energía de presión y guía al fluido hasta la salida del difusor.

2.3 Curvas características de las bombas

Las curvas características de una bomba sirven para conocer su comportamiento, al relacionar el caudal con la altura efectiva o el rendimiento hidráulico. Estas vienen dadas por el fabricante de la bomba y se obtienen experimentalmente. A continuación, se detallan las curvas utilizadas.

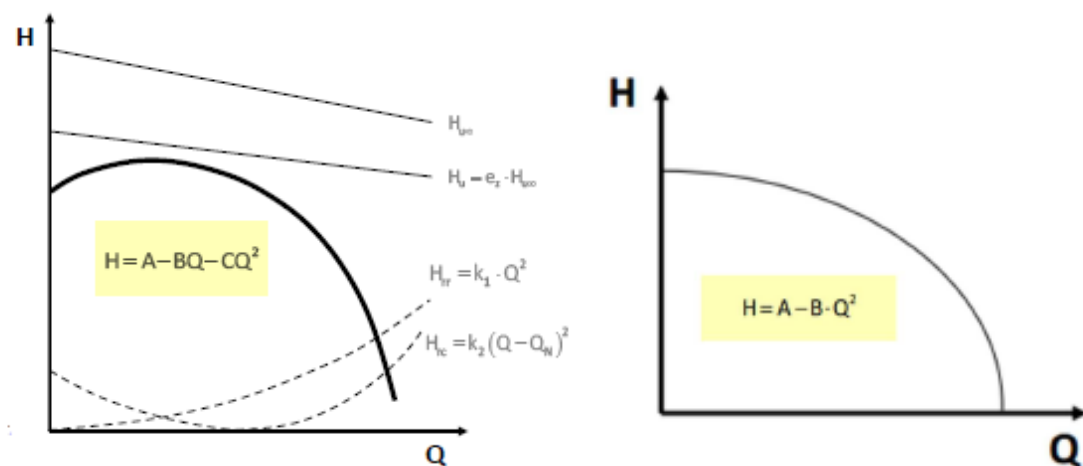
2.3.1 Curva H-Q

Se trata de la curva más importante de todas en la que las variables son el caudal Q y la altura H . Su ecuación es la siguiente:

$$H = A - BQ^2$$

Ecuación 2: Curva H-Q

en la que A y B son valores desconocidos que relacionan ambos parámetros y que se obtienen para una velocidad constante. Una vez conocidos se puede estudiar la bomba para distintas instalaciones y velocidades, además de estudiar bombas geoméricamente semejantes.



2.3.2 Curva $H_{\text{instalación}}$

En esta curva también relaciona caudal con altura, y viene dada por la siguiente ecuación:

$$H = C + DQ^2$$

Ecuación 3: Curva $H_{\text{instalación}}$

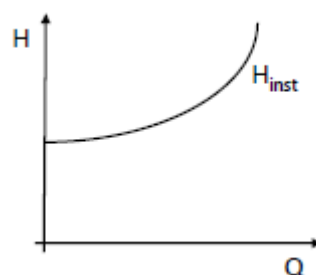


Figura 4: Curva $H_{\text{instalación}}$

Para obtener el punto de trabajo de la bomba, se juntan en un mismo gráfico la curva H - Q y la curva H_{inst} . El punto en el que ambas se cortan es el punto de funcionamiento.

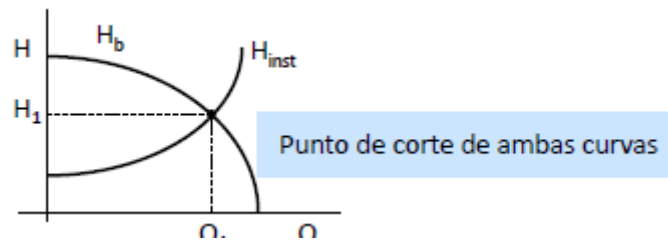


Figura 5: Punto de funcionamiento de una bomba

2.3.3 Curva η_t -Q

Para conocer el rendimiento de la bomba se hace uso de esta curva. La ecuación en la que se basa es la siguiente:

$$\eta_t = A Q - B Q^2$$

Ecuación 4: Curva η_t -Q

donde η_t es el rendimiento total de la bomba, Q el caudal y A y B dos parámetros desconocidos que se obtienen mediante la realización de ensayos. El punto máximo de esta curva es el punto óptimo de funcionamiento ya que el rendimiento obtenido es el mayor. Siempre se intenta trabajar en este punto, pero puede no alcanzarse según las características propias de la instalación.

2.4 Válvulas

Una válvula es un dispositivo mecánico que sirve para regular el flujo de fluidos. Así pues, cerrando parcial o completamente una tubería, se puede iniciar, detener o regular la circulación del fluido a través de ella. Existen válvulas de diversos tipos y cada una cumple una función distinta. A continuación, se detallan las más comunes:

Válvulas de presión: Limitan la presión máxima de un circuito hidráulico. Protegen las bombas de sobrecargas y absorben los picos de presión. Según su uso, pueden ser:

- Válvula de seguridad para proteger de presiones elevadas al circuito
- Válvula de contrapresión para vencer la presión formada por la inercia de grandes volúmenes de masas en movimiento
- Válvula de freno para evitar que al cerrarse una válvula de manera repentina aparezcan picos de presión
- Válvula de descarga para situaciones críticas en las que se debe ajustar el caudal
- Válvula de secuencia por la que circula aceite para pilotar otro elemento hidráulico

- Válvula antirretorno por la que el fluido solo puede circular en un sentido, bloqueando su paso en el contrario
- Válvula de compuerta para detener completamente el paso del fluido por la tubería

Válvulas reductoras de presión: Disminuyen la presión del fluido entre la entrada y la salida

Válvulas reguladoras de caudal: Regulan y controlan el caudal que circula por las tuberías.

Válvulas distribuidoras: Dirigen el flujo según sea conveniente. Permiten controlar la dirección del fluido modificando su movimiento.

2.5 Pérdidas

Todas las pérdidas en la bomba se pueden clasificar en tres grupos: pérdidas hidráulicas, pérdidas volumétricas y pérdidas mecánicas.

- **Pérdidas hidráulicas:** son las que disminuyen la energía específica útil que comunica la bomba al fluido. Como consecuencia, se pierde altura útil. Son de dos clases, pérdidas de superficie y pérdidas de forma. Se deben al rozamiento del fluido con las paredes de la bomba. Se originan en el rodete, en la corona directriz, en la caja espiral y desde la salida de esta hasta la salida de la bomba.
- **Pérdidas volumétricas:** también son conocidas como pérdidas intersticiales y son pérdidas de caudal. Se dividen en dos clases, pérdidas interiores y pérdidas exteriores. Las interiores son las más graves ya que disminuyen notablemente el rendimiento volumétrico de las bombas. Producen un desvío del caudal del trayecto que debería seguir. El flujo, debido a cambios de presiones como los que aparecen a la salida del ventilador o la bomba, retrocede por el conducto hasta el rodete para volver a ser impulsado. Es el conocido como caudal de cortocircuito y absorbe energía del rodete. Se pueden evitar con el uso de cierres laberínticos. Las exteriores se producen cuando el fluido es salpicado fuera de la carcasa de la bomba, al escaparse por el juego entre la carcasa y el eje. Se pueden reducir utilizando cierres mecánicos.
- **Pérdidas mecánicas:** son las pérdidas debidas al rozamiento entre el eje y el prensaestopas de la máquina, entre el eje con los cojinetes, al rozamiento de disco

y al accionamiento de elementos auxiliares. Estas pérdidas aparecen en todas las máquinas.

2.6 Revisión de métodos de potabilización usados en catástrofes

Hoy en día, la mayoría de los países que sufren desastres naturales no tiene la capacidad de hacerles frente, por lo que precisan de ayuda de otros países o de organizaciones no gubernamentales. En el caso de la ayuda para el abastecimiento de agua potable, uno de los ejemplos más representativos es la Unidad Respuesta Emergencia para Agua y Saneamiento de la Cruz Roja. Esta unidad se encarga de proporcionar módulos transportables que potabilizan, almacenan y distribuyen agua.

De entre todos los métodos que permiten la potabilización rápida del agua y que más se usan en estas situaciones, destacan los siguientes:

- Filtros de agua domiciliarios: Estos filtros proporcionan agua libre de sólidos ya que estos se filtran. Son de uso sencillo pero la cantidad de agua tratada es muy pequeña. Además, satisface la necesidad de beber, pero no las necesidades higiénicas. Puede usarse para abastecer a una familia, pero no a un poblado entero.



Figura 6: Filtro de agua domiciliario

- Contenedores de agua: Estos se utilizan para transportar y almacenar agua fácilmente. Están diseñados para que sean fáciles de manejar, ligeros y transportables dentro de vehículos. Su tamaño es reducido y por lo tanto la capacidad también lo es. Se usan por usuarios particulares que almacenan su propia agua potable. No sirven para abastecer a poblaciones enteras.



Figura 7: Contenedor pequeño de agua

- Camión cisterna: Estos camiones se utilizan para distribuir agua potable que se encuentra en sus cisternas. Transportan el agua potabilizada a poblados que no tienen acceso a la misma. Sus desventajas son que debe estar lo más cerca posible de la fuente de agua potable para proveer de agua rápidamente. Además, necesitan mucha revisión para asegurar que el agua que proporcionan no se ha visto afectada por suciedad que pueda encontrarse en el interior de la cisterna.



Figura 8: Camión cisterna

- Pajitas purificadoras: Se tratan de pajitas con las que se succiona el agua directamente de una fuente de agua bruta, y esta pasa por unos filtros de yodo y carbón activo que aseguran su potabilización prácticamente al 100%. Son muy fáciles de transportar debido a su reducido tamaño y peso. Son de uso individual y su precio no es bajo en relación con su vida útil, que es de 700 litros aproximadamente. Su principal desventaja es que para ser usada se necesita

contacto directo con la fuente de agua, por lo que hay que introducirse en la masa de agua, exponiéndose al contacto con vectores que pueden provocar enfermedades.



Figura 9: Pajitas purificadoras de agua

3. Diseño de la planta

A continuación, se muestran detallados los requerimientos y las limitaciones que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar y garantizar el funcionamiento de la planta de agua potabilizadora. El agua destinada al consumo directo será potabilizada con el uso de tratamientos químicos y físicos. Así pues, las distintas fases que formarán la planta son la coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

El diseño de la planta deberá ser compacto y de dimensiones pequeñas. La planta deberá estar en su conjunto dentro de una estructura rígida para poder transportarla con facilidad.

3.1 Requerimientos del diseño

Durante la etapa de diseño de la planta hay que tener en cuenta los distintos parámetros y fases de las que se va a componer, para que se ajuste de la mejor forma posible a los requisitos.

Localización

Como se ha mencionado anteriormente en la introducción del documento, el proyecto se desarrollará para abastecer poblaciones que se queden aisladas del acceso a agua potable en situaciones de emergencias. Es por ello que la localización no se puede concretar, sino que esta se verá condicionada por el resto de los parámetros de la instalación, como la capacidad del suministro o la cercanía a una fuente de agua de un río.

Capacidad

La bomba por diseñar debe ser capaz de suministrar agua potable a poblaciones o campamentos de refugio pequeños. Teniendo en cuenta que la cantidad mínima requerida por una persona en un día es de 15 litros, se diseñará la planta para abastecer a 3.000 personas. En el caso de campamentos en los que no se superen las 400 personas, se podrá por tanto suministrar 120 litros diarios por persona, cantidad que permitiría su uso para consumo directo, lavado e higiene de los alimentos.

El caudal total será por tanto de 50.000 litros/día.

Funcionamiento

La principal ventaja de la planta potabilizadora portátil es su uso independiente del acceso a energía eléctrica. En los desastres naturales, el abastecimiento de energía se ve afectado en la mayoría de los casos, por lo que la planta deberá tener un generador eléctrico incorporado.

La planta deberá funcionar durante todo el día, y su control se hará desde un panel de control de fácil uso.

Fuente de agua

En el caso de las plantas portátiles, se debe seleccionar como fuente de agua preferentemente ríos de los que se conozca información sobre su calidad de agua. Esto implica que se sepa que no existen contaminantes que no puedan ser eliminados con las fases de potabilización. Si no se pueden conocer de antemano las condiciones del agua que se va a impulsar, conviene realizar pruebas de potabilización del agua a la salida de la potabilizadora antes de distribuirla.

Tuberías

Las tuberías conectarán los distintos equipos de la instalación, y servirán como conductoras del agua. Se deberá seleccionar el material y diámetro más adecuado. La longitud de las mismas será el mayor posible para asegurar que la planta se pueda adaptar a cada situación sin demasiada limitación de distancias.

Válvulas

A lo largo del sistema de tuberías deberá estudiarse la necesidad de válvulas que regulen el flujo, como válvulas antirretorno o de cierre. Así se asegurará que el fluido lleva el

sentido correcto. Algunas de estas válvulas pueden ir ya acopladas a la bomba que es elija.

Accesorios de la red

Hay que considerar el uso de accesorios para la correcta conducción del agua, como reductores, que sirvan de unión entre diferentes tramos de la red de tuberías.

Potabilizadora

La potabilizadora deberá ser capaz de eliminar todas las posibles partículas que se encuentren en el agua y garantizar una potabilización absoluta. Las distintas etapas que se escojan deberán ser lo más compactas posibles para garantizar que el tamaño total de la planta no sea excesivo.

Almacenamiento

El agua potabilizada por la planta se almacena en un tanque desde el cual será distribuida. Este tanque debe ser sencillo de transportar, montar, desmontar y limpiar.

Transporte

El peso total de la planta debe ser suficientemente ligero como para poder ser transportada por un vehículo pequeño con rapidez. Así pues, también es importante su tamaño ya que estará pensada para ser remolcada fácilmente por cualquier automóvil.

Mantenimiento

La planta se utilizará en casos de emergencia hasta que se pueda restablecer el abastecimiento cotidiano del agua. Su mantenimiento, por tanto, dependerá en cada caso de factores como la turbidez del agua o cambios en el caudal y presión de esta.

3.2 Parámetros de la instalación

Para cumplir con los requerimientos de la instalación, se calculan todos los parámetros de la planta. A partir de ellos se seleccionan los equipos que compondrán el conjunto del sistema. Este proceso está detallado en la Parte II: Cálculos. A continuación, se muestra la función de cada uno de los grupos que forman parte de la instalación.

3.2.1 Bomba

A partir del caudal, 45 m³/día, y de la función que debe cubrir la bomba, se debe escoger una bomba sumergible, ya que son de menor coste y se adaptan a las condiciones del proyecto. Para la elección de esta se utiliza el software Absel proporcionado por la empresa Sulzer, fabricante de bombas de agua. Este software muestra una lista de bombas

candidatas a ser empleadas en las condiciones que se le especifican. De ellas, se seleccionará la más adecuada.

Se selecciona la bomba JS 12 W/WKS del fabricante Sulzer. Esta bomba es capaz de tratar todo el caudal que se ha especificado anteriormente y, además, es un equipo muy ligero y fácil de poner en marcha.

Bomba JS 12 W/WKS	
Peso (kg)	20
Altura de la bomba (mm)	600
Potencia (kW)	0,45
η (%)	16,65

Tabla 3: Características de la bomba seleccionada JS 12 W/WKS



Figura 10: Bomba modelo JS 12 W/WKS

La bomba seleccionada JS 12 consume muy poca potencia y es económica. Su motor está protegido al contar con sondas térmicas incorporadas en el bobinado del estator. El impulsor es de tipo vortex con paso libre, que permite junto con la voluta el bombeo de agua con sólidos en suspensión. Su coste total se indica a continuación en la Tabla 4.

Modelo	Precio (€/u)	Cantidad	Total (€)
JS 12 W/WKS	1.200	1	1.200

Tabla 4: Precio de la bomba seleccionada JS 12 W/WKS

3.2.2 Almacenamiento

Para el almacenamiento del agua potabilizada y preparada para ser distribuida, se utilizará una cisterna flexible. Este tipo de depósitos son muy rápidos de montar y fáciles de transportar. No requieren ningún tipo de obra civil y permiten que el agua pueda ser distribuida directamente desde él o transportarlo en vehículo a algún otro lugar.

Se selecciona un depósito de la empresa FICOSA, cuyas características se muestran en la Tabla 5.

Cisterna flexible	
Modelo	GAC050
Peso en vacío (kg)	142
Volumen (m ³)	50
Dimensiones en vacío (m)	10,70 x 5,12
Altura máxima (m)	1,30

Tabla 5: Características de la cisterna flexible elegida de FICOSA

Su capacidad es la suficiente para cubrir el agua que se quiere potabilizar por día. Además, es de un tejido totalmente reciclable y de alta resistencia al desgarre. Su coste total se muestra en la Tabla 6.

Modelo	Precio (€/u)	Cantidad	Total (€)
GAC050	2.000	1	2.000

Tabla 6: Precio de la cisterna flexible seleccionada de FICOSA

3.2.3 Potabilizadora

El agua tratada de la fuente, en este caso un río, deberá ser tratada hasta ajustarla a las condiciones de potabilidad para el consumo humano. Dado que no se conocen de antemano las condiciones del agua que va a servir como fuente a la bomba, se debe escoger una potabilizadora que cuente con unas etapas de potabilización variadas para asegurar la versatilidad de la planta.

La potabilizadora será compacta, con distintas fases de potabilización ya fabricadas en un mismo módulo. Esto, aparte de ahorrar espacio, es más barato que diseñar y fabricar por separado las distintas fases, y más fácil de asegurar su mantenimiento. Se fabrican para trabajar con caudales de agua pequeños pero suficientes para el caudal de diseño del trabajo.

Se escoge la potabilizadora IMA-P50 de la empresa IMEDAGUA. Esta potabilizadora cuenta con varias fases de filtración del agua por anillar, multicapa y carbón activo. Además, tiene un decantador y sistema de desinfección. Se escoge la opción de panel solar que permitirá su funcionamiento autónomo de la red eléctrica en lugares en los que se pueda aprovechar la energía solar.

Potabilizadora IMA-P50	
Peso (kg)	420
Dimensiones (m)	2,3 x 2,5 x 6
Caudal máximo (m ³ /d)	50
Energía solar	SI

Tabla 7: Características de la potabilizadora seleccionada IMA-P50



Figura 11: Potabilizadora IMEDAGUA

A continuación, en la Tabla 8 se presenta el coste total del equipo.

Modelo	Precio (€/u)	Cantidad	Total (€)
IMA-P50	10.555	1	10.555

Tabla 8: Precio de la potabilizadora seleccionada IMA-P50

3.2.4 Tuberías

Las tuberías que se seleccionan para el diseño no tienen una longitud fija, ya que las distancias de cada tramo dependerán de su posición específica según la situación. De todas formas, se intenta que hay suficiente margen para que el sistema se pueda ajustar a distintas disposiciones. Se deben seleccionar tuberías de polietileno por las que se transportará el agua entre las distintas fases de la planta. Este material presenta numerosas ventajas:

- Durabilidad: vida útil de más de 50 años

- Atoxicidad: muy apto para el transporte de agua potable al no contener ningún elemento tóxico que pueda comprometer la seguridad del agua. Además, no aporta olor o sabor.
- Ligeras
- Resistencia: son muy resistentes a la corrosión, lo cual las hace muy idóneas para su uso a la intemperie
- Flexibilidad
- Baja pérdida de carga
- Grandes longitudes
- Instalación simple

Además, su formato será en rollos que facilita su transporte y corresponden a tuberías más flexibles y fáciles de adaptar al terreno y disposición.

Hay dos tramos que se deben unir con tuberías. El tramo entre la bomba y la potabilizadora, y el tramo entre la potabilizadora y el tanque de almacenamiento. A partir del caudal y de las condiciones de los equipos, se escogen tuberías del grupo Masa. Siempre se debe comprobar que la velocidad del caudal no sea ni muy pequeña ni muy grande según el rango especificado por la Guía Técnica de Agua Caliente Sanitaria Central.

A continuación, en la Tabla 9, se especifican las tuberías elegidas para cada tramo.

	Tramo bomba-potabilizadora	Tramo potabilizadora-depósito
Material	PE40	PE80
Diam. Ext.	32 mm	25 mm
Espesor	3 mm	2 mm
Tensión máx.	6 bar	10 bar
Longitud	100 metros (rollo)	25 metros (rollo)

Tabla 9: Características de las tuberías seleccionadas

Los dos tramos de tuberías podrán ajustarse según la longitud necesaria, ya que son fáciles de cortar. El formato de ambas tuberías es en rollo, más fácil de transportar. En cuanto al precio, en la Tabla 10 se muestra el coste total de las tuberías.

Modelo	Precio (€/ml)	Longitud (m)	Total (€)
PE40	1,10	100	110
PE80	0,48	25	12

Tabla 10: Precio de las tuberías seleccionadas

3.2.5 Accesorios

Para asegurar una correcta conexión entre los equipos y las tuberías se seleccionan accesorios para las uniones. A continuación, se indican los que se han elegido para la instalación.

Reductor

Para el tramo bomba-potabilizadora, hace falta un reductor a la salida de la bomba. Este reductor es necesario para cubrir la diferencia entre el diámetro de la salida de la bomba y el diámetro de la tubería que se conecta a ella. La bomba tiene un diámetro de salida de 2'' mientras que la tubería seleccionada es de 1 ¼''. El reductor seleccionado, del catálogo GF Piping Systems, se adecúa a ambos diámetros, siendo sus características las mostradas en la Tabla 11.

Reductor 2'' 1 ¼''	
Peso (kg)	0,127
Dimensiones (mm)	45 x 65 x 65
Presión nominal (bar)	10

Tabla 11: Características del reductor seleccionado



Figura 12: Reductor de rosca PVC-U

Se trata de un reductor de PVC, con rosca cónica hembra y rosca paralela hembra. Cumple con las normas ISO, BS, ASTM y JIS y es totalmente resistente a la corrosión. En la Tabla 12 se muestra el precio del reductor seleccionado.

Modelo	Precio (€/u)	Cantidad	Total (€)
2'' 1 1/4 ''	22	1	22

Tabla 12: Precio del reductor seleccionado

Boquilla de llenado

La conexión entre la cisterna flexible que sirve como almacenamiento y la tubería se hace mediante una boquilla conecta a la cisterna. Esta boquilla debe coincidir con el diámetro de la tubería de 25 mm. Por lo tanto, se selecciona una boquilla DN25 que se instala directamente sobre el depósito y no necesita de más elementos para su conexión con la tubería. En la Tabla 13 se indica el coste de este accesorio, obtenido de Materiales Riegos.

Modelo	Precio (€/u)	Cantidad	Total (€)
DN25	35	1	35

Tabla 13: Precio del reductor seleccionado

Válvulas

Otro de los accesorios necesarios para asegurar la correcta circulación del agua a raves del sistema son las válvulas. Estas sirven como reguladores de la cantidad de caudal y del sentido del mismo. La zona de impulsión de la bomba debe contar con una válvula de cierre, de mariposa en este caso, que permite interrumpir o regular el fluido del conducto, aumentando o reduciendo la sección de paso mediante una placa, denominada 'mariposa'.

Esta válvula se coloca en el interior de la tubería, la pérdida de carga cuando están totalmente abiertas es muy baja y tiene las siguientes ventajas:

- Excelente resistencia mecánica
- Cambio de la junta de estanquidad sin necesidad de desmontar la válvula de la tubería
- Línea de estanquidad continua
- Reducción de la pérdida de carga en posición abierta
- Reducción del par de maniobra
- Reducción del rozamiento entre el asiento y la junta

La válvula seleccionada es de 32 mm de diámetro, como el de la tubería donde irá colocada, del fabricante AVK. Sus características se muestran en la Tabla 14.

Válvula de mariposa	
Peso (kg)	1
Diámetro nominal (mm)	32
Presión nominal (bar)	16

Tabla 14: Características de la válvula de mariposa seleccionada de AVK

A continuación, en la Tabla 15, se indica el precio total de la válvula.

Modelo	Precio (€/u)	Cantidad	Total (€)
DN32	70	1	70

Tabla 15: Precio de la válvula de mariposa seleccionada de AVK

3.2.6 Generador eléctrico

Para asegurar un funcionamiento independiente del acceso a electricidad, se selecciona un generador eléctrico capaz de abastecer a la planta. En situaciones de emergencia es normal que se pierda el abastecimiento de electricidad por lo que el sistema deberá funcionar con otra alternativa. En este caso, se selecciona un generador que alimenta al motor de la bomba según sus especificaciones técnicas. Así pues, se utilizará un generador diésel de Champion Generators. En la Tabla 16 se muestran las características del modelo seleccionado.

Generador eléctrico	
Frecuencia (Hz)	50
Potencia (kVA)	1,7
Tensión (V)	230
Velocidad (rpm)	3000
Peso (kg)	53
Dimensiones (mm)	575 x 400 x 500

Tabla 16: Características del generador eléctrico diésel seleccionado Champion Generator

Su capacidad servirá para alimentar la bomba e incluso algún otro aparato que necesite de electricidad para funcionar. A continuación, en la Tabla 17 se muestra su coste total.

Modelo	Precio (€/u)	Cantidad	Total (€)
KT2000LH	547,01	1	547,01

Tabla 17: Precio del generador eléctrico diésel seleccionado Champion Generator

3.2.7 Depósito de combustible

Se hará uso de un depósito de combustible para alimentar el motor en el caso de que el acceso normal a un repostaje no sea posible, o implique mucha pérdida de tiempo. Este depósito deberá ser lo más compacto posible y de capacidad suficiente para llenar varias veces el tanque.

Se selecciona el depósito Emilcaddy 55 del catálogo de la empresa Depósitos de Gasoil. Sus características se muestran en la Tabla 18.

Depósito de combustible	
Modelo	Emilcaddy 55
Peso en vacío (kg)	9
Volumen (l)	55
Dimensiones (mm)	460 x 360 x 900

Tabla 18: Características del depósito de combustible seleccionado Emilcaddy 55



Figura 13: Depósito de combustible Emilcaddy 55

Este modelo es fácil de transportar, y su capacidad supera más de siete veces la del motor, por lo que servirá para llenarlo 7 veces. Su precio se indica en la Tabla 19.

Modelo	Precio (€/u)	Cantidad	Total (€)
Emilcaddy 55	202	1	202

Tabla 19: Precio del depósito de combustible seleccionado Emilcaddy 55

3.2.8 Contenedor

Todos los equipos seleccionados deberán ir en un contenedor de dimensiones suficientes para su transporte. En este caso, teniendo en cuenta el tamaño de cada uno de ellos, se deberá encargar un contenedor de dimensiones mostradas en la Tabla 20.

Contenedor	
Ancho (m)	3,8
Largura (m)	5,2
Altura (m)	2,2

Tabla 20: Características del contenedor a fabricar

El precio total del contenedor se muestra en la Tabla 21.

Modelo	Precio (€/u)	Cantidad	Total (€)
3,8 x 5,2 x 2,2	2.050	1	2.050

Tabla 21: Precio del contenedor a fabricar

4. Operación y mantenimiento

A continuación, se detalla el funcionamiento de la planta y el mantenimiento para asegurar que se hace un uso correcto de esta.

4.1 Revisión

Se deben realizar una serie de comprobaciones antes de operar con la planta. Estas son:

- Comprobar que el nivel de agua del río es el suficiente para abastecer de forma continua la planta
- Controlar que las válvulas se encuentran en la posición adecuada
- Verificar que el generador eléctrico se encuentra en condiciones adecuadas y cargado de combustible
- Comprobar que el tanque de almacenamiento se encuentra correctamente colocado sobre una superficie plana y a una altura no mayor de 5 metros sobre la bomba

4.2 Funcionamiento

La bomba se instala dentro de la fuente de agua, un río, y se conecta con una tubería a la potabilizadora que se encuentra sobre el terreno lo más próxima a la orilla posible. La potabilizadora se conecta a su salida a otra tubería que conducirá el agua tratada al

depósito. La bomba funcionará impulsando el agua del río de manera continua a través de la tubería. Esta agua pasa a la potabilizadora, donde se filtra con el uso de filtros y decantación y se le aplica desinfectante. De esta forma, el agua queda totalmente apta para el consumo humano. A la salida de la potabilizadora, esta tiene una pequeña bomba que ayudará a impulsar el agua potabilizada al depósito.

La cisterna flexible que actúa como depósito de agua potable, tiene una capacidad de 50 m³, lo cual servirá para almacenar un poco más del total de agua que se bombea en un día. Este depósito podrá transportarse directamente o usarse como fuente de distribución, conectando una red de tuberías o grifos para su uso directo.

En cuanto al funcionamiento eléctrico, se debe encender el generador eléctrico y dejar que se estabilice, calentándose durante unos minutos. Este generador debe estar colocado sobre una superficie plana. Cuenta con un sensor de nivel de aceite que impedirá que funcione si se encuentra por debajo del umbral. Una vez puesto en marcha, la bomba que es autosebante empieza a funcionar.

4.3 Control

Al tratarse de una planta que trabajará en situaciones de emergencia, se tiene en cuenta que no se pueden realizar controles demasiado exhaustivos ya que requieren mucho tiempo. De todas formas, se debe garantizar la seguridad del agua y, por tanto, el operador encargado deberá:

- Diariamente verificar que la bomba esté funcionando correctamente
- Dos veces al día llevar a cabo una inspección visual del agua que sale de la instalación. Esta debe ser cristalina y sin olor.
- Medir una vez al día que el nivel de cloro y pH se encuentre dentro del rango aceptable.
- Contar con ototolidina y fenol requeridos para la comprobación de pH y cloro en el agua

4.3.1 Medida de cloro y pH

Para medir los niveles de cloro y pH del agua, se debe hacer uso de dos probetas y de ototolidina y fenol. Cada una de las probetas deberá llenarse con el agua que se quiere analizar. Con 5 ml de muestra por probeta es suficiente. Una vez llenas, se agregan 5

gotas de ototolidina en una de ellas y otras 5 gotas de rojo de fenol en la otra. Se agitan ambas y se comparan con sus respectivos colores.

El valor para el pH debe estar entre 6,8 y 7,8. El del cloro entre 0,3 y 1,5 mg/l.

4.4 Mantenimiento

Lo primero a tener en cuenta cuando se va a hacer un chequeo de la planta es comprobar que el generador eléctrico está desconectado. Es importante mantener la planta limpia para evitar acumulaciones de sólidos en filtros, corrosión y otros desperfectos que pueden provocar fallos en el funcionamiento.

La planta es de uso eventual ya que sirve para situaciones de emergencia que se puedan dar muy esporádicamente. Es por ello que durante todo el tiempo en el que se encuentra fuera de uso, se debe mantener limpia y seca, evitando el contacto con contaminantes que puedan causar corrosión.

El motor debe tener siempre aceite. Este se puede cambiar cuando el motor esté tibio. Además, conviene arrancarlo por lo menos una vez al mes si está almacenado porque no se requiere su uso. Una vez arrancado debe estarlo durante aproximadamente 20 minutos. Al igual que el resto de la planta, debe estar ubicado durante su almacenamiento en un lugar limpio. Durante su operación, se debe colocar sobre una superficie plana y siempre conviene que esté poco expuesto a humedad o condiciones extremas de suciedad y polvo.

Además, para prolongar la vida útil del generador y de los dispositivos conectados a él, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Arrancar el generador sin ninguna carga eléctrica conectada
2. Dejarlo en funcionamiento hasta que se estabilice tras unos minutos
3. Enchufar preferiblemente el equipo de mayor carga y encenderlo.
4. Dejar que el motor se estabilice
5. Enchufar el segundo equipo carga más grande
6. Dejar que el motor se estabilice
7. Repetir los dos pasos anteriores para cada nuevo equipo que se deba conectar

4.5 Recomendaciones

Durante el uso de la planta, esta deberá estar colocada lo más próxima posible al río, en una zona nivelada. Todo operador que vaya a hacerse cargo de ella deberá conocer el

funcionamiento. Para ello, es recomendable crear un manual de uso a partir de este trabajo en el que se explique de forma clara y sencilla los puntos a tener en cuenta durante su utilización.

Siempre que se intuya la posibilidad de que el agua con el que se va a trabajar pueda estar contaminada con metales pesados de los que la planta potabilizadora no vaya a poder deshacerse, se debe llevar a cabo un análisis químico profundo al agua. Así se comprobará si la fuente es apta para la planta o se debe buscar otra. Es vital que el agua potable esté garantizada en todo momento a la salida del sistema.

5. Conclusiones

Una vez concluido el diseño completo de la planta, incluyendo el presupuesto, se concluye que se ajusta a lo establecido inicialmente. Aunque el objetivo del proyecto no es el lucro económico, analizando el presupuesto se observa que el precio de producción del agua es de 0,825 euros por metro cúbico, lo cual se considera relativamente bajo y un precio fijo de 27.827,01 euros.

Además, el sistema completo es apto para su transporte, al ser compacto y de dimensiones justas. Esto hace que se pueda cumplir con el requisito básico del trabajo en el que es muy importante la movilización fácil de la planta.

Las dimensiones finales del contenedor son 3,8 x 5,2 x 2,2, y el peso de todos los equipos es de 648 kg. La planta es totalmente independiente del abastecimiento de electricidad ya que cuenta con un generador eléctrico.

Se ha conseguido cumplir con el objetivo inicial de diseñar una planta completa portátil, que se podrá transportar por barco a cualquier país que lo necesite, ya sea colaborando con ONGs o con los gobiernos.

Parte II CÁLCULOS

Índice de los cálculos

1.	Cálculos y selección	46
1.1	Caudal	46
1.2	Almacenamiento	47
1.3	Altura del depósito	50
1.4	Selección de la bomba	51
1.5	Potabilizadora	55
1.5.1	Primera opción.....	55
1.5.2	Segunda opción	56
1.5.3	Selección de la potabilizadora	57
1.6	Selección de las tuberías	58
1.6.1	Tramo bomba-potabilizadora	59
1.6.2	Tramo potabilizadora-depósito.....	61
1.7	Selección de accesorios	62
1.7.1	Reductor	62
1.7.2	Boquilla de llenado.....	64
1.7.3	Válvulas.....	64
1.8	Generador eléctrico.....	66
1.9	Depósito de combustible.....	68
1.10	Contenedor	69
1.10.1	Resumen peso y dimensiones	69
1.10.2	Convenio TIR	70
1.10.3	Selección del contenedor	70

Índice de tablas

Tabla 1: Nivel de servicio de agua potable según el acceso. (Fuente: OMS)	46
Tabla 2: Modelos de cisternas (Fuente: FICOSA Internacional)	49
Tabla 3: Datos del agua a impulsar por la bomba	51
Tabla 4: Datos de trabajo de la bomba	51
Tabla 5: Bombas modelo JS	52
Tabla 6: Bombas modelo IP	52
Tabla 7: Bombas modelo AS.....	53
Tabla 8: Modelos de bombas marca Sulzer.....	53
Tabla 9: Datos de la bomba JS 12 W/WKS.....	54
Tabla 10: Modelos disponibles de potabilizadoras IMEDAGUA.....	56
Tabla 11: Dimensionado de tuberías (Fuente: ACS).....	59
Tabla 12: Diámetros máximos y mínimos para tuberías	59
Tabla 13: Modelos de tuberías grupo Masa	60
Tabla 14: Diámetros de tubería PN6 / SDR 11	61
Tabla 15: Diámetros de tubería PN10 / SDR 13,6	62
Tabla 16: Modelos de reductores (Fuente: GF Piping Systems).....	63
Tabla 17: Modelos de válvulas de compuerta (Fuente: AVK).....	64
Tabla 18: Modelos de válvulas de mariposa (Fuente: AVK)	65
Tabla 19: Especificaciones del motor de la bomba	66
Tabla 20: Modelos de generadores eléctricos (Fuente: Champion Generators).....	67
Tabla 21: Modelos de depósitos de combustible.....	69
Tabla 22: Dimensiones netas y peso de los equipos seleccionados	69
Tabla 23: Dimensiones durante el transporte de los equipos seleccionados	70

Índice de figuras

Figura 1: Colocación del bladder	48
Figura 2: Cisterna Technoflex	50
Figura 3: Curva característica de la bomba	54
Figura 4: Potabilizadora PPMA.....	55
Figura 5: Potabilizadora IMA-P50	57
Figura 6: Rollo de tubería MASA PE40.....	60
Figura 7: Válvula de mariposa.....	66
Figura 8: Generador eléctrico diésel.....	68
Figura 9: Plano de la disposición de los equipos en el contenedor	71
Figura 10: Contenedor	71

1. Cálculos y selección

Las variables de bombeo de la instalación son el caudal y la altura efectiva de la bomba. Con estos dos parámetros se puede efectuar la selección de la bomba.

1.1 Caudal

Dado que la instalación de bombeo diseñada no está destinada para un lugar en concreto del que se conozcan el número exacto de habitantes, se tomará como referencia los parámetros establecidos por la OMS. La escasez de agua es uno de los desafíos más importantes relacionados con las catástrofes naturales, por lo que se han establecido unos indicadores para la cantidad de agua necesaria por habitante al día según las necesidades que se quieran cubrir.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que la cantidad media óptima para el consumo doméstico humano es de 100 litros por persona al día. Esta cantidad permite abastecer las necesidades de cada habitante de beber agua, cocinar, higiene personal y limpieza del hogar. Esta medida no tiene en cuenta el agua necesaria para la agricultura, ganadería, industria u otros servicios. Esta dosis varía según los requisitos del servicio de agua. De esta forma, tal y como se muestra en la Tabla 1, la cantidad de agua que se usa determinará las necesidades que se pueden atender.

Nivel de servicio	Medición del acceso	Necesidades atendidas
Sin acceso. Cantidad recolectada menor a 5 l/persona al día.	Más de 1000 metros de distancia o 30 minutos de tiempo de recolección.	Consumo. No se garantiza higiene.
Acceso básico. Cantidad no superior a 20 l/persona al día.	Entre 100 y 1000 metros o de 5 a 20 minutos	Consumo, lavado de manos e higiene básica de la alimentación.
Acceso intermedio. Cantidad promedio de 50 l/persona al día.	Agua abastecida a través de un grifo público.	Consumo, higiene básica personal y de los alimentos asegurada, lavandería y baño.
Acceso óptimo. Cantidad promedio de 100 l/persona al día o más.	Agua abastecida de forma continua a través de varios grifos.	Consumo que atiende todas las necesidades.

Tabla 1: Nivel de servicio de agua potable según el acceso. (Fuente: OMS)

Como la bomba portátil busca cubrir las necesidades más básicas que permitan garantizar el acceso al agua mínimo, se supondrá que se abastecen 15 litros por persona al día. De esta forma, se da acceso al consumo, lavado de manos e higiene básica de la alimentación. Por tanto, el caudal que deberá impulsar la bomba será de:

$$Q = 15 \frac{l}{\text{persona} * \text{día}} * 3000 \text{ personas} * \frac{1 \text{ día}}{24 * 60 * 60 \text{ s}} = 0.52 \text{ l/s}$$

Impulsando este caudal y sabiendo que la cantidad de personas es una variable que dependerá de donde sea necesaria instalar la bomba portátil, se ha tenido en cuenta que se provisionará de acceso al agua a 3.000 personas con 15 litros al día, que es una cantidad mínima. Aunque esta medida es muy pequeña, al tratarse de una planta usada en casos de emergencia, es una cantidad razonable que permite que los afectados accedan al agua sin peligro de contaminarse y dando por hecho que su uso es durante un periodo corto de tiempo, hasta que se puedan restablecerse los métodos de abastecimiento normales. La bomba por tanto proporcionará 45.000 litros al día totales:

$$Q_t = 15 \frac{l}{\text{persona} * \text{día}} * 3000 \text{ personas} = 45000 \frac{l}{\text{día}} = 45 \text{ m}^3/\text{día}$$

Con esta misma cantidad, y suponiendo que necesite garantizar un acceso óptimo al agua, se podrá dar servicio a un menor número de personas.

$$n^{\circ} \text{ de personas} = 45000 \frac{l}{\text{día}} * \frac{1 \text{ persona} * \text{día}}{100 \text{ l}} = 450 \text{ personas}$$

La bomba por tanto abarcara un rango de posibilidades, pudiendo cubrir las necesidades básicas de poblados de hasta 3000 personas o proporcionar un acceso óptimo a campos de refugio de hasta 450 personas.

1.2 Almacenamiento

El agua captada del río necesita un tanque de almacenamiento, desde el cual se distribuirá según los requerimientos específicos del lugar. Dado que su uso se dará en situaciones de emergencia, es muy importante tener en cuenta el factor del tiempo ya que este condiciona la intervención. Consecuentemente, la mejor opción de almacenaje de agua son las burbujas o bladders.

Estas son grandes bolsas flexibles cerradas cuyas capacidades varían entre los 500 litros hasta los 50.000. Además, vienen provistas de kits de reparación por si ocurriese un

desgarro. Entre sus propiedades destacan su alta resistencia a roturas, su resistencia a la radiación UV y que son imputrescibles. La ventaja que representan para situaciones de emergencia es que son fáciles de transportar, su instalación es simple y rápida sin necesidad de personal especializado ni obra civil, y el llenado y vaciado de agua es muy sencillo.

En cuanto al material del que están compuestos, se trata de tejido completamente reciclable.

La instalación de estos depósitos, a pesar de ser sencilla, necesita de una zona sobreelevada para garantizar una adecuada presión del agua. Esto puede requerir una preparación del terreno según las circunstancias, creando una plataforma de tierra elevada, tal y como muestra la Figura 1.



Figura 1: Colocación del bladder

El almacenamiento debe ser suficiente para reservar el caudal total de agua que se va a extraer con la bomba. Tal y como se ha calculado anteriormente, la planta deberá abastecer un caudal total de 45.000 l/día. Para su selección, se busca entre los que ofrece la empresa FICOSA Internacional. Fundada en 1957, presenta una larga gama de productos para diversos sectores entre los que destacan los depósitos flexibles, diseñados para contener todo tipo de líquidos y su colocación puede ser de forma definitiva o provisional, ya que son plegables y fáciles de instalar y desinstalar. Por tanto, atendiendo al catálogo disponible de la empresa, de la Gama Agua Potable seleccionamos la cisterna correspondiente con las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS Tejido 950 g/m ²				
Código artículo	Volumen m ³	Dimensiones en vacío en m	Altura máxima en m	Peso en vacío en kg
GAC001	1	2,80 x 1,28	0,50	10
GAC002	2	2,10 x 2,56	0,50	15
GAC003	3	2,85 x 2,56	0,60	20
GAC005	5	3,90 x 2,56	0,80	27
GAC008	8	3,70 x 3,84	0,90	38
GAC010	10	4,25 x 3,84	0,90	44
GAC015	15	5,55 x 3,84	0,90	57
GAC020	20	7,05 x 3,84	1,10	71
GAC025	25	8,10 x 3,84	1,10	81
GAC030	30	7,25 x 5,12	1,20	98
GAC040	40	8,80 x 5,12	1,20	118
GAC050	50	10,70 x 5,12	1,30	142

Tabla 2: Modelos de cisternas (Fuente: FICOSA Internacional)

- Volumen de 50 m³
- Tejido poliéster 100% de alta resistencia con revestimiento de PVC (950 0 1250 g/m² - color beige). Tela ACS.
- Tratamiento anti-UV
- Resistencia al desgarre: 500 N
- Resistencia a la tracción: 400DaN/5 cm
- Tejido reciclable 100%
- Almacenamiento de agua de larga duración, protegido del aire: sin evaporación ni contaminación
- No requiere mantenimiento
- Gran longevidad, garantía de 10 años
- Peso en vacío de 142 kg

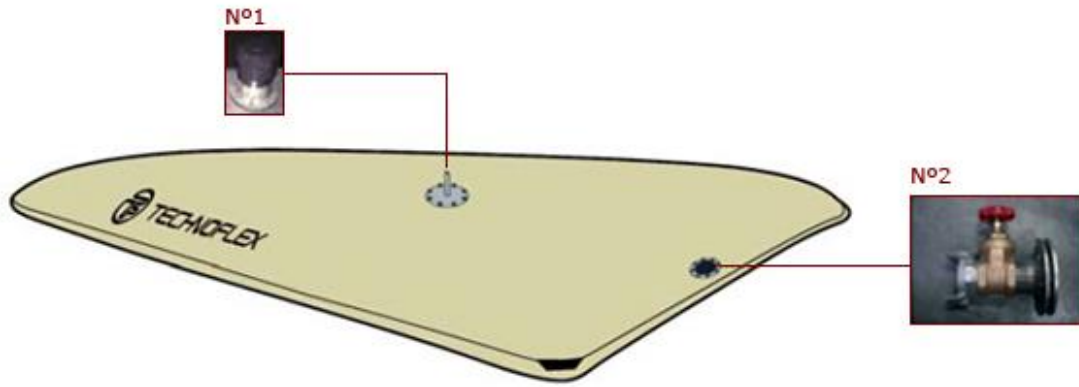


Figura 2: Cisterna Technoflex

1.3 Altura del depósito

Tal y como se ha especificado anteriormente, el depósito será de capacidad 50 m^3 y deberá situarse sobre terreno llano, conectado mediante tuberías a la planta potabilizadora desde la que se impulsara el agua del río. Cuanto más alto esté situado el depósito, más energía potencial podrá ser aprovechada para la distribución del agua en caso de que esta se hiciera directamente desde el depósito y por gravedad. Al tratarse de una instalación diseñada para situaciones de emergencia, el depósito de agua tendrá una función distinta dependiendo de las características particulares del caso al que se aplique. Esta planta puede brindar servicio de agua potable a campamentos, refugios, resguardos o asentamientos temporales. Así pues, se puede transportar la cisterna flexible si fuese necesario, o conectarla a un sistema de distribución para su consumo directo. Es por ello que la altura del depósito no se puede fijar, pero sí limitar.

Tomando como referencia de diseño el caso más desfavorable, es decir, aquel en el que la bomba tenga que vencer una altura mayor para poder transportar el agua a una red de distribución por gravedad, se escoge la bomba capaz de vencer las pérdidas totales. Se supone que la altura máxima a la que se podrá colocar el depósito de agua sobre el río será de 4 metros. Esta altura es razonable si se encuentra un terreno elevado cercano al río sobre el que se pueda colocar el depósito, aunque el caso probable de utilización de esta instalación será aquel en el que se bombee a la cisterna flexible y esta sea transportada al lugar necesario.

1.4 Selección de la bomba

Para la selección de la bomba que se va a usar en la planta, se deberán tener en cuenta los parámetros del caudal y la altura que se deberá vencer. En cuanto al fluido que se va a impulsar, el agua, sus características son las mostradas en la Tabla 3:

Datos del agua	Valor
Temperatura	20 °C
Densidad	998,2 kg/m ³
Viscosidad	1 mm ² /s
Valor pH	7

Tabla 3: Datos del agua a impulsar por la bomba

Se deberá tener en cuenta el caudal a impulsar por hora:

$$Q = 45000 \frac{l}{día} * \frac{1 m^3}{1000 l} * \frac{1 día}{24 h} = 1,875 m^3/h$$

Con estos datos se escogerá la bomba que más se aproxime al punto de funcionamiento. En todo momento se tendrá en cuenta que el precio debe ser económico al tratarse de un proyecto solidario. Además, es muy importante que la bomba sea de uso sencillo ya que no debe requerir personal cualificado para su puesta en marcha.

Para seleccionar la bomba que se ajusta a las necesidades del proyecto, se hace uso de la herramienta de selección de bombas Absel, de la compañía fabricante SULZER. Es una empresa especializada en soluciones de bombeo y servicios para equipos rotativos, fundada en 1834. A lo largo de los años se ha convertido en un socio fiable, rápido y seguro para sus clientes.

El software que proporciona en su página web funciona en base a los parámetros de la bomba indicados por el usuario. Se muestran así los distintos modelos que se ajustan al caso, mostrándose detalles constructivos y técnicos para cada uno de ellos. Los datos de los que se parte en el caso de este proyecto son los mostrados en la Tabla 4.

Datos de trabajo	Valor
Punto de trabajo de la bomba	A1
Caudal	1,875 m ³ /h
Frecuencia	50 Hz

Tabla 4: Datos de trabajo de la bomba

Una vez indicados los datos de partida se debe tener en cuenta que, de todos los modelos propuestos, el elegido tiene que ser un modelo transportable, ligero y del menor tamaño posible. Además, otro factor importante a valorar es el precio de la bomba.

De la lista de bombas sugeridas se descartan aquellas que no sean sumergibles o ligeras. En la página oficial de SULZER se indican las gamas de bombas ligeras que se pueden ajustar a las necesidades del trabajo:

- Gama JS: bombeo de agua con sólidos en suspensión. De reducido tamaño y peso ligero
- Gama ABS IP: preparada para su conexión inmediata, fabricada en acero inoxidable e idónea para líquidos agresivos
- Gama ABS AS: sumergible robusta y fiable para el bombeo de aguas limpias, sucias y residuales
- Gama ABS MF 154HW: sumergible de dimensiones compactas idónea para evacuación de agua a altas temperaturas
- Gama ABS MF 154 a 804: compactas sumergibles eficaces con aguas residuales
- Gama ABS Scavenger EJ: bombeo de aguas no tratadas, sucias y residuales. Paso de sólidos de hasta 65 mm

Introduciendo los datos de la Tabla 4 en el software, se sugieren una serie de bombas que se ajustan a los parámetros. De todas ellas se buscan las pertenecientes a las gamas mencionadas anteriormente. La lista de bombas aptas se reduce y se analizan las propuestas atendiendo a su valor económico y rendimiento. Además, se busca que la bomba sea de fácil funcionamiento.

A continuación, se muestran algunas posibles para el proyecto propuestas por el software Absel:

Denominación del producto	Diseño	n 1/min	D ₂ mm	Q m ³ /h	H m	P ₂ kW	η %
JS 12 D/DKS		2850	104	2,71	10,44	0,4481	16,65
JS 12 W/WKS		2850	104	2,747	10,73	0,3692	20,1
JS 15 D/DKS		2850	114	2,914	12,07	0,6432	14,95

Tabla 5: Bombas modelo JS

Denominación del producto	DN	Tipo de rodete	Paso libre	n 1/min	D ₂ mm	Q m ³ /h	H m	P ₂ kW	η %
IP900D 50HZ	G2"	Vortex impeller	30	2929	105	2,602	9,629	0,2757	27,27
IP900W 50HZ	G2"	Vortex impeller	30	2938	105	2,609	9,683	0,2776	27,37

Tabla 6: Bombas modelo IP

Denominación del producto	DN	Tipo de rodete	Paso libre	n 1/mi	D ₂ mm	Q m ³ /h	H m	P ₂ kW	η %	NPSH i	Costes energéticos EU
AS 0630 D	DN65	Vortex impeller	60	1477	130	1,875	5	0,2596	9,551		657,14
AS 0830 D	DN80	Vortex impeller	60	1477	130	1,875	5	0,2596	9,551		657,14
AS 0630 W	DN65	Vortex impeller	60	1479	130	1,879	5,021	0,2609	9,555		1.251,85
AS 0830 W	DN80	Vortex impeller	60	1479	130	1,879	5,021	0,2609	9,555		1.251,85
AS 0841 D	DN80	Impulsor contrabolo	80	1445	161	2,107	6,311	0,5673	6,501		1.077,45

Tabla 7: Bombas modelo AS

De ellas se selecciona las más adecuadas para trabajar en las condiciones requeridas. Se muestran en la Tabla 8 el resumen con los posibles modelos candidatos para la selección:

Modelo	Peso (kg)	Altura (mm)	Potencia (kW)	η (%)	Precio (€)
JS 12 W/WKS	20	600	0,45	16,65	1200
IP900D 50 Hz	15	380	0,28	27,27	2000
AS 0630 D	38	160	0,26	9,55	1150

Tabla 8: Modelos de bombas marca Sulzer

En primer lugar, se descarta la bomba modelo AS por ser la que ofrece un rendimiento menor y un coste mayor. Además, este tipo de bombas pesan alrededor de 40 kg, lo cual es muy pesado para el uso que se quiere hacer de ellas.

En cuanto al modelo IP, estas bombas son de rendimiento alto y ligeras ya que no superan los 15 kg de peso. De todas formas, no son las más adecuadas para el diseño ya que están indicadas principalmente para el trato de líquidos abrasivos lo cual las hace más caras.

Se escoge por lo tanto la bomba JS 12 D/DKS. Este modelo presenta muchas ventajas, listadas a continuación por el fabricante:

- Arranque fácil
- Bombeo sin riesgo de obstrucción con impulsor vortex de paso libre y voluta
- Alta resistencia al desgates garantizando muchos años de bombeo económico
- Su reducido tamaño y peso ligero facilita los cambios de emplazamiento y manipulación de la bomba
- Fácil mantenimiento gracias a su diseño modular
- Funcionamiento sin sobrecargas con dos impulsores diferentes para cada modelo de bomba. El impulsor pequeño permite a la bomba funcionar en aplicaciones con bajo nivel de líquido

En cuanto a las características técnicas, se adjunta en el Anexo I la ficha técnica del modelo escogido, y en la Tabla 9 se muestran los datos más relevantes.

Modelo JS 12 W/WKS	
Frecuencia	50 Hz
Altura máxima	12,5 m
Caudal máximo	8,5 l/s
Temperatura máxima del líquido a bombear	40 °C
Sumergencia máxima	20 m
Paso de sólidos	diám. 40 mm
Tensión del motor eléctrico	230 V
Potencia del motor	0,9 kW
Velocidad	2770 rpm

Tabla 9: Datos de la bomba JS 12 W/WKS

Cabe destacar que la bomba puede sumergirse hasta una profundidad de 20 metros, lo cual es muy conveniente para situaciones de emergencia en las que la fuente de agua no es conocida con anterioridad. Esta bomba podrá trabajar en ríos o incluso se podría utilizar en pozos de hasta 20 metros de profundidad, lo cual hace que se trate de una instalación portátil más versátil. Además, la altura máxima es de 12,5 metros, lo cual está por encima del valor fijado anteriormente en el que se proponía una altura máxima del depósito de 4 metros.

La Figura 3 muestra la curva característica de la bomba:

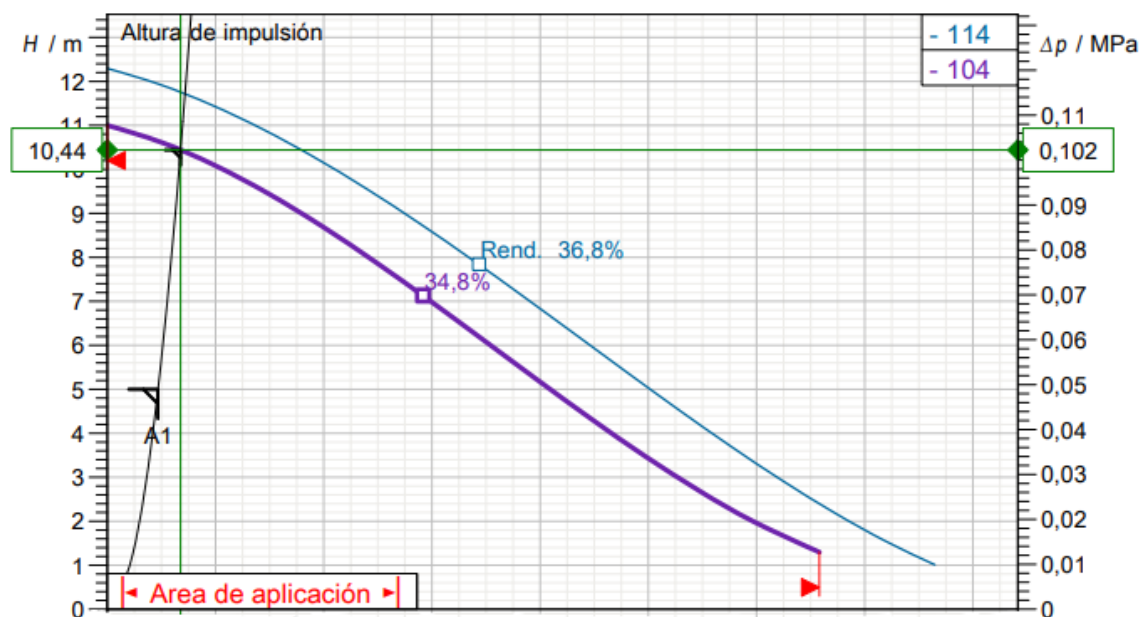


Figura 3: Curva característica de la bomba

1.5 Potabilizadora

La potabilizadora será la encargada de eliminar todos los sólidos y partículas presentes en el agua que la hagan tóxica y no apta para el consumo. Su tamaño debe ser el menor posible y su peso muy ligero. Para ello se estudian las disponibles en el mercado y así seleccionar la más adecuada.

1.5.1 Primera opción

En primer lugar, se analiza la empresa Anadur, dedicada al diseño y fabricación de equipos de potabilización de agua destinada al consumo humano o animal y al riego. Su especialidad es la fabricación de equipos destinados a abastecer pequeñas poblaciones rurales con inversión inferior a los sistemas convencionales, por lo que se ajusta a los requerimientos del proyecto.

La planta potabilizadora ofrecida en el catálogo es la P.P.M.A., para el tratamiento de agua de abastecimiento municipal. Cuenta con una caja de acero galvanizado donde se alojan los equipos, filtros de agua para un caudal de 12 m³/h con mallas de filtración lavables y reutilizables, contador de agua tratada y cuadro de control.



Figura 4: Potabilizadora PPMA

Su funcionamiento consta de las siguientes fases:

1. El agua atraviesa varios filtros en los que se retienen las partículas en suspensión
2. El agua pasa a la cámara de reacción en la que se inyecta el ozono, provocando la oxidación de materia orgánica y contaminantes existentes en el agua

3. El agua atraviesa una botella de filtración con resinas que capta los contaminantes de nitratos y otras sustancias que han sido previamente degradadas por el ozono
4. El agua sale de la potabilizadora en las condiciones adecuadas para el consumo humano

El cuadro de control sirve para hacer el lavado de la botella de filtración por tiempo, volumen de agua tratada y el grado de contaminación presente la misma. El precio de esta potabilizadora es de 11.072 € y admite un caudal de hasta 6 m³/h.

1.5.2 Segunda opción

IMEDAGUA es una empresa española dedicada al tratamiento de agua residual y potable. Se dedica a la fabricación de planas de tratamiento de agua, proporcionando servicios que incluyen todo el proceso de estudio y adaptación de nuestros sistemas de tratamiento de agua, adaptándolos a las necesidades de la instalación. De las plantas potabilizadoras que fabrican destacan las siguientes ventajas:

- No requiere obra civil
- Bajo coste de inversión
- Transporte fácil
- Fácil mantenimiento y costes de operación
- Adaptadas a distintos tipos de agua: salada, dulce...

En el catálogo se ofrecen todas las potabilizadoras con opción de energía solar y opción de contenedor. En la Tabla 10 se muestran los modelos disponibles y sus características.

Modelo	Contenedor (pies)	Caudal máximo	Opción energía solar	Dimensiones
		m ³ /d		
IMA-P50	20	50	SI	2.3 x 2.5 x 6
IMA-P75	30	75	SI	2.3 x 2.5 x 6
IMA-P150	20	150	SI	2.3 x 2.5 x 6
IMA-250	40	250	SI	2.3 x 2.5 x 12
IMA-P500	40	500	SI	2.3 x 2.5 x 12
IMA-PX	A medida	Consultar	consultar	consultar

Tabla 10: Modelos disponibles de potabilizadoras IMEDAGUA

Las distintas etapas de potabilización presentes en estos equipos son:

1. Filtro de anillas de captación de sólidos
2. Filtración multicapa
3. Filtración carbón activo
4. Decantador lamelar en potabilizadoras superiores a 75 m³/día
5. Sistema de desinfección UV o hipoclorito según demanda



Figura 5: Potabilizadora IMA-P50

El precio del modelo IMA-P50, que se adecua a las necesidades de caudal del diseño y es el más barato es de 10.055 €.

1.5.3 Selección de la potabilizadora

Teniendo en cuenta las dos opciones presentadas, en primer lugar, se comparan las etapas de cada una de las dos plantas. Ambas ofrecen una potabilización 100% del agua tratada, principalmente por filtración. La perteneciente a IMEDAGUA es más barata, lo cual hace que sea la mejor opción para escoger, ya que el resto de los parámetros son muy similares entre las dos.

Además, otra ventaja que presenta el modelo de IMEDAGUA es que tiene opción de energía solar y de contenedor. La primera será una opción requerida ya que permitirá que la potabilizadora no consuma energía, siempre que se encuentre en un lugar en el que se pueda aprovechar la energía solar. En cuanto al contenedor, en este caso no será necesario, ya que todo el diseño se incluirá dentro de un mismo contenedor en el que se transportará la planta entera junto con la bomba.

Por lo tanto, se elige la potabilizadora del modelo IMA-P50 que admite un caudal máximo de 50 m³/día, por encima de los 45 m³/día que se van a abastecer. Este tipo de

potabilizadoras cuentan con una toma de entrada y salida que se puede ajustar en el pedido de la misma.

1.6 Selección de las tuberías

Uno de los componentes de la instalación que también se debe seleccionar son las tuberías. Estas conectarán la bomba con la potabilizadora y esta última con el depósito. Las distancias de cada uno de estos tramos son variables ya que dependerá de las características del terreno en el que se vaya a utilizar.

Es por ello por lo que se busca seleccionar unas tuberías en formato de rollos para que se puedan cortar según se necesite en cada caso. De esta forma se intenta no limitar mucho las distancias entre cada elemento para que la instalación se pueda adaptar al mayor número de situaciones posibles.

En primer lugar, se debe seleccionar el material del que deberán estar compuestas estas tuberías. Se tendrá en cuenta las características que presenta cada material apto para la conducción del agua. Hay dos categorías principales, las tuberías de metal y las de plástico, y cada una de ellas tiene unas especificaciones distintas:

- Tuberías de acero inoxidable: Son muy resistentes a la corrosión, lo cual las hace las más utilizadas para instalaciones de transporte cercanos al mar. Son caras y difíciles de ver.
- Tuberías galvanizadas: Son resistentes a la corrosión y un poco más baratas que las de acero inoxidable.
- Tuberías de cobre: Las más comunes en las viviendas, se adaptan fácilmente a las necesidades de cada ocasión. Precio más elevado que las de plástico, pero durabilidad muy alta.
- Tuberías de Polypipe: Tuberías de plástico muy resistentes debido a su grosor y rigidez para aguantar altas presiones.
- Tuberías de PVC: Aptas para transportar agua a presión y de precio asequible. Limitadas en cuanto a temperatura ya que si se exponen a temperaturas altas se deforman.
- Tuberías de polietileno reticulado: Muy resistentes a altas temperaturas y a la corrosión.

Las tuberías irán por el exterior, desde la bomba situada en el río hasta la potabilizadora, y de ella al depósito. Por lo tanto, se deberá escoger un material resistente a altas temperaturas y sumergible. Además, no deberá ser un material caro ya que en todo momento se busca que el proyecto sea lo más económico posible. De los mostrados anteriormente, el polietileno es el que más se ajusta a las necesidades planteadas. Es un material plástico de alta durabilidad y no tóxico. También se trata de un material muy elástico y de bajo peso, lo cual permite que se adapte fácilmente sobre cualquier terreno y disposición de los componentes de la planta.

1.6.1 Tramo bomba-potabilizadora

El diámetro de la tubería que conectará la bomba con la planta potabilizadora viene determinado por la selección de la bomba, ya que la entrada a la potabilizadora se puede ajustar al hacer el pedido. La boca de impulsión de la bomba es de 2'', lo que es igual a 50,8 mm. Comprobamos que este diámetro se ajusta a las velocidades máximas y mínimas establecidas en la Guía Técnica de Agua Caliente Sanitaria Central.

Dimensionado de tuberías		
Tuberías	Velocidad (m/s)	
	Mínima	Máxima
Metálicas	0,5	2,0
Termoplásticas*	0,5	3,5
*Se incluyen las tuberías multicapa		
Apartado 4.2.1 (HS4)		

Tabla 11: Dimensionado de tuberías (Fuente: ACS)

Teniendo en cuenta el caudal de 1,875 m³/h y su relación con la velocidad, se puede sacar el rango de diámetros entre los que se deberá escoger la tubería termoplástica:

$$\frac{Q}{v} = A = \pi * \frac{D^2}{4}$$

Velocidad (m/s)	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (mm)
0,5	1,43	36,32
2	0,72	18,23

Tabla 12: Diámetros máximos y mínimos para tuberías

El diámetro de 2 pulgadas de la boca de impulsión de la bomba está fuera del rango permitido de velocidades. Se escogerá por tanto un diámetro de tuberías adecuado a los valores y se hará uso de un reductor para conectarlo a la bomba.

Las tuberías se van a seleccionar del grupo Masa, perteneciente a Aliaxis y que cuenta con certificación AENOR:

Designación material	Características
PE 100	Presiones desde 4 a 25 bar. Disponible en formato rollo y barra.
PE 100 RC	Fabricadas con resina. Muy alta resistencia mecánica.
PE 80	Redes de presiones desde 4 a 12,5 bar. Disponible en formato rollo y barra.
PE 40	Recomendable para agua potable hasta ϕ 90 y 10 bar de presión. Flexible y maleable. Disponible en rollos.

Tabla 13: Modelos de tuberías grupo Masa

El modelo PE 40 es el de menor coste económico y sus valores máximos se ajustan al uso que se le va a dar, por lo que es el que se va a escoger. El número 40 indica la mínima tensión que el material debe resistir para un ciclo de vida de 50 años a una temperatura de 20 °C.



Figura 6: Rollo de tubería MASA PE40

Una vez decidido el modelo de tubería que se va a escoger hay que elegir el diámetro de la misma. En la Tabla 14 se muestran los disponibles de la gama PE 40 de 6 bares de tensión máxima admisible.

PN6 / SDR 11			
Referencia	Ø Ext.	Espesor	€/ml
032020006	20	2,0	0,53
032025006	25	2,3	0,70
032032006	32	3,0	1,10
032040006	40	3,7	1,73
032050006	50	4,6	2,70
032063006	63	5,8	4,17
032075006	75	6,8	6,20
032090006	90	8,2	8,83

Tabla 14: Diámetros de tubería PN6 / SDR 11

Como el diámetro debe estar entre 18 mm y 36 mm, y el diámetro de la boca de impulsión de la bomba es de 50,8 mm se podría escoger el diámetro más cercano a este valor. De esta forma, aunque el precio aumenta, las pérdidas son menores al ser mayor el diámetro interior. Se elige por tanto el de 32 mm de diámetro exterior y 29 mm de diámetro interior.

Las características de estas tuberías son que sirven para la conducción de agua a presión, fabricadas según Norma UNE-EN 12201. Son negras con una banda azul y su aplicación es para aguas potables. En cuanto al formato de suministro, hasta 50 mm de diámetro se suministra en rollos de 100 metros y para diámetros mayores en rollos de 50 metros de longitud. En este caso, será por tanto un rollo de 100 metros. Esta medida es más que suficiente para la instalación, ya que la bomba no debería colocarse más de 30 metros alejada de la orilla, y la planta potabilizadora deberá estar lo más próximo a la orilla posible, siendo el margen que deja la tubería de 70 metros de distancia si la bomba está lo más alejada permisible.

1.6.2 Tramo potabilizadora-depósito

El tramo que une la potabilizadora con el depósito, al igual que el tramo anterior, no es de dimensiones fijas, si no que variará según las circunstancias. Es por ello que la longitud de las tuberías a emplear deberá ser de un valor que se considere razonable y se pueda ajustar a distintas distancias. Así pues, como en el caso anterior, se buscarán tuberías que puedan ser cortadas fácilmente y de peso ligero.

En cuanto al diámetro de esta, la salida de la potabilizadora es de diámetro ajustable y que se elige al pedirla al proveedor. La cisterna flexible donde se almacenará el agua a su salida debe tener una boquilla para llenarla. Este accesorio está disponible en el mercado para distintos diámetros nominales, por lo que también es un valor que se puede ajustar

según las necesidades. Así pues, se escoge un diámetro nominal de 25 mm para el cual existen boquillas de llenado aptas para el depósito seleccionado anteriormente. Volviendo a recurrir al proveedor Masa, se analizan las distintas tuberías disponibles. Para el primer tramo se escogió un rollo de 100 metros de longitud de 32 mm, PE40. En este caso, 100 metros de longitud son demasiados para cubrir la separación entre potabilizadora y depósito. El modelo PE40 sólo está disponible en rollos de como mínimo 100 metros para diámetros inferiores a 50 mm. Buscando en el catálogo, se observa que las tuberías de polietileno PE80 están disponibles en formato rollo de 25 o 100 metros de longitud para diámetros entre 20 y 50 mm. La diferencia frente a la PE40 es el valor de mínima tensión en MPa que el material debe resistir para un ciclo de vida de 50 años, 40 MPa u 80 MPa. El resto de las propiedades no varían, por lo que la elección de cambiar el modelo no tiene más repercusión.

PN10 / SDR 13,6 Rollos			
Referencia	Ø Ext.	Espesor	€/ml
070025010	25	2,0	0,48
070032010	32	2,4	0,67
070040010	40	3,0	1,08
070050010	50	3,7	1,62
070063010	63	4,7	2,52
070075010	75	5,6	3,55
070090010	90	6,7	4,98
070110010	110	8,1	7,34

Tabla 15: Diámetros de tubería PN10 / SDR 13,6

Para una presión máxima de 10 bares, se selecciona la tubería de 25 mm de diámetro nominal y 23 mm de diámetro interior, mostrada en la Tabla 15. Este valor está dentro del rango de velocidades admisible y es el más barato de todos. Se escogerá un rollo de 25 metros de longitud para cubrir el tramo entre la potabilizadora y la cisterna flexible.

1.7 Selección de accesorios

A continuación, se estudian las distintas válvulas y accesorios necesarios para asegurar el correcto funcionamiento de la planta y la unión de los distintos componentes.

1.7.1 Reductor

Tal y como se ha estudiado en la selección de tuberías, el diámetro de la tubería que conecta la bomba con la potabilizadora es mayor que el de impulsión de la propia bomba.

Por ello, es necesario el uso de un reductor de sección que asegure la conexión entre la tubería y la bomba de impulsión. Esta pieza se fabrica siempre atendiendo a diámetros nominales.

Existen reductores de distintos tipos. Los hay de forma cónica, macho-hembra, tes reductoras... Todos ellos cambian su sección de la entrada a la salida por la que circula el fluido. Así, el fluido varía su velocidad y pasa de un tramo a otro de distinto tamaño.

En el caso especificado, el reductor servirá como unión entre la bomba de 2'' y la tubería de 1 1/4''.

Se busca en el catálogo de GF Piping Systems, uno de los principales proveedores de sistemas de tuberías termoplásticas y accesorios para las mismas. Dentro de los reductores disponibles, se escoge uno de material PVC con las medidas requeridas.

R	Rp	PN	Código	SP	Peso	z	L	s
(inch)	(inch)	(bar)			(kg)	(mm)	(mm)	(mm)
1/2	3/8	10	721 910 834	10	0,014	25	36	27
3/4	1/2	10	721 910 837	10	0,021	25	39	32
1	1/2	10	721 910 842	10	0,029	31	45	32
1	3/4	10	721 910 841	10	0,031	29	45	36
1 1/4	1	10	721 910 846	10	0,050	32	50	46
1 1/2	1 1/4	10	721 910 852	10	0,065	35	55	55
2	1 1/4	10	721 910 858	5	0,127	45	65	65

Tabla 16: Modelos de reductores (Fuente: GF Piping Systems)

Este reductor se conectará a la salida de la bomba y a la tubería. Las caídas por este accesorio serán mínimas, al ser la reducción entre los dos diámetros muy pequeña. Además, tal y como se indica en el catálogo, su peso es muy reducido, de 0,127 kg.

Se trata de un modelo con rosca cónica, apto para el sector químico, microelectrónica, construcción naval y tratamiento de aguas. Sus ventajas, indicadas por el fabricante son:

- No tiene efectos dañinos sobre los equipos a los que se conecta
- Uso universal
- Muy buena resistencia química
- Muy buena resistencia a la corrosión

1.7.2 Boquilla de llenado

La cisterna flexible seleccionada anteriormente, cuenta con una entrada en la que se conecta la tubería para llenado de la misma. Es aquí donde hay que conectar una boquilla de llenado del diámetro necesario. Estas boquillas están disponibles en el mercado para diámetros nominales, lo cual se ajusta al diámetro de la tubería escogida para el tramo entre la potabilizadora y el tanque.

Como ya se ha especificado, la cisterna estará unida al resto del sistema mediante una tubería de 25 mm de diámetro. Consecuentemente, la boquilla deberá ser del mismo grosor preferiblemente para evitar la necesidad de añadir otros accesorios.

Este tipo de piezas pueden adquirirse de distintos distribuidores que son fáciles de encontrar en Materiales Riegos. Aquí, aparecen boquillas de distintos diámetros, y se escoge la boquilla de drenar o llenar agua potable DN25, de 35 €.

1.7.3 Válvulas

Las válvulas actúan como reguladores de la cantidad y sentido del fluido en los distintos tramos de tuberías. Para su selección se va a utilizar el catálogo AVK de válvulas, una empresa líder fabricante de válvulas española, constituida en 1993.

Se deberán colocar una válvula de cierre en la zona de impulsión de la bomba. El diámetro de la tubería en este punto es de 32 mm. Con este valor, observando el catálogo, hay de dos tipos: válvulas de compuerta y válvulas mariposa.

Referencia AVK	DN mm	Brida Taladrado	L mm	H mm	H1 mm	H3 mm	F mm	F1 mm	F2 mm	Peso teórico kg
06-040-30-0146499 ⁽¹⁾	40	PN10/16	140	194	-	269	14	16	30	7,8
06-050-30-0146499 ⁽¹⁾	50	PN10/16	150	208	-	290	14	16	30	9,0
06-065-30-0146499 ⁽¹⁾	65	PN10/16	170	244	-	337	17	20	34	11
06-065-30-0946499	60/65	PN10/16	170	305	-	337	17	22	38	11
06-080-30-0146499 ⁽¹⁾	80	PN10/16	180	282	-	382	17	20	34	14
06-100-30-0146499 ⁽¹⁾	100	PN10/16	190	305	-	415	19	22	34	17
06-125-30-0146499 ⁽¹⁾	125	PN10/16	200	346	-	471	19	22	34	22
06-150-30-0146499 ⁽¹⁾	150	PN10/16	210	401	-	543	19	22	34	31
06-200-30-0046499 ⁽¹⁾	200	PN10	230	490	-	660	24	28	34	48

Los diseños, materiales y especificaciones están sujetos a cambios sin previo aviso debido al continuo desarrollo de nuestra gama de productos.

Tabla 17: Modelos de válvulas de compuerta (Fuente: AVK)

Referencia AVK	DN	PN	L	L2	H2	W2	W3	W	W1	Peso teórico
	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg
820-0025-00-541L0160002	25	PN16	30	101	51	110	122	65	50	1,0
820-0032-00-541L0160002	32	PN16	30	101	51	110	122	65	50	1,0
820-0040-00-541L0160002	40	PN16	33	108	55	130	142	65	50	1,3
820-0050-00-541L0160002	50	PN16	43	120	72	135	147	65	50	1,8
820-0065-00-541L0160002	65	PN16	46	138	82	150	162	65	50	2,3
820-0080-00-541L0160002	80	PN16	46	142	92	160	172	65	50	2,8
820-0100-00-541L0160002	100	PN16	52	162	110	180	192	90	70	3,9
820-0125-00-541L0160002	125	PN16	56	181	128	195	211	90	70	5,0
820-0150-00-541L0160002	150	PN16	56	205	141	210	226	90	70	5,9
820-0200-00-541L0130002	200	PN10	60	260	174	240	259	90	70	9,3
820-0200-00-541L0160002	200	PN16	60	260	174	240	259	90	70	9,3
820-0250-00-541L0130002	250	PN10	68	310	201	279	303	155	125	17
820-0250-00-541L0160002	250	PN16	68	310	201	279	303	155	125	17
820-0300-00-541L0130002	300	PN10	78	362	234	315	339	155	125	24
820-0300-00-541L0160002	300	PN16	78	362	234	315	339	155	125	24
820-0350-00-04020130002	350	PN10	80	425	257	330	370	155	125	42
820-0350-00-04020160002	350	PN16	80	425	257	330	370	155	125	42
820-0400-00-04020130002	400	PN10	102	475	292	365	375	155	125	57
820-0400-00-04020160002	400	PN16	102	475	292	365	375	155	125	57
820-0450-00-04060031002 ⁽¹⁾	450	PN10	113	538	355	397	462	175	140	95
820-0450-00-04060161002 ⁽¹⁾	450	PN16	113	538	355	397	462	175	140	95
820-0500-00-04060031002 ⁽¹⁾	500	PN10	126	595	393	437	502	175	140	125

Los diseños, materiales y especificaciones están sujetos a cambios sin previo aviso debido al continuo desarrollo de nuestra gama de productos.

Tabla 18: Modelos de válvulas de mariposa (Fuente: AVK)

Las válvulas de compuerta son de mínimo 40 mm, por lo que no sirven en este caso. Se deberá escoger por tanto una válvula de mariposa con junta estándar, ya que es la más económica de las disponibles (también hay con junta vulcanizada o doble excéntrica).

La válvula seleccionada será por tanto la que se ajusta al tamaño de la tubería, con un diámetro de 32 mm y un peso de 1 kg.

Esta válvula servirá para regular el flujo de agua que sale de la bomba, y se caracteriza por:

- Fácil instalación y mantenimiento
- Par de giro minimizado, largo ciclo de vida
- Dimensiones y pesos reducidos
- Cierre bidireccional
- Sin necesidad de añadir juntas en su instalación
- Soporta temperaturas entre -20 °C y 110 °C



Figura 7: Válvula de mariposa

1.8 Generador eléctrico

La planta necesitará de una fuente de energía para suplir su consumo energético. En base a este valor, se escogerá un generador eléctrico capaz de proporcionar la electricidad necesaria, procurando que sea del menor tamaño y peso posible, así como de un coste económico bajo.

En la instalación, se debe alimentar la bomba JS 12 que se ha escogido anteriormente. Las características del motor son las siguientes:

Motor monofásico	
Frecuencia	50 Hz
Factor de servicio	1.1
Potencio motor	0,9 kW
Tensión	230 V
Intensidad nominal	5,5 A

Tabla 19: Especificaciones del motor de la bomba

Se busca un motor adecuado en el catálogo de Champion Generators. Es una empresa líder en el mercado en equipos de generación de energía, con muchos años de experiencia. Ofrece productos de energía fiables y duraderos a nivel mundial, y son el estándar de excelencia en el desempeño.

Cuenta con generadores de gasolina y diésel, para distintas frecuencias y potencias. Se buscará aquel que sea lo más barato posible siempre que cumpla con los requisitos. De todos los disponibles para diésel, de la gama de potencia mínima, que se adjuntan en el Anexo I, se elige el modelo KT2000LH.

Model		KT2000LH		KT3500LH		KT5000LH		KT6000LH		KT5000SE3		
		KT2000LE		KT3500LE		KT5000LE		KT6000LE		KT6000SE3		
Item			KT3500SE		KT5000SE		KT6000SE		KT6700SE		KT6500SE3	
Rated frequency (Hz)	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60
Rated power (kVA)	1.7	2	2.8	3.3	4.2	5	5.5	6.3	5.5kVA	6.3kVA		
Rated voltage (AC) (V)	230	240/120	230	240/120	230	240/120	230	240/120	400/230	416/240		
Rated current (AC) (A)	7.4	8.3/16.7	12.2	13.8/27.5	18.3	20.8/41.7	19.6	20.8/41.7	7.9	8.7		
Rated revolution speed (r/min)	3000	3600	3000	3600	3000	3600	3000	3600	3000	3600		
Phase No.	Single phase								Single phase		Three phases	
Power factor (cos Φ)	1								1		0.8 (lag)	
Excitation mode	Controlled silicon self excitation constant voltage											
DC output	12V/8.3A								12V/8.3A		without	
Operation mode	12 hour continuous running											
Structure mode	LH/LE: Frame type SE: Hand cart type											
Coupling method	Transmission rigid connection											
Gross weight (kg)	53		LH/LE: 65 SE: 140		LH/LE: 95 SE: 171		LH/LE: 95 SE: 171		LH/LE: 95 SE: 171			
Overall dimensions (L×W×H)(mm)	575×400×500		LH/LE: 640×480×530 SE: 830×520×740		LH/LE: 720×480×645 SE: 910×520×740		LH/LE: 720×480×645 SE: 910×520×740		LH/LE: 720×480×645 SE: 910×520×740			

Tabla 20: Modelos de generadores eléctricos (Fuente: Champion Generators)

Este generador proporciona una potencia a la salida del eje de 2,5 kW/rpm. Es de peso ligero, 53 kg, y cumple con los requerimientos de frecuencia y tensión. Tiene una capacidad mayor a la requerida por la bomba, lo que permitirá que otros dispositivos que puedan necesitar energía puedan usarlo también. Al tratarse de situaciones de emergencia, un generador eléctrico será necesario casi seguro ya que el suministro de corriente eléctrica suele quedar muy limitado.



Figura 8: Generador eléctrico diésel

1.9 Depósito de combustible

Los depósitos de combustible sirven para almacenar gasóleo y poder transportarlo y repostar en cualquier lugar. Están fabricados de polietileno lo cual hace que sean resistentes y de estructura muy compacta. En este caso, serán muy útiles para evitar tener que ir en búsqueda de combustible que puede ser difícil de encontrar cuando se este se agote. Se ahorra tiempo y costes, además de evitar que la máquina tenga que pararse por el desplazamiento a un lugar de repostaje.

Se busca un depósito pequeño ya que se usará solo en situaciones extremas en las que no se pueda acceder a un lugar de repostaje convencional, y el tamaño debe ser lo más reducido posible.

La empresa Depósitos de Gasoil es especialista en la fabricación y suministro de todo tipo de depósitos de gasoil y depósitos para combustible. Los tanques cumplen con la normativa específica para almacenamiento de combustibles líquidos y cubren un gran abanico de necesidades, moviéndose entre los 200 y 60000 litros de capacidad. De la misma manera, suministran los kits necesarios para su correcto uso como el conexionado para grupos electrógenos, medidor de gasoil en depósitos y kits de suministro informatizado.

Del catálogo, se escoge el modelo GRG móvil, indicado para el suministro a vehículos ligeros, maquinaria etc. Los modelos disponibles son el Emilcaddy 55 y el Emilcaddy 110. La diferencia entre ambos se muestra en la Tabla 21.

Modelo	Emilcaddy 55	Emilcaddy 110
Peso en vacío	9 kg	13 kg
Volumen	55 litros	110 litros
Dimensiones	460x360x900 mm	460x440x1100 mm
Precio	202 €	390 €

Tabla 21: Modelos de depósitos de combustible

En el caso del motor escogido anteriormente, la capacidad que tiene es de 7,5 litros, por lo que el modelo Emilcaddy 55 sería suficiente para llenarlo algo más de 7 veces. Sus dimensiones, peso y coste son menores que el Emilcaddy 110 por lo que este es el que se va a escoger.

1.10 Contenedor

1.10.1 Resumen peso y dimensiones

El diseño de esta instalación se ve condicionado en todo momento por el peso y tamaño de los equipos. Estos deben ser lo más ligeros y compactos posibles para facilitar su transporte.

En la Tabla 22 se recogen las características dimensionales de cada elemento, para escoger así un contenedor que se ajuste al tamaño:

Equipo	Dimensiones (m)	Peso (kg)
Cisterna flexible	10,70 x 5,12 x 1,30	142
Bomba	0,6 x 0,2 x 0,2	20
Potabilizadora	2,3 x 2,5 x 6	420
Generador eléctrico	0,575 x 0,4 x 0,5	53
Depósito de combustible	0,46 x 0,36 x 0,9	9

Tabla 22: Dimensiones netas y peso de los equipos seleccionados

Las dimensiones indicadas para la cisterna son las que corresponden al caso en el que esta esté llena de líquido completamente. Durante el transporte de la instalación, la cisterna estará vacía y doblada ocupando el mínimo espacio posible. Se puede suponer que sus dimensiones serán por tanto de 2 x 1 x 1 metros aproximadamente. Además, las dimensiones indicadas en la Tabla 22 de la potabilizadora, son la que se corresponden con el caso en el que está incluida en un depósito. Como no se va a escoger esta opción, las dimensiones finales durante el transporte son las mostradas en la Tabla 23.

Equipo	Dimensiones (m)
Cisterna flexible	2 x 1 x 1
Bomba	0,6 x 0,2 x 0,2
Potabilizadora	2 x 2,2 x 5
Generador eléctrico	0,575 x 0,4 x 0,5
Depósito de combustible	0,46 x 0,36 x 0,9

Tabla 23: Dimensiones durante el transporte de los equipos seleccionados

Se deberá escoger un contenedor que se ajuste a la normativa TIR.

1.10.2 Convenio TIR

El convenio TIR es un sistema de tránsito aduanero internacional de mercancías. Este régimen permite acortar los trámites en la aduana y agilizar el comercio internacional. Fue creado en 1975 por la UNECE y cuenta con 73 países contratantes. La UE forma un único territorio, por lo que la norma solo se aplica si el transporte se inicia o termina en un tercer país. Es válido para vehículos de transporte de mercancía por carretera o contenedores precintados.

Las reglas a las que se ajusta el cumplimiento de la normativa TIR son las siguientes:

- La mercancía debe ir en un camión habilitado y precitado
- El transporte se lleva a cabo en aduanas especiales TIR
- La mercancía cuanta con un cuaderno TIR en el que se especifican las características de la carga que se está transportando.

1.10.3 Selección del contenedor

Para la selección del contenedor se tiene en cuenta la altura máxima de todos los equipos que irán en él. Esta es la que corresponde a la potabilizadora, que es de 2 metros de alta. Por lo tanto, esta deberá ser la altura mínima del contenedor.

En cuanto al ancho y largo, se deberá tener en cuenta el resto de las dimensiones de los distintos sistemas. Los equipos son prácticamente cuadrados en su mayoría, por lo que el largo y ancho del contenedor será parecido también.

A continuación, se propone una disposición vista en planta de lo que podría ser el contenedor con los elementos en su interior:

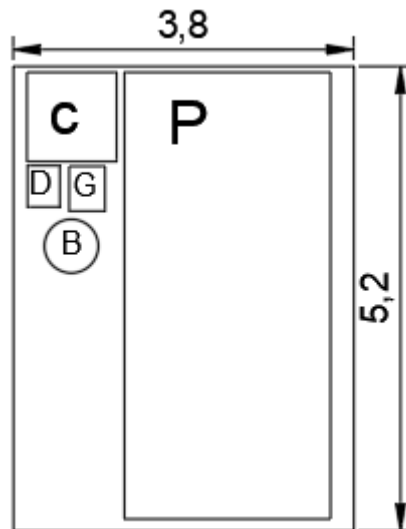


Figura 9: Plano de la disposición de los equipos en el contenedor

Donde C es la cisterna, D es el depósito de combustible, G el generador de electricidad, B la bomba de impulsión y P la planta potabilizadora. En los huecos restantes se colocarían las tuberías enrolladas y los accesorios, que ocupan muy poco espacio. Así pues, se necesitaría un contenedor de 3,8 metros de ancho, 5,2 metros de largo y una altura de 2,2 metros.

La fabricación de este contenedor se puede encargar a la empresa GRUCOMCV, especializada en la fabricación de contenedores para transporte de mercancía.



Figura 10: Contenedor

Parte III PLANOS

Índice de los planos

Plano 1: Bomba.....74

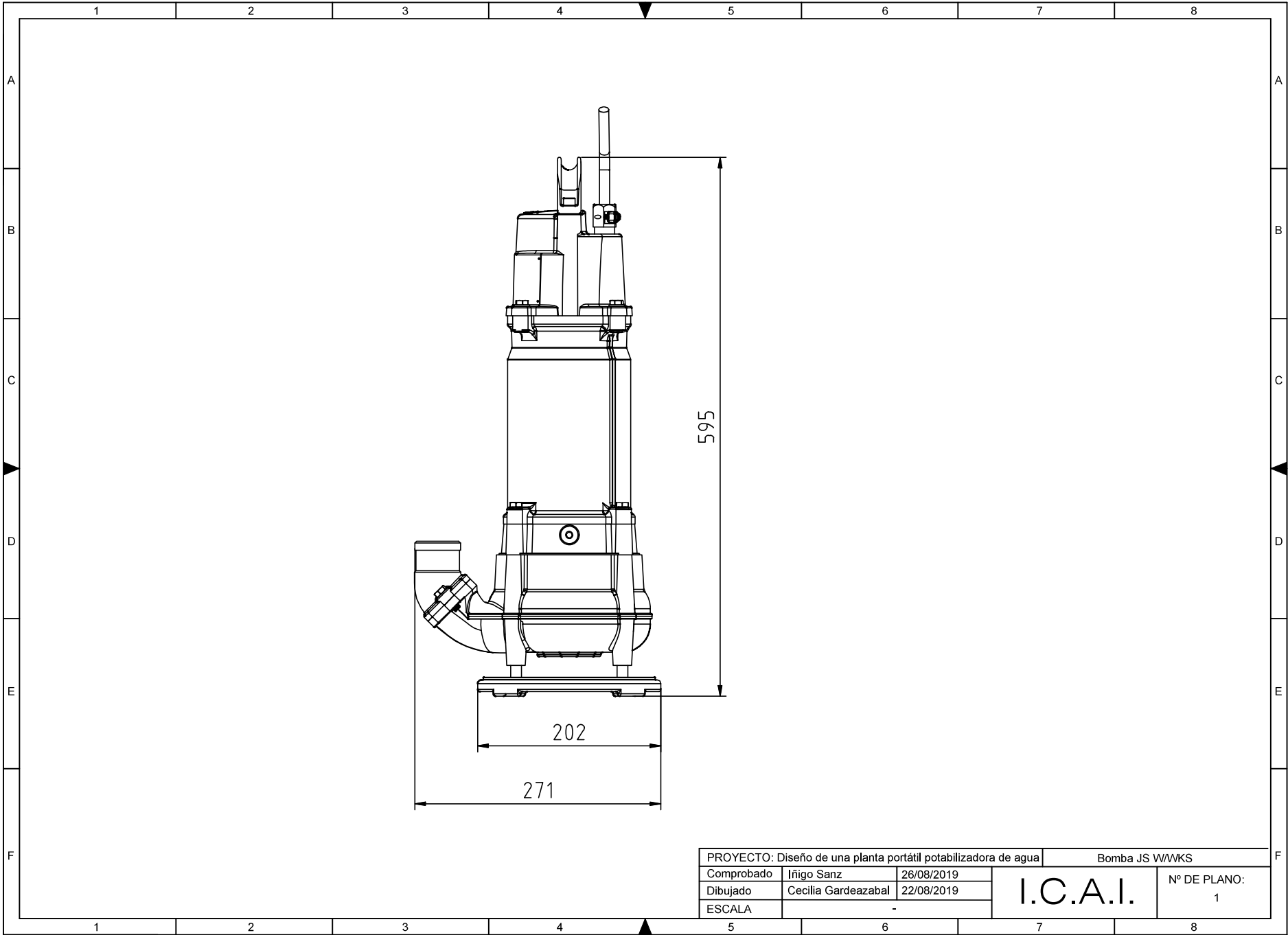
Plano 2: Reductor.....75

Plano 3: Válvula mariposa76

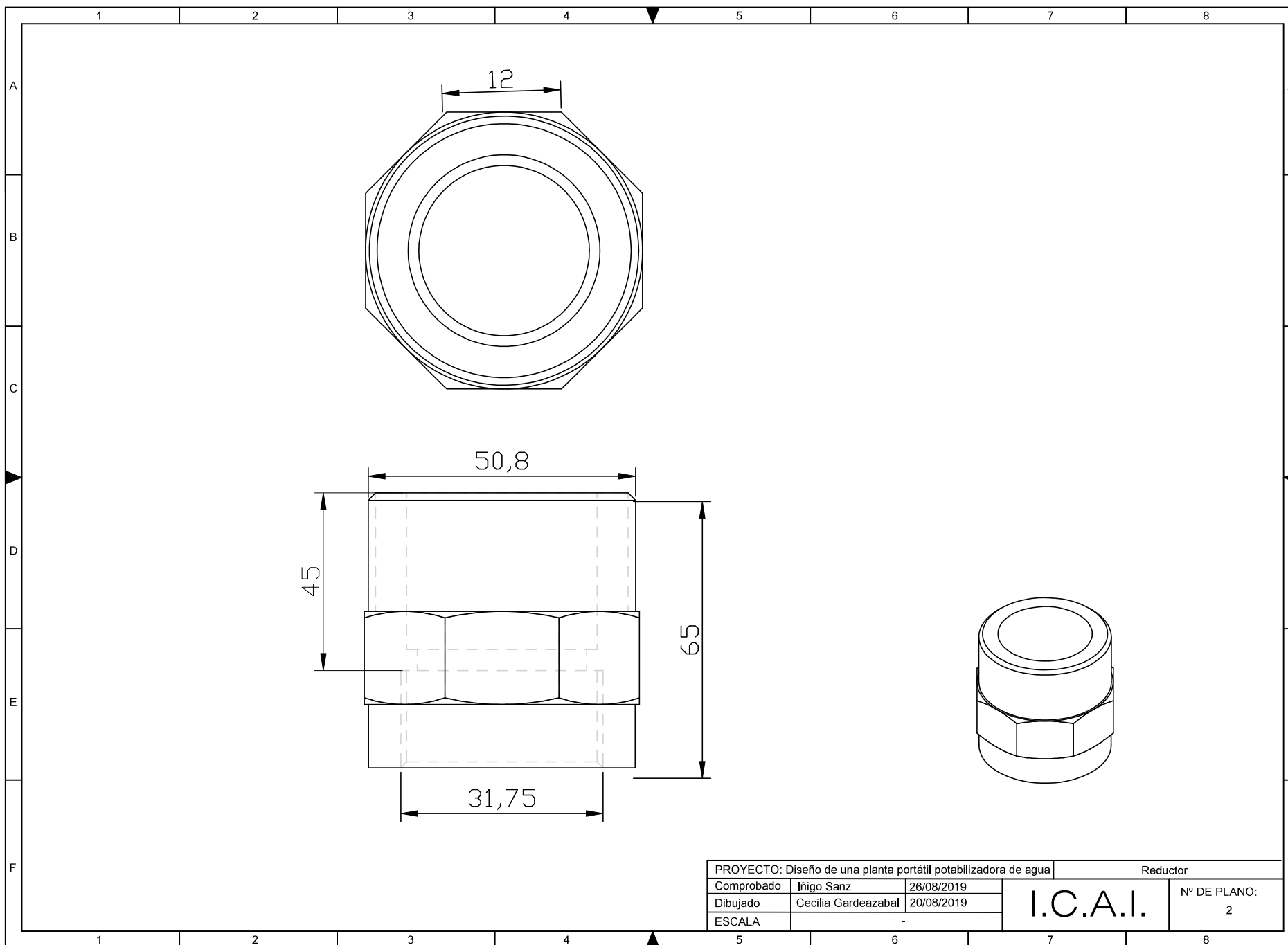
Plano 4: Cableado del generador eléctrico77

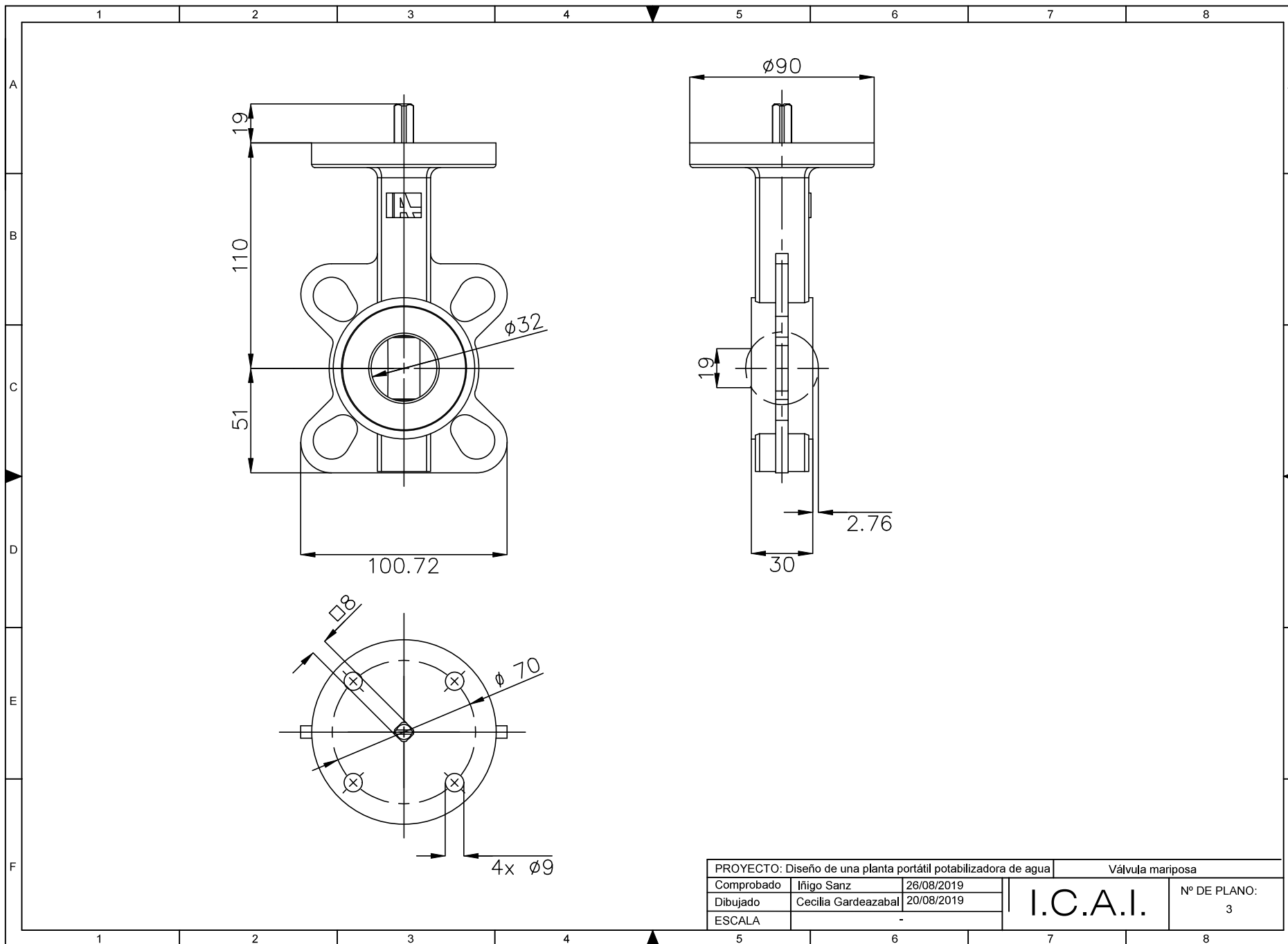
Plano 5: Potabilizadora78

Plano 6: Distribución sistema de bombeo79

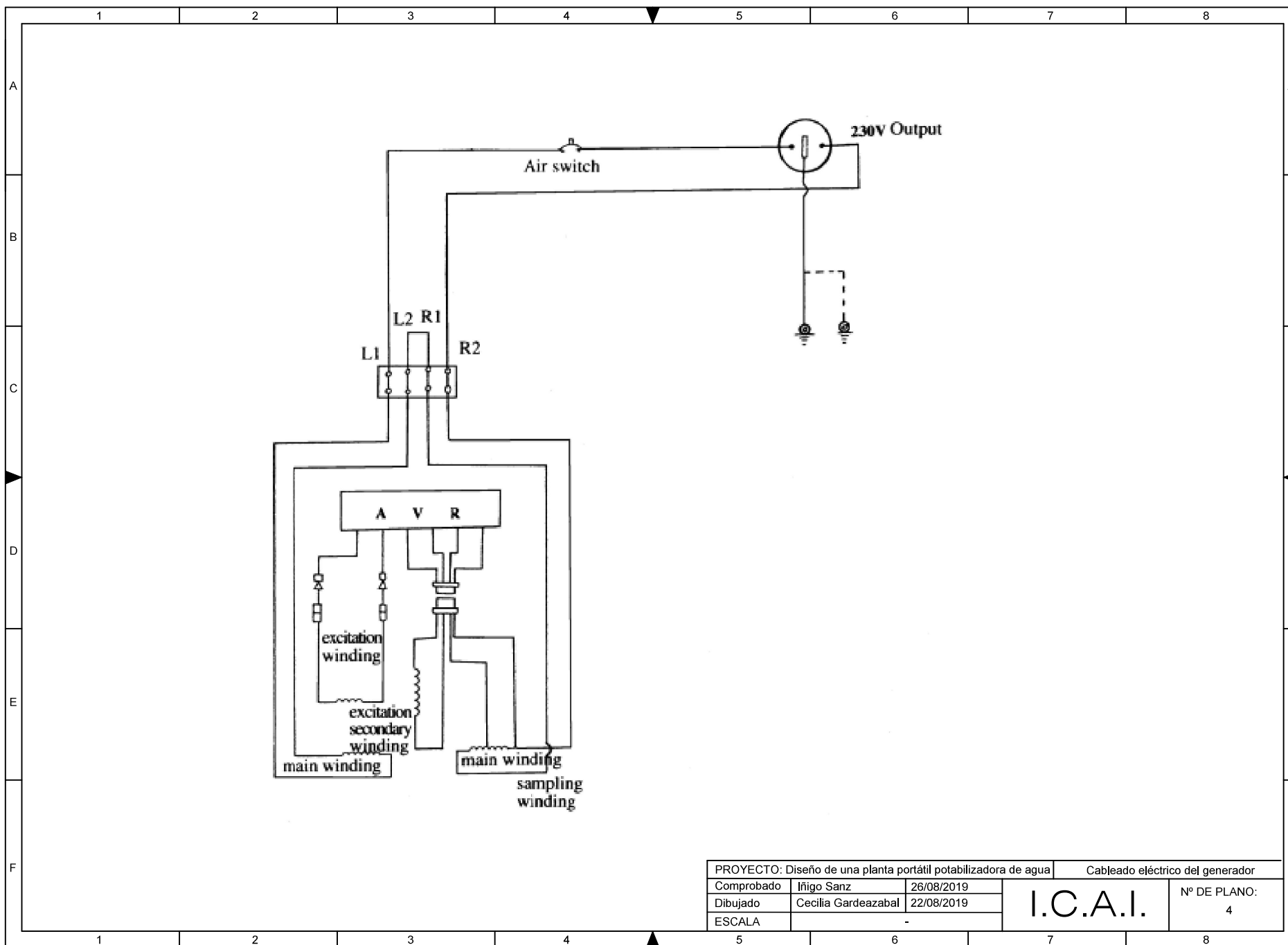


PROYECTO: Diseño de una planta portátil potabilizadora de agua			Bomba JS W/WKS	
Comprobado	Iñigo Sanz	26/08/2019	I.C.A.I.	Nº DE PLANO: 1
Dibujado	Cecilia Gardeazabal	22/08/2019		
ESCALA	-			

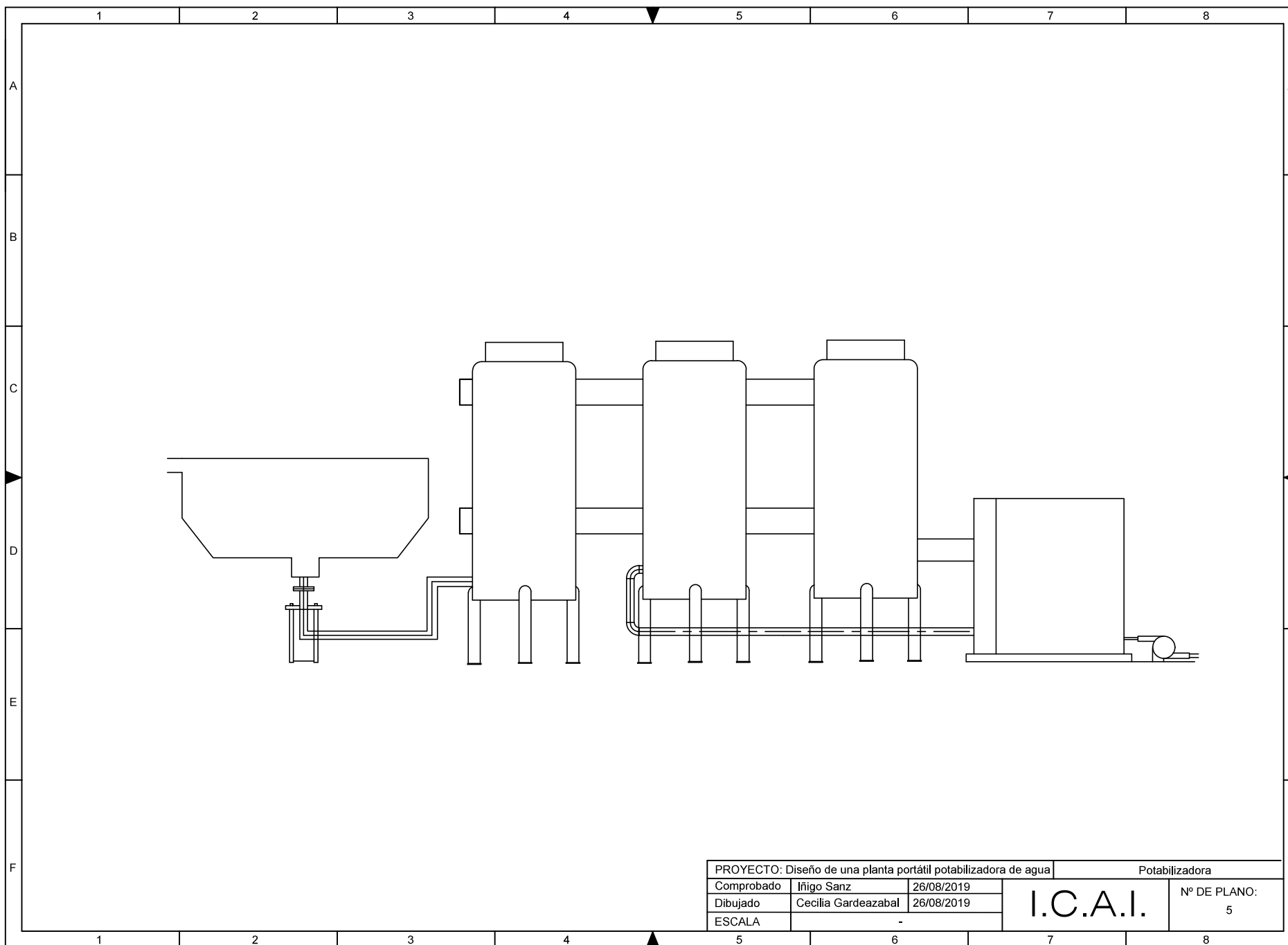




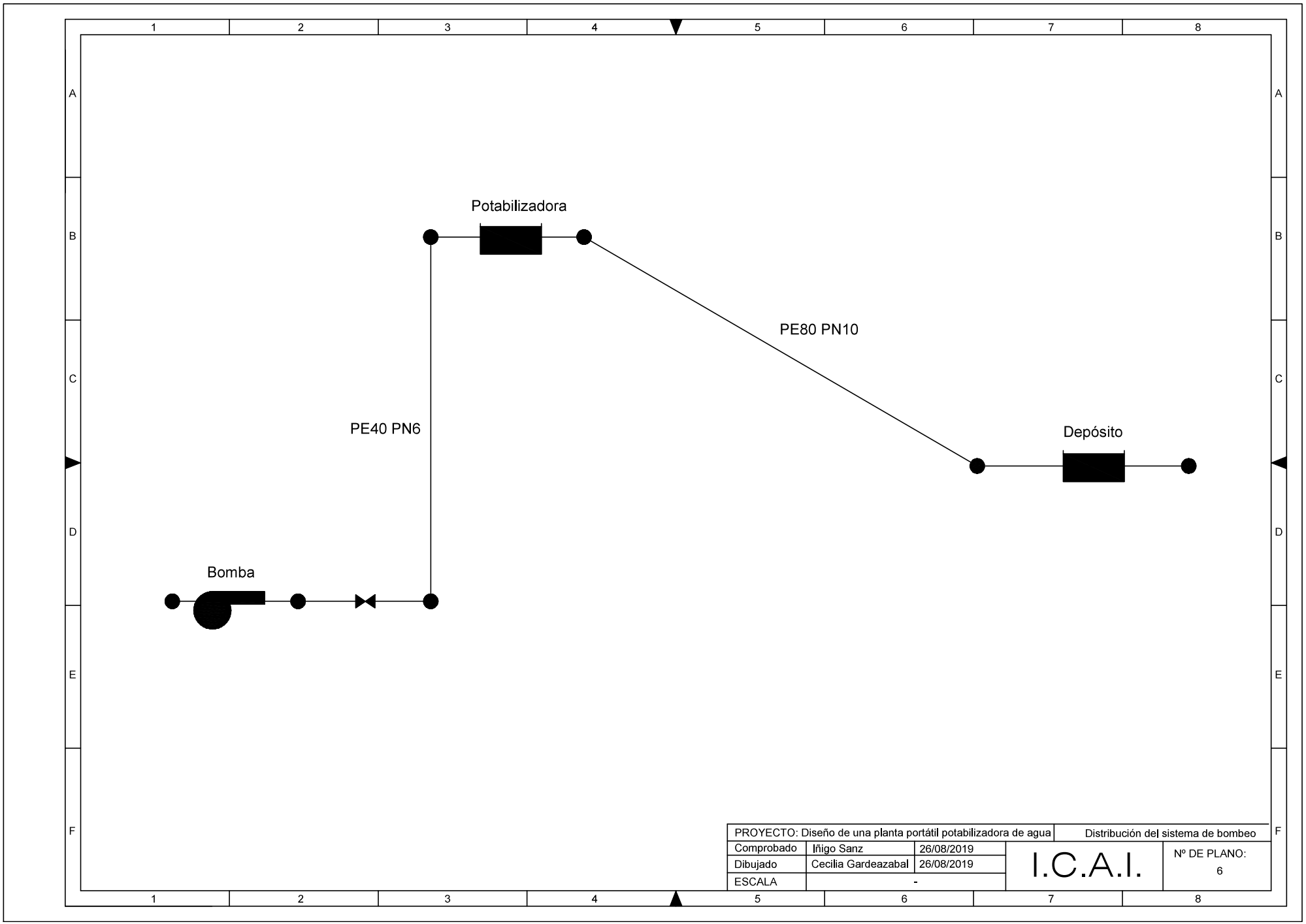
PROYECTO: Diseño de una planta portátil potabilizadora de agua			Válvula mariposa	
Comprobado	Iñigo Sanz	26/08/2019	I.C.A.I.	Nº DE PLANO: 3
Dibujado	Cecilia Gardezabal	20/08/2019		
ESCALA	-			



PROYECTO: Diseño de una planta portátil potabilizadora de agua			Cableado eléctrico del generador	
Comprobado	Iñigo Sanz	26/08/2019	I.C.A.I.	Nº DE PLANO: 4
Dibujado	Cecilia Gardezabal	22/08/2019		
ESCALA	-			



PROYECTO: Diseño de una planta portátil potabilizadora de agua			Potabilizadora	
Comprobado	Iñigo Sanz	26/08/2019	I.C.A.I.	Nº DE PLANO: 5
Dibujado	Cecilia Gardezabal	26/08/2019		
ESCALA	-			



PROYECTO: Diseño de una planta portátil potabilizadora de agua			Distribución del sistema de bombeo	
Comprobado	Iñigo Sanz	26/08/2019	I.C.A.I.	Nº DE PLANO: 6
Dibujado	Cecilia Gardezabal	26/08/2019		
ESCALA	-			

Parte IV PRESUPUESTO

Índice del presupuesto

1. Presupuesto..... 83

1.1 Coste de ciclo de vida 83

1.2 Coste inicial 84

1.3 Coste de la instalación y puesta en marcha..... 85

1.4 Coste de la energía 86

1.5 Coste de operación, mantenimiento y reparaciones..... 87

1.6 Presupuesto total 88

Índice de tablas

Tabla 1: Coste inicial de la instalación de bombeo 85

Tabla 2: Coste total de la instalación y puesta en marcha 86

Tabla 3: Coste energético total 87

Tabla 4: Coste de operación, mantenimiento y reparaciones 88

Tabla 5: Costes fijos y variables totales 88

Tabla 6: Presupuesto total 89

1. Presupuesto

El presupuesto total de la instalación será la suma de los costes fijos y los costes variables. A continuación, se estudia cada uno de ellos para poder establecer el valor de la suma de todos ellos.

1.1 Coste de ciclo de vida

El concepto de coste de vida de un equipo es el total de todos los costes a lo largo de su vida, incluyendo la compra, instalación, funcionamiento, mantenimiento y retirada. Se le denomina Life Cycle Costing, LCC. Algunos de estos costes son visibles fácilmente, como son los costes directos de la producción que engloban los costes de materias primas, energía y mano de obra. Por otro lado, están los costes de menor visibilidad. Estos son los costes indirectos para el fabricante, como la pérdida de productividad debida a los residuos, o los costes para la sociedad, como problemas de salud provocados por la contaminación.

El hecho de que los costes sean menos visibles no implica que estos no tengan impacto sobre la organización. Muchas veces, este tipo de costes que suelen darse durante el fin de vida del producto, son los más importantes. Las fases de producción y fabricación son las que suelen concurrir los gastos menos ocultos.

El LCC sirve también para el análisis desde distintos puntos de vista de los costes de un producto. Principalmente desde la perspectiva del productor y desde la perspectiva del consumidor. Los fabricantes utilizan el parámetro de los costes de producción, mientras que los compradores se centran en el precio final de compra que incluye los impuestos.

El análisis de ciclo de vida sirve por tanto para mejorar la eficiencia de los costes a lo largo de todas las fases de un producto. La ecuación del LCC es la mostrada a continuación:

$$LCC = C_{ic} + C_{in} + C_e + C_o + C_m + C_s + C_{amb} + C_d$$

Ecuación 1: Coste de ciclo de vida (Life Cycle Costing)

Donde:

- C_{ic} : Costes iniciales, precio de compra
- C_{in} : Costes de la instalación del equipo y de su puesta en marcha
- C_e : Costes de la energía consumida

- C_o : Costes de funcionamiento
- C_m : Costes del mantenimiento y la reparación del equipo
- C_s : Costes de avería, causan pérdida de la producción
- C_{amb} : Costes medioambientales
- C_d : Costes del desmantelamiento y la eliminación de los residuos

En el caso del coste de la vida útil de un sistema de bombeo, el periodo estar en el rango de 10 a 20 años. La inversión realizada al comprar la bomba suele representar alrededor de un 35 % del coste total, siendo muy importantes el coste de energía y mantenimiento, tal y como se muestra en la Figura 1.

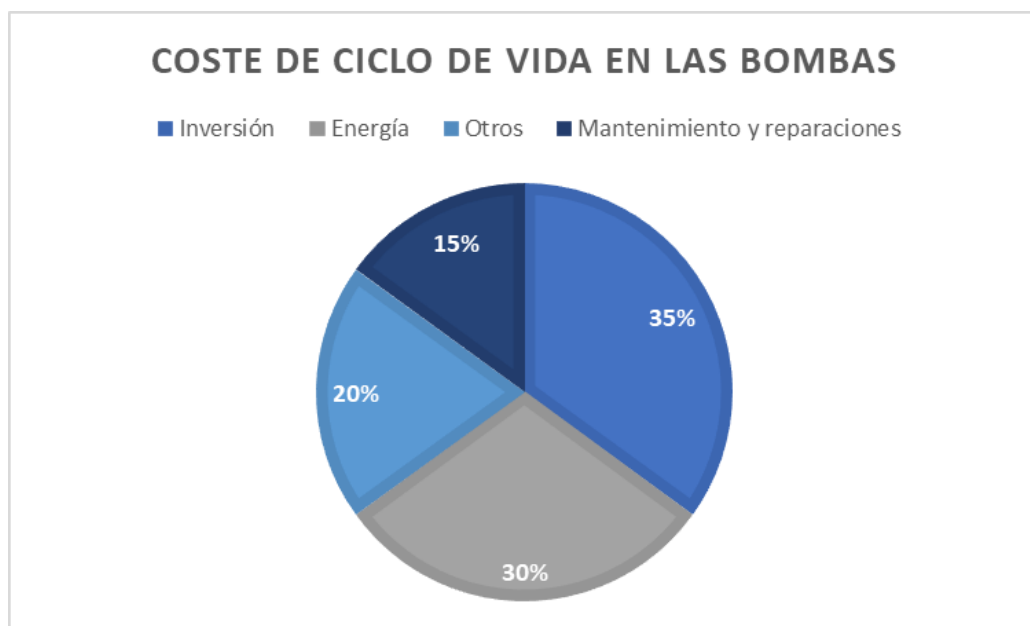


Figura 1: Coste de ciclo de vida en las bombas

En el caso concreto del proyecto, no se calculan todos los costes que forman parte de la Ecuación 1, ya que algunos como los medioambientales o desmantelamiento son cero. A continuación, se analizan todos los costes que implica la planta. Algunos de ellos son costes variables, que dependen de la cantidad de agua que se vaya a potabilizar. Estos no se pueden fijar ya que cada circunstancia requerirá que la instalación funcione durante distintos tiempos, hasta que se restablezcan los abastecimientos normales de agua potable.

1.2 Coste inicial

El coste inicial del proyecto es su coste de compra. Por lo tanto, se deben incluir en él todos los costes de los equipos, materiales y accesorios incluidos en la instalación. Este precio de compra se obtiene del catálogo de cada fabricante y se han ido especificando en la selección de cada aparato. A continuación, en la Tabla 1 se muestra cada uno de ellos.

Producto	Precio (€)	Cantidad	Total (€)
Bomba JS 12 W/WKS	1.200	1	1.200
Depósito GAC050	2.000	1	2.000
Potabilizadora IMA-P50	10.555	1	10.555
Rollo tubería PE40	1,10	100 metros	110
Rollo tubería PE80	0,48	25 metros	12
Reductor 2'' 1 ¼''	22	1	22
Boquilla de llenado DN25	35	1	35
Válvula mariposa DN32	70	1	70
Generador eléctrico KT2000LH	547,01	1	547,01
Depósito combustible Emilcaddy 55	202	1	202
Contenedor	2.050	1	2.050
TOTAL			16.803,01

Tabla 1: Coste inicial de la instalación de bombeo

Como se puede observar, el coste más alto de todos es el de la potabilizadora, que supone alrededor del 60% del coste total. Es el equipo más importante de la planta ya que será el encargado de asegurar la correcta calidad del agua.

Teniendo en cuenta todos los costes de compra de cada elemento de la instalación, se calcula que el coste inicial total es de dieciséis mil ochocientos tres con uno euros, 16.803,01 €.

1.3 Coste de la instalación y puesta en marcha

El coste de la instalación y puesta en marcha del sistema es una pequeña parte del coste total, ya que la planta se ha diseñado para que su puesta en marcha sea lo más sencilla posible. Se necesitará de dos operarios cualificados para instalar la bomba en la fuente de agua y realizar las conexiones entre los distintos equipos. La instalación no debería llevar más de un día, teniendo en cuenta que se deben hacer pruebas de funcionamiento antes de ponerla a disposición de la gente afectada.

Este coste también incluye el coste del transporte del contenedor hasta el lugar de destino. Mayoritariamente será el precio del barco desde el puerto origen hasta el puerto destino. Suponiendo que este esté situado a 7.000 kilómetros de distancia aproximadamente, se toma el coste medio de transporte directo de un contenedor entre un puerto de España y

otro situado a dicha distancia. Este precio es de 5.500 €, pero se duplicará teniendo en cuenta que el transporte es urgente y se deberá hacer rápidamente.

El presupuesto dedicado a la instalación y la puesta en marcha se muestra en la Tabla 2.

	Precio	N.º operarios	N.º días	Total (€)
Operario	12 €/día*operario	2	1	24
Transporte	11.000 €	-	-	11.024
	TOTAL			11.024

Tabla 2: Coste total de la instalación y puesta en marcha

Por lo tanto, el coste total de la instalación y puesta en marcha de la planta es de once mil veinticuatro euros, 11.024 €.

1.4 Coste de la energía

El coste de energía en el caso de las instalaciones de bombas, como se ha mostrado en la Figura 1, suele ser alrededor del 30 % del coste total. En este caso, el coste energético es solamente el coste del combustible necesario para alimentar el grupo electrógeno.

El volumen del tanque de combustible del grupo electrógeno es de 7,5 litros, y su consumo es de dos tanques por día a pleno funcionamiento, es decir, 15 litros/día. Aproximando el precio del litro de diésel a 0,70 euros, que es la media de su precio a nivel mundial, se calcula el coste energético de la siguiente forma:

$$\text{Precio diésel} = 0,70 \text{ €/l}$$

$$\text{Consumo de diésel} = 15 \text{ l/día}$$

$$C_e = 0,70 \frac{\text{€}}{\text{litro}} \times 15 \frac{\text{litros}}{\text{día}} \times 1 \frac{\text{día}}{45 \text{ m}^3} = 0,233 \text{ €/m}^3$$

Ecuación 2: Coste energético

De esta forma, se obtiene el coste energético por metro cúbico de agua que se consuma. No se puede fijar ya que dependerá del uso que se tenga que hacer de la planta según la situación de emergencia.

En la Tabla 3 se muestra el coste energético total de la planta.

	Precio (€/litro)	Litros al día	Total (€/m ³)
Diésel	0,70	15	0,233
	TOTAL		0,233

Tabla 3: Coste energético total

El coste energético total de la planta es de cero con veintitrés euros por metro cúbico de agua consumido, 0,233 €/m³.

1.5 Coste de operación, mantenimiento y reparaciones

Los costes de operación, mantenimiento y reparaciones se pueden juntar en uno único, ya que estas operaciones se realizan simultáneamente por la misma persona. La planta está preparada para un uso temporal y durante un tiempo reducido. Se necesitará siempre a un operario pendiente de su correcto funcionamiento, que se encargue de la revisión del depósito de agua, posibles obstrucciones en tuberías, limpieza de los filtros, nivel de combustible y aceite, funcionamiento de la bomba y potabilizadora... Se buscará evitar cualquier riesgo de avería, ya que es muy importante que durante el tiempo en el que el uso de esta planta de emergencia sea necesario, no haya ninguna rotura que paralice su funcionamiento y deje a los afectados sin acceso a agua potable.

La planta se ha diseñado de forma sencilla para que su operación pueda llevarse a cabo por una sola persona. Se necesitarán 3 turnos de 8 horas para completar las 24 horas de funcionamiento.

Se toma como referencia el salario mínimo que cobran operarios de este tipo en países subdesarrollados, en los que la probabilidad de catástrofe natural es mucho más elevada. Por lo tanto, se estima el coste de la siguiente forma:

$$\text{Salario} = \text{mínimo} \times n^{\circ} \text{ de meses}$$

$$\text{Salario} = \frac{270\text{€}}{\text{mes} \times \text{persona}} \times 12 \text{ meses} = 3240 \text{ €/persona}$$

$$C_m = 3240 \frac{\text{€}}{\text{persona} \times \text{año}} \times 3 \text{ personas} \times 1 \frac{\text{año}}{365 \text{ días}} \times 1 \frac{\text{día}}{45 \text{ m}^3} = 0,592 \text{ €/m}^3$$

Ecuación 3: Coste de operación, mantenimiento y reparaciones

El coste de la instalación se calcula en función del metro cúbico de agua que se vaya a potabilizar. Al tratarse de una bomba para situaciones de emergencia este valor dependerá del tiempo que se tarde en restaurar la normalidad del sistema de abastecimiento de agua y la planta ya no sea necesaria.

	Precio (€/persona*año)	N.º personas	Total (€/m³)
Operarios	3240	3	0,592
	TOTAL		0,592

Tabla 4: Coste de operación, mantenimiento y reparaciones

Así, se concluye que el coste de la instalación y puesta en marcha será de cero con quinientos noventa y dos euros por metro cúbico de agua, 0,592 €/m³.

1.6 Presupuesto total

Tal y como se ha calculado en los apartados anteriores, el presupuesto total tiene una parte fija y otras variables que dependen de la cantidad de agua tratada. Como coste fijo está el coste inicial de compra de todos los equipos que forman parte de la planta, y su puesta en marcha. Este precio no varía según el caso de uso. Los costes energéticos y de operación y mantenimiento se dan en función del metro cúbico de agua que se consume. Por lo tanto, en la Tabla 5 se muestra el coste total.

	Coste
COSTES FIJOS	
Coste inicial	16.803,01 €
Coste de la instalación y puesta en marcha	11.024 €
COSTES VARIABLES	
Coste de la energía	0,233 €/m³
Coste de operación, mantenimiento y reparaciones	0,592 €/m³
TOTAL	27.827,01 € + 0,825 €/m³

Tabla 5: Costes fijos y variables totales

Se concluye por tanto que el presupuesto total de la instalación es de veintisiete mil ochocientos veintisiete con uno euros más cero con ochocientos veinticinco euros por metro cúbico de agua tratada, 27.827,01 € + 0,825 €/m³.

Si se estima que la planta estará en funcionamiento durante un mes continuamente, se calcula el presupuesto total de la siguiente forma:

$$\text{Costes variables} = 0,825 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Consumo de agua mensual} = 45 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 1.350 \text{ m}^3/\text{mes}$$

$$\text{Costes variables mensuales} = 0,825 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \times \frac{1.350 \text{ m}^3}{\text{mes}} = 1.113,75 \text{ €/mes}$$

Ecuación 4: Costes variables mensuales

Por lo tanto, el presupuesto total para un mes se muestra en la Tabla 6:

	Coste
COSTES FIJOS	
Coste inicial	16.803,01 €
Coste de la instalación y puesta en marcha	11.024 €
COSTES VARIABLES MENSUALES	
Coste de la energía	314,55 €
Coste de operación, mantenimiento y reparaciones	799,20 €
TOTAL	28.940,76 €

Tabla 6: Presupuesto total

Por lo tanto, el presupuesto total, suponiendo un mes de uso, es de veintiocho mil novecientos cuarenta con setenta y seis euros, 28.940,76 €.

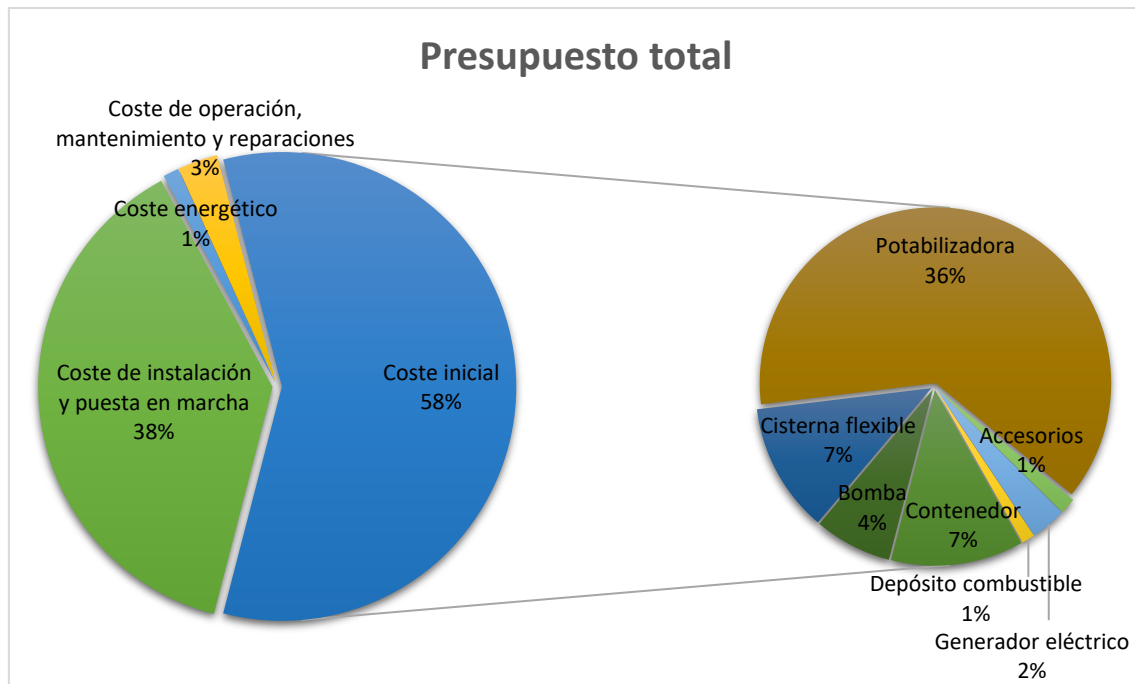


Figura 2: Porcentaje de cada coste

En la Figura 2 se observa que el coste inicial es el que mayor coste requiere, un 58% del total. Los costes fijos son los más altos, siendo el precio variable del agua de solamente 0,825 €/m³.

Parte V BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Memoria

- Riesgo de catástrofes naturales: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-46357919>
- Agua, saneamiento y salud: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/
- Potabilización: <http://www.carreteros.org/legislacionb/aguas/planificacion/articulos/a1.htm>
- Potabilización: Apuntes ICAI, asignatura desarrollo sostenible
- Asegurar agua en situaciones de desastres naturales: <https://blogs.iadb.org/agua/es/3405/>
- Agua en situaciones de emergencia: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/investigacion-y-tecnologia-en-salud/inventarios/inventario-tecn-de-agua-de-consumo-humano/provision-de-agua-en-emergencias/documento-tecnico-6/1790-el-agua-en-situaciones-de-emergencia/file>
- Suministro de agua en situaciones de emergencia: https://www.farmaceticosmundi.org/farmamundi/descargas/pdf/manual_agua_emergencias.pdf
- Turbomáquinas: <http://turbomaquinastermicasct3412.blogspot.com/p/conceptos-b.html>
- Turbomáquinas: Apuntes de ICAI, asignatura turbomáquinas

Cálculos

- Planta potabilizadora portátil: <https://www.iagua.es/noticias/espana/13/06/27/una-planta-potabilizadora-portatil-permite-beber-agua-no-contaminada-los-vecinos-de-gallegos-del-pan-32>
- Organización mundial de la salud: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/
- Material tuberías: <https://escobarsl.com/de-que-material-estan-hechas-las-tuberias-que-transportan-agua/>
- Tipos tuberías: <https://www.hidrotec.com/blog/tipos-de-tuberias-de-agua/>

Presupuesto

- Costes de ciclo de vida: <https://www.ecointeligencia.com/2016/07/lcc-analisis-costes-ciclo-vida/>
- LCC en las bombas: https://es.grundfos.com/Servicio_mantenimiento_bombas/buscar_enciclopedia/introduction-to-lcc.html

- Coste de ciclo de vida en las bombas:
<https://www.researchgate.net/publication/28125200> El coste de ciclo de vida en las bombas

Parte VI ANEXOS



 **INDUSTRIES TECHNOFLEX SA**

Ctra.d'Ullastrell, s/n , Pol. Sant Genís Apartado Correos 43
08191 RUBÍ (BARCELONA) Spain

Tel. +34 93 588 53 37 Fax. +34 93 697 37 54

www.technoflex.es / e-mail: technoflex@ficsa.com / www.ficoflex.com

Introducción/Introduction/Introduction

Desde 1957, la empresa FICOSA Internacional, S.A., a través de la empresa TRANSPAR IBÉRICA, empezó a fabricar depósitos de PVC para el sistema lava-para-brisas del SEAT 600.

Desde entonces y hasta nuestros días, INDUSTRIAS TECHNOFLEX ha ido incrementando su gama de productos en diversos sectores, y presenta ahora una gama de depósitos flexibles de alta resistencia para los sectores de la Agricultura, Ganadería, Servicio de Emergencia, etc...

Cisternas confeccionadas de un trenzado de poliéster de alta resistencia con capas de PVC según su finalidad.

Están diseñadas para contener cualquier tipo de líquido (de ahí la gran diversidad de materiales, opciones y espesores disponibles).

La instalación de nuestras cisternas flexibles de alta resistencia solo requiere una superficie perfectamente plana y horizontal (no se pueden enterrar, a no ser que sean ubicadas en sótanos).

Se pueden hacer a medida del consumidor para contener cualquier capacidad, desde 1m³ (1 000 litros) hasta 500 m³ (500 000 litros).

Nuestras cisternas flexibles no requieren licencia de obras.

Se pueden colocar de forma definitiva o provisional (son plegables y fáciles de instalar y desinstalar).

El líquido no sufre Evaporación. El agua en su interior no produce algas, ni plagas de insectos ni olores.

Las cisternas pueden ser fabricadas de diversos materiales. Capacidades de 1m³ a 500m³.

¡Reciclables al 100%! ¡Garantía de 10 años!

Depuis 1957, Ficosa International, SA par le bais de sa société TRANSPAR IBERICA, a commencé à produire des réservoirs PVC pour le système de nettoyage des pare-brises des voitures SEAT 600.

Depuis lors et jusqu'à aujourd'hui, FICOFLEX a augmenté la gamme de produits vers d'autres segments du marché et présente maintenant une gamme de réservoirs souples de haute résistance pour l'Agriculture, l'Élevage, les Services d'Urgence et autres secteurs.

Les réservoirs sont confectionnés d'un polyester torsadé de haute résistance avec des couches de PVC en fonction de leur utilisation.

Ils sont conçus pour contenir tout type de liquide. (d'où la grande diversité de matériaux et d'épaisseurs disponibles).

L'installation de nos réservoirs souple de haute résistance nécessite seulement une surface horizontale parfaitement plane. (ne peut être enterré, sauf si ils sont situés dans des caves).

Possibilité de confectionner les réservoirs selon la demande du consommateur, de 1m³ (1000 litres) jusqu'à 500 m³ (500 000 litres).

Nos réservoirs souples, ne nécessitent pas de permis de construire.

Ils peuvent être placés de façon permanente ou temporaire. (Ils sont pliables et faciles à installer et désinstaller).

Le liquide n'est pas soumis à l'évaporation. L'eau à l'intérieur ne produit pas d'algues, pas d'apparition d'insectes nuisibles ni de mauvaises odeurs.

Les réservoirs peuvent être fabriqués à partir de divers matériaux. Capacités de 1m³ a 500 m³.

100% recyclable! Garantie de 10 ans!

Since 1957, FICOSA International, SA through its company TRANSPAR IBERICA, started to produce PV tanks for the Windshield Cleaning system os SEAT 600.

Since then and up today, FICOFLEX has increased the product range to other market segments and now presents a range of high resistance flexible tanks for Agriculture, Livestock, Emergency services, etc. sectors.

Flexible tanks made with high resistance polyester thread fabric covered with several PVC layers upon its purpose.

They are designed to storage any kind of liquid. (due to high diversity of materials, options and thickness of material available).

The installation of our flexible tanks, only require a flat and horizontal surface, (the can not be located underground, unless it is a ventilated basement).

They are made under customer request and based on customer needs for any kind of capacity from 1m3 (1000 liters) up to 500 m3 (500 000 liters).

Our Flexible Tanks do not require planning permission.

You can placed them temporarily, (easy to fold, simple to install and always able to remove or relocate).

The content does not evaporate. The water in its interior does not produce algae, nor mosquitoes or odors whatsoever.

Our Flexible Tanks can be produced in different types of materials upon request our customer use. Available from 1m3 to 500 m3 of capacity.

100% recyclables fabric! 10 years of warranty!



Depósito de PVC soldado

Ilustración del primer depósito fabricado en 1957 por nuestra empresa para el SEAT 600.

Illustration du premier réservoir fabriqué en 1957 par notre société pour la SEAT 600.

Picture of the first tank produced by our company in 1957 for the SEAT/FIAT 600.

Gama de productos / Stockage d'eau / Water Storage

ALMACENAMIENTO DE AGUA/STOCK D'EAU/WATER STORAGE

Agua no potable hasta 50 m³	2
Agua no potable hasta 500 m³	4
Gama de lucha contra incendios hasta 500 m³	6
Agua potable hasta 500 m³	8
Gamme eau	2
Gamme eau de pluie	4
Gamme défense incendie	6
Gamme eau potable ACS	8
Water range to 50 m³	2
Water range to 500 m³	4
Range or fire protection to 500 m³	6
Drinking water range to 500 m³	8



ALMACENAMIENTO PARA LA AGRICULTURA/STOCKAGE AGRICOLE AGRICULTURAL STORAGE

Gama abonos líquidos	10
Gama purines hasta 500 m³	12
Biodigestor Emision	14
Gamme engrais liquide	10
Gamme effluents agricoles	12
Biodigestor Emision	14
Liquid fertiliser range	10
Range for farm effluent to 500 m³	12
Biodigestor Emision	14



ALMACENAMIENTO INDUSTRIAL/STOCKAGE INDUSTRIEL INDUSTRIAL STORAGE

Gama aguas residuales hasta 500 m³	18
Gama productos químicos y aceites minerales hasta 250 m³	20
Gamme eaux usées	18
Gamme produits chimiques	20
Waste water range to 500 m³	18
Range for chemicals and mineral oils to 250 m³	20



FABRICACIONES ESPECIALES/FABRICATIONS SPÉCIALES SPECIAL PRODUCTION

Gama balsa automontante	22
Gama recipiente de retención hinchable	22
Otros productos	22
Sistema de recolección de aguas pluviales	24
Gamme bassin automontant	22
Gamme Bac de rétention gonflable	22
Bassin de rétention	22
Kit de ramassage des eaux de pluie	24
Self-supporting basin range to 120 m³	22
Inflatable retention basin range	22
Others products	22
Raining water collection system	24



GAMA AGUA HASTA 50 m³ / GAMME EAU JUSQU'À 50 m³ / WATER RANGE TO 50 m³

APLICACIÓN/APPLICATION/APPLICATION

- 

- Recuperación de aguas pluviales.
 - Riego, lastre para pruebas de carga, almacenamiento...
 - Agua alimentaria autorizada para el consumo humano.
- 

- Récupération d'eau de pluie.
 - Arrosage, lest pour essai en charge, stockage tampon...
 - Eau alimentaire autorisée à l'export.
- 

- Rainwater collection.
 - Watering, ballast for service test, buffer storage...
 - Food water authorized for export.

TEJIDO TÉCNICO/TISSU TECHNIQUE / TECHNICAL FABRIC

- 

- ADB900 Fabric.
 - 100% woven polyester with PVC coating (900 g/m2 – Green).
 - UV stabilised.
 - Tear strength: 400 N.
 - Tensile strength: 400/360 DaN/5 cm.

PRINCIPALES VENTAJAS / PRINCIPAUX AVANTAGES / MAIN ADVANTAGES

- 

- Instalación rápida y fácil, tanto en exterior como en interior, bodega o sótano
 - Tejido reciclable al 100%
 - Móvil, modulable
 - Almacenamiento de agua de larga duración, protegido del aire: sin evaporación ni contaminación
 - Sin plagas de insectos
 - No requiere mantenimiento
 - Gran longevidad...
- 

- Quick and easy to install, outdoors or in, in a cellar or a crawl space.
 - 100% recyclable fabric.
 - Moveable, adjustable.
 - Long term water storage protected from air: no evaporation or contamination
 - No mosquitoes
 - No maintenance
 - Very hard wearing...
- 

- Installation rapide et aisée en extérieur ou en intérieur
 - Tissu recyclable à 100%
 - Stockage d'eau longue durée à l'abri de l'air: pas d'évaporation ni de contamination.
 - Mobile, modulable.
 - Pas de moustiques.
 - Pas d'entretien.
 - Grande longévité...



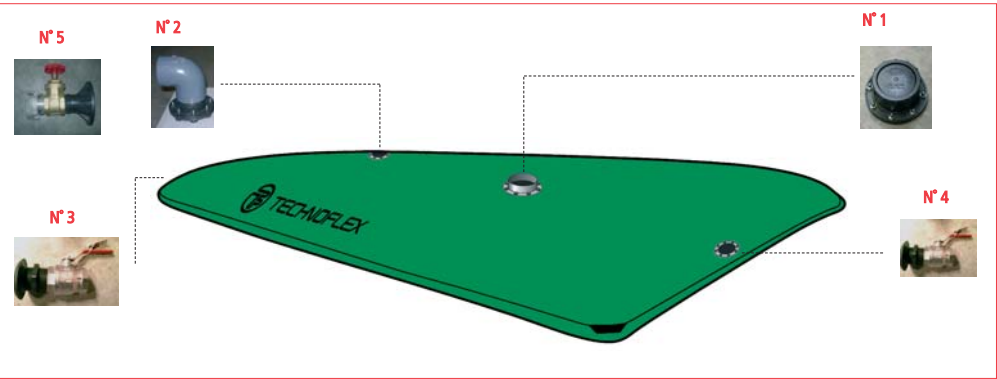
CARACTERÍSTICAS / CARACTERISTIQUES / FEATURES

Código artículo ADB900	Volumen en m³	Dimensiones en vacío en m	Altura máxima en m	Peso en vacío en kg
GAP001	1	2,45 x 1,48	0,50	15
GAP002	2	1,80 x 2,96	0,50	20
GAP003	3	2,50 x 2,96	0,60	25
GAP004	4	2,90 x 2,96	0,60	30
GAP005	5	3,35 x 2,96	0,80	32
GAP006	6	3,95 x 2,96	0,80	35
GAP007	7	4,50 x 2,96	0,80	40
GAP008	8	4,80 x 2,96	0,90	42
GAP010	10	5,50 x 2,96	0,90	45
GAP015	15	4,80 x 4,44	0,90	60
GAP020	20	6,10 x 4,44	1,10	75
GAP025	25	7,00 x 4,44	1,10	80
GAP030	30	6,25 x 5,92	1,20	100
GAP040	40	7,60 x 5,92	1,30	115
GAP050	50	9,25 x 5,92	1,30	135



Recuperación de agua en interior o exterior

ESQUEMA EQUIPAMIENTO ESTÁNDAR



La información, fotografías e ilustraciones no tienen valor contractual.

OPCIONES / OPTIONS / OPTIONS

Código artículo	Descripción	Código artículo	Descripción
ACIEVRA03	 Respiradero Ø 120 adicional	ACIVIGU21	 Derivación lateral adicional DN 80, con válvula guillotina y enchufe simétrico DN 80
ACIEVPV01	 Respiradero Ø 146 adicional	ACIPRGE01	 Funda para protección térmica de válvula
ACIEVTP03	 Rebosadero adicional DN 50	AEAYATU17	 Tubo flexible liso DN 50 para manguito de compresión
ACIELNI01	 Interruptores de nivel eléctrico, 10 ml de cables	AEAYATU12	 Tubo flexible anillado DN 50 (DN 55)
ACIVIZIP1	 Cierre hermético de cremallera, 1 ml	ACIRAPV02	 Manguito doble, de rosca, 2", para enchufar un manguito de compresión 2" en una válvula 1/4 de vuelta DN 50
ACIVTR23	 Derivación lateral adicional DN 25, con válvula 1/4 de vuelta	AEARACP04	 Manguito de compresión, de rosca 2", para conexionado a tubería bajante de canalón de tejado o sistema
ACIVTR22	 Derivación lateral adicional DN 50, con válvula 1/4 de vuelta	AEARASY06	 Enchufe simétrico acanalado, para tubo flexible reforzado DN 50/DC55
ACIVIGU02	 Derivación lateral adicional DN 50, con válvula guillotina y enchufe simétrico DN 50	TGEOTEX-S	 Geotextil. Tiras de 600 cm

Bomba Sumergible para Lodos JS 12

SULZER

Especificación

Bomba eléctrica sumergible. Sumergencia máxima: 20 m.
Protección IP 68. Temperatura máx. del líquido bombeado a máxima potencia y en servicio continuo: 40 °C.
Densidad máx. líquido: 1100 kg/m³. pH líquido bombeado: 5-8.
Paso de sólidos Ø 40 mm. Número máx. de arranques: 30/h.
El impulsor de máximo diámetro precisa que al menos la mitad del motor permanezca sumergido para uso en servicio continuo.
(La bomba puede trabajar tumbada.)

JS 12 W/WKS* -104** monofásica

JS 12 W/WKS* -114 monofásica

JS 12 D/DKS* -104** trifásica

JS 12 D/DKS* -114 trifásica

* opcional: boya de nivel incorporada, excl. 500 V

** diámetro de impulsor para funcionamiento con bajo nivel de agua o servicio intermitente en seco.

Motor eléctrico

Motor monofásico con condensador incorporado, 50 Hz.
Factor de servicio 1.1. Aislamiento clase F.
Potencia motor P_2 : 0,9 kW. Velocidad: 2770 rpm
 η : 65,2 (50 %), 71,1 (75 %), 69,0 (100 % load)

Tensión, V	230
Intensidad nominal, A	5,5

Motor trifásico de inducción con rotor en jaula de ardilla, 50 Hz.
Factor de servicio 1.1. Aislamiento clase F.
Potencia motor P_2 : 0,9 kW. Velocidad: 2770 rpm
Arranque directo con contactor incorporado.
 η : 78,0 (50 %), 76,0 (75 %), 70,5 (100 % load)

Tensión, V	230	400	500
Intensidad nominal, A	3,8	2,2	1,8

Cable de alimentación

20 metros tipo H07RN8-F:
4 x 1,5 mm² (trifásica)
3 x 1,5 mm² (monofásica)

Protección del motor

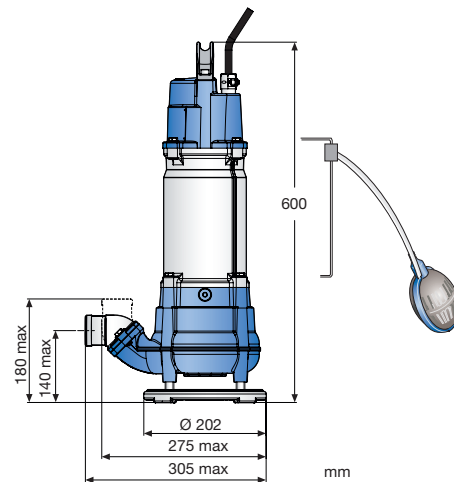
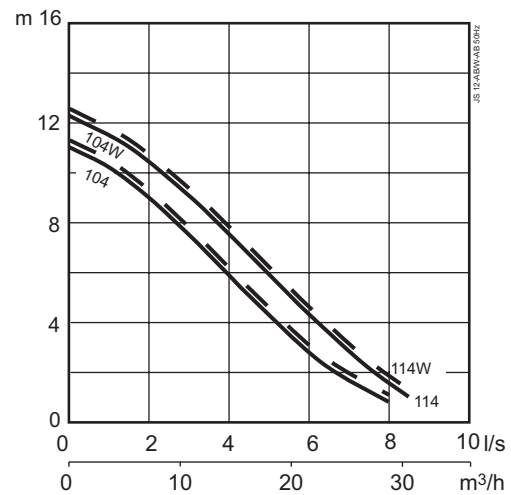
Sondas térmicas incorporadas en el bobinado del estátor (140 °C, ± 5).

Estanqueidad del eje

Doble junta mecánica en baño de aceite.
Inferior: Carburo de silicio sobre carburo de silicio.
Superior: Carburo de silicio sobre carburo de silicio.

Rodamientos

Superior: De una hilera de bolas
Inferior: De una hilera de bolas



Codos de descarga

2" (standard), 2 ½", 3" para manguera.
2", 2 ½", 3" rosca BSP GAS.

Peso

D: 19 kg, W: 20 kg (sin cable)

Opciones y accesorios

Ánodos de zinc. Recubrimiento de protección.
Guardamotors y cuadros eléctricos. Sistema de flotación.
Kit de reparación. Accesorios codos de descarga y manguera.

Materiales

Descripción	Materiales	EN	ASTM
Alojamiento del motor	Aluminio	EN 1706:AC-43100	ASTM AlSi10mg
Tornillería	Acero inoxidable	10088:X5CrNi18-10 (1.4301)	AISI 304
Eje del rotor	Acero inoxidable	10088:X20Cr13 (1.4021)	AISI 420
Voluta / Impulsor	Fundición nodular	1563:ENGJS-HB150	ASTM A536-80:60-40-18
Anillos tóricos	Caucho de nitrilo		

Emilcaddy® 55

[ES] Contenedor de polietileno para el transporte de combustibles (Gasolina, Gasóleo) homologado según la normativa ADR.

[PT] Contentores em polietileno para o transporte de combustíveis (gasolina, Gasóleo) aprovado de acordo com a norma ADR.



Disponible también para aceite.
Disponíveis também para óleo.



HOMOLOGADO UN / APROBACIÓN UN:	
Materias transportables / Materiais transportáveis	Gasóleo / Gasóleo UNI1202 Gasolina / Gasolina UNI1203 Etanol / Ethanol UNI1170*
Clases ADR / Classes ADR	3
Grupo embalaje / Grupo embalagem	II - III

* Para otras materias transportables pertenecientes a las Clases y a los Grupos Embalajes admitidos, dirigirse a Emiliana Serbatol.
Para outros materiais transportáveis pertencentes às Classes e aos Grupos Embalagem permitidos, dirija-se à Emiliana Serbatol.

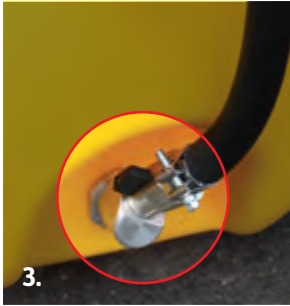
Disponible con alimentación mediante batería recargable.
Disponível com alimentação com bateria recarregável.



1.



2.



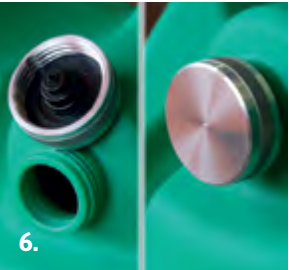
3.



4.



5.



6.



7.

Contenedores de polietileno lineal realizados mediante embudo giratorio, ideales para el reabastecimiento de pequeños vehículos operativos y medios ligeros o de deporte. Caracterizados por un diseño exclusivo, con dimensiones compactas para un fácil desplazamiento, disponen de asas ergonómicas para un desplazamiento y una elevación fáciles; además, disponen de ruedas anti-perforación adecuadas para los desplazamientos por cualquier superficie. Gracias a la estructura sin aristas vivas y a los nervios de refuerzo, para impedir deformaciones del tanque durante el uso y el transporte, son muy resistentes, una característica que se suma a las restantes propiedades del producto, esto es, levedad y facilidad de manejo. Cada contenedor puede llenarse tanto en horizontal como en vertical con la misma cantidad de combustible. La serie Emilcaddy, gracias a sus peculiaridades, es una herramienta segura y óptima para los reabastecimientos tanto en el campo profesional como deportivo, o pare el tiempo libre.

También está disponible la versión para Urea; para más información, consulte la sección AdBlue®/Urea.

Contentores em polietileno lineal realizados através de moldagem rotacional, ideais para o reabastecimento de pequenos veículos operativos e meios ligeiros ou de lazer. Caracterizados por um design exclusivo, com dimensões compactas para uma fácil movimentação, têm pegadas ergonómicas para uma movimentação e levantamento ideal; além disso têm rodas anti-perfuração adequadas para deslocamentos sobre qualquer superfície. A estrutura sem arestas afiadas e com nervuras de reforço, para impedir deformações do reservatório durante o uso e transporte, que lhes conferem grande robustez, característica que se junta às outras propriedades características do produto que são a leveza e a manobrabilidade. Cada contentor pode ser enchido tanto na horizontal como na vertical com a mesma quantidade de combustível. A série Emilcaddy, graças às suas peculiaridades, representa um instrumento seguro e ideal para reabastecimentos tanto no campo profissional como desportivo ou para os tempos livres.

Além disso está também disponível a versão para Urea; para mais informações consultar a secção AdBlue®/Urea.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Asa superior para un fácil agarre y elevación.
- Preparación para la fijación con fajas.
- Válvula de bola de seguridad.
- Tapón de carga con respiradero anti-vertidos.
- Asa inferior de elevación.
- Rueda anti-perforación y pie de apoyo.
- Soporte para pistola frontal.
- Abrazadera para soporte de la bomba.

MONTAJES:

- Emilcaddy® para GASÓLEO (Versión Amarillo),** disponible con:
- Bomba giratoria manual de aluminio con pistola manual y 3 m de tubo. (A)
 - Bomba eléctrica de 12 V o 24 V, capacidad de 40 l/min con 4 m de cable eléctrico, pinzas para la conexión a la batería, pistola manual y 3 m de tubo. (C)

- Emilcaddy® para GASOLINA (Versión Verde),** disponible con:
- Bomba giratoria manual para gasolina, de aluminio, con pistola manual y 3 m de tubo.
 - Bomba manual de pistón, para gasolina, homologada ATEX, 4 m de cable de puesta a tierra con pinzas de cocodrilo, pistola manual y 3 m de tubo antiestático. (B)
 - Bomba eléctrica de 12 V, capacidad de 45 l/min, certificada ATEX, 4 m de cable de puesta a tierra con pinzas de cocodrilo, pistola manual con 3 m de tubo antiestático. (D)
 - Bomba eléctrica de 12 V, capacidad de 45 l/min, certificada ATEX, 4 m de cable de puesta a tierra con pinzas de cocodrilo, pistola automática certificada ATEX con 3 m de tubo antiestático. (D)

- Emilcaddy® para ETANOL (Versión Verde),** disponible con:
- Bomba manual de pistón, para gasolina, homologada ATEX, 4 m de cable de puesta a tierra con pinzas de cocodrilo, pistola manual y 3 m de tubo antiestático. (B)

CAPACIDADES Y DIMENSIONES:

- Volumen: 55 l
- Ancho: 460 mm.
- Profundidad: 360 mm.
- Altura: 900 mm.
- Peso sin carga versión homologada para gasolina: 9 Kg.
- Peso sin carga versión solo Gasóleo: 8 Kg.

Código	Uso	Tipo de bomba	Pistola
EMILCADDY55B1M	Gasolina y Gasóleo / Gasolina e Gasóleo	Manual giratoria / Manual rotativa	Manual / Manuale
EMILCADDY55BATEXMAN	Gasolina y Gasóleo / Gasolina e Gasóleo	De pistón manual - ATEX / Com pistão manual - ATEX	Manual / Manuale
EMILCADDY55B1EX50	Gasolina y Gasóleo / Gasolina e Gasóleo	Con batería de 12 V - ATEX / Com bateria 12 V - ATEX	Manual / Manuale
EMILCADDY55B2EX50	Gasolina y Gasóleo / Gasolina e Gasóleo	Con batería de 12 V - ATEX / Com bateria 12 V - ATEX	Automática
EMILCADDY55G1M	Gasóleo	Manual giratoria / Manual rotativa	Manual / Manuale
EMILCADDY55GA101	Gasóleo	Con batería de 12 V / Com bateria 12 V	Manual / Manuale
EMILCADDY55GA102	Gasóleo	Con batería de 24 V / Com bateria 12 V	Manual / Manuale

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS:

- Manipulo superior para que seja facilmente pegado e elevado.
- Preparação para a fixação com cabos.
- Válvula de esfera de segurança.
- Tampa de enchimento com respiradouro anti-derrame.
- Manipulo inferior de levantamento.
- Roda anti-perfuração e pé de apoio.
- Suporte porta-pistola frontal.
- Apoio para suporte da bomba.

EQUIPAMENTOS:

- Emilcaddy® para GASÓLEO (Versão Amarelo),** disponível com:
- Bomba rotativa manual em alumínio com pistola manual e 3 m de tubo. (A)
 - Bomba elétrica 12 V ou 24 V, vazão 40 L/min com 4 m de cabo elétrico, pinças para ligação à bateria, pistola manual e 3 m de tubo. (C)

- Emilcaddy® para GASOLINA (Versão Verde),** disponível com:
- Bomba rotativa manual para gasolina, em alumínio, com pistola manual e 3 m de tubo.
 - Bomba manual com pistão, para gasolina, aprovada ATEX, 4 m de cabo de ligação à terra com pinça crocodilo, pistola manual e 3 m de tubo anti-estático. (B)
 - Bomba elétrica 12 V, vazão 45 L/min, certificada ATEX, 4 m de cabo de ligação à terra com pinça crocodilo, pistola manual com 3 m de tubo anti-estático. (D)
 - Bomba elétrica 12 V, vazão 45 L/min, certificada ATEX, 4 m de cabo de ligação à terra com pinça crocodilo, pistola automática certificada ATEX com 3 m de tubo anti-estático. (D)

- Emilcaddy® para ETANOL (Versão Verde),** disponível com:
- Bomba manual com pistão, para gasolina, aprovada ATEX, 4 m de cabo de ligação à terra com pinça crocodilo, pistola manual e 3 m de tubo anti-estático. (B)

CAPACIDADE E DIMENSÕES:

- Volume: 55 L.
- Largura: mm 460.
- Profundidade: mm 360.
- Altura: mm 900.
- Peso em vazio da versão aprovada para gasolina: 9 Kg.
- Peso em vazio da versão só Gasóleo: 8 Kg.



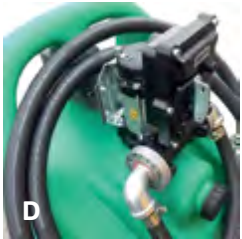
A



B



C



D

Accesorios / Acessórios



COD. FLT60MB

Filtro
Filtro de red de acero INOX de 60 µm, cuerpo y cabeza de aluminio. Combinable con la bomba con capacidad máxima de 40 l/min.



COD. ESFILTER

Filtro
Filtro de cartucho con elemento filtrante removible, realizado por Emiliana Serbatol; para Gasóleo, Gasolina y Etanol.



CÓD. CTLM24

Contador de litros digital mod. M24, para gasóleo. Contador de litros digital mod. M24, para gasóleo.



CÓD. CLTK24ATEX

Contador de litros digital mod. K24ATEX, para gasolina. Contador de litros digital mod. K24ATEX, para gasolina.

Plan de carga Plano de carga

N. piezas para expedición
N. de peças para expedição

Container 20"	72
Container 40"	176
Container 40" HC	176
Std truck 2700h mm	208

Emilcaddy® 110

- [ES] Contenedor de polietileno para el transporte de combustibles (Gasolina, Gasóleo) homologado según la normativa ADR; disponible también la versión en exención total ADR de acuerdo con el apartado 1.1.3.1 C ADR.

[PT] Contentor em polietileno para o transporte de combustíveis (Gasolina, gasóleo) aprovado segundo a norma ADR; disponível também a versão com isenção total de ADR de acordo com o parágrafo 1.1.3.1 C ADR.



Disponible también para aceite.
Disponíveis também para óleo.



HOMOLOGADO UN / APROBACIÓN UN:	
Materias transportables / Materiais transportáveis	Gasóleo / Gasóleo UN11202 Gasolina / Gasolina UN1203 Etanol / Ethanol UN1170*
Clases ADR / Classes ADR	3
Grupo embalaje / Grupo embalagem	II - III

* Para otras materias transportables pertenecientes a las Clases y a los Grupos Embalajes admitidos, diríjase a Emiliana Serbatol.
Para outros materiais transportáveis pertencentes às Classes e aos Grupos Embalagem permitidos, dirija-se à Emiliana Serbatol.

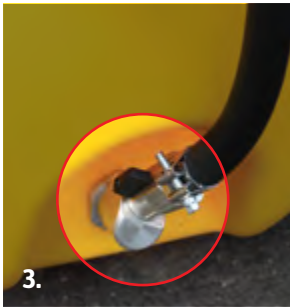
Disponible con alimentación mediante batería recargable.
Disponível com alimentação com bateria recarregável.



1.



2.



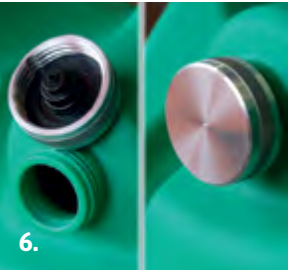
3.



4.



5.



6.



7.

Contenedores de polietileno lineal realizados mediante embutido giratorio, ideales para el reabastecimiento de pequeños vehículos operativos y medios ligeros o de deporte. Caracterizados por un diseño exclusivo, con dimensiones compactas para un fácil desplazamiento, disponen de asas ergonómicas para un desplazamiento y una elevación fáciles; además, disponen de ruedas anti-perforación adecuadas para los desplazamientos por cualquier superficie. Gracias a la estructura sin aristas vivas y a los nervios de refuerzo, para impedir deformaciones del tanque durante el uso y el transporte, son muy resistentes, una característica que se suma a las restantes propiedades del producto, esto es, levedad y facilidad de manejo. Cada contenedor puede llenarse tanto en horizontal como en vertical con la misma cantidad de combustible. La serie Emilcaddy, gracias a sus peculiaridades, es una herramienta segura y óptima para los reabastecimientos tanto en el campo profesional como deportivo, o para el tiempo libre.

También está disponible la versión para Urea; para más información, consulte la sección AdBlue®/Urea.

Contentores em polietileno lineal realizados através de moldagem rotacional, ideais para o reabastecimento de pequenos veículos operativos e meios ligeiros ou de lazer. Caracterizados por um design exclusivo, com dimensões compactas para uma fácil movimentação, têm pegadas ergonómicas para uma movimentação e levantamento ideal; além disso têm rodas anti-perfuração adequadas para deslocamentos sobre qualquer superfície. A estrutura sem arestas afiadas e com nervuras de reforço, para impedir deformações do reservatório durante o uso e transporte, que lhes conferem grande robustez, característica que se junta às outras propriedades características do produto que são a ligeireza e a manobrabilidade. Cada contentor pode ser enchido tanto na horizontal como na vertical com a mesma quantidade de combustível. A série Emilcaddy, graças às suas peculiaridades, representa um instrumento seguro e ideal para reabastecimentos tanto no campo profissional como desportivo ou para os tempos livres.

Além disso está também disponível a versão para Urea; para mais informações consultar a secção AdBlue®/Urea.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Asa superior para un fácil agarre y elevación.
- Preparación para la fijación con fajas.
- Válvula de bola de seguridad.
- Tapón de carga con respiradero anti-vertidos.
- Asa inferior de elevación.
- Rueda anti-perforación y pie de apoyo.
- Soporte para pistola frontal.
- Abrazadera para soporte de la bomba.

MONTAJES:

Emilcaddy® para GASÓLEO (Versión Amarillo), disponible con:

- Bomba giratoria manual de aluminio con pistola manual y 3 m de tubo. (A)
- Bomba eléctrica de 12 V o 24 V, capacidad de 40 l/min con 4 m de cable eléctrico, pinzas para la conexión a la batería, pistola manual y 3 m de tubo. (C)

Emilcaddy® para GASOLINA (Versión Verde), disponible con:

- Bomba giratoria manual para gasolina, de aluminio, con pistola manual y 3 m de tubo.
- Bomba manual de pistón, para gasolina, homologada ATEX, 4 m de cable de puesta a tierra con pinzas de cocodrilo, pistola manual y 3 m de tubo antiestático. (B)
- Bomba eléctrica de 12 V, capacidad de 45 l/min, certificada ATEX, 4 m de cable de puesta a tierra con pinzas de cocodrilo, pistola manual con 3 m de tubo antiestático. (D)
- Bomba eléctrica de 12 V, capacidad de 45 l/min, certificada ATEX, 4 m de cable de puesta a tierra con pinzas de cocodrilo, pistola automática certificada ATEX con 3 m de tubo antiestático. (D)

Emilcaddy® para ETANOL (Versión Verde), disponible con:

- Bomba manual de pistón, para gasolina, homologada ATEX, 4 m de cable de puesta a tierra con pinzas de cocodrilo, pistola manual y 3 m de tubo antiestático. (B)

CAPACIDADES Y DIMENSIONES:

- Volumen: 110 l
- Ancho: 460 mm.
- Profundidad: 440 mm.
- Altura: 1100 mm.
- Peso sin carga versión homologada para gasolina: 13 Kg.
- Peso sin carga versión solo Gasóleo: 12 Kg.

CAPACIDADE E DIMENSÕES:

- Volume: 110 L.
- Largura: mm 460.
- Profundidade: mm 440.
- Altura: mm 1100.
- Peso em vazio da versão aprovada para gasolina: 13 Kg.
- Peso em vazio da versão só Gasóleo: 12 Kg.

Plan de carga

N. piezas para expedición
N. de peças para expedição

Container 20"	72
Container 40"	176
Container 40" HC	176
Std truck 2700h mm	208

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS:

- Manipulo superior para que seja facilmente pegado e elevado.
- Preparação para a fixação com cabos.
- Válvula de esfera de segurança.
- Tampa de enchimento com respiradouro anti-derrame.
- Manipulo inferior de levantamento.
- Roda anti-perfuração e pé de apoio.
- Suporte porta-pistola frontal.
- Apoio para suporte da bomba.

EQUIPAMENTOS:

Emilcaddy® para GASÓLEO (Versão Amarelo), disponível com:

- Bomba rotativa manual em alumínio com pistola manual e 3 m de tubo. (A)
- Bomba elétrica 12 V ou 24 V, vazão 40 L/min com 4 m de cabo elétrico, pinças para ligação à bateria, pistola manual e 3 m de tubo. (C)

Emilcaddy® para GASOLINA (Versão Verde), disponível com:

- Bomba rotativa manual para gasolina, em alumínio, com pistola manual e 3 m de tubo.
- Bomba manual com pistão, para gasolina, aprovada ATEX, 4 m de cabo de ligação à terra com pinça crocodilo, pistola manual e 3 m de tubo anti-estático. (B)
- Bomba elétrica 12 V, vazão 45 L/min, certificada ATEX, 4 m de cabo de ligação à terra com pinça crocodilo, pistola manual com 3 m de tubo anti-estático. (D)
- Bomba elétrica 12 V, vazão 45 L/min, certificada ATEX, 4 m de cabo de ligação à terra com pinça crocodilo, pistola automática certificada ATEX com 3 m de tubo anti-estático. (D)

Emilcaddy® para ETANOL (Versão Verde), disponível com:

- Bomba manual com pistão, para gasolina, aprovada ATEX, 4 m de cabo de ligação à terra com pinça crocodilo, pistola manual e 3 m de tubo anti-estático. (B)



A



B



C



D

Accesorios / Acessórios



COD. FLT60MB

Filtro
Filtro de red de acero INOX de 60 µm, cuerpo y cabeza de aluminio. Combinable con la bomba con capacidad máxima de 40 l/min.



COD. ESFILTER

Filtro
Filtro de cartucho con elemento filtrante removible, realizado por Emiliana Serbatol; para Gasóleo, Gasolina y Etanol.

Filtro
Filtro de rede em aço INOX de 60 µm, corpo e cabeça em alumínio. Acoplável apenas à bomba com vazão máxima 40 l/min.

Strainer
Filtro de cartucho com elemento filtrante amovível, fabricado pela Emiliana Serbatol; para Gasóleo, Gasolina e Etanol.



CÓD. CTLM24

Contador de litros digital mod. M24, para gasóleo. Contador de litros digital mod. M24, para gasóleo.

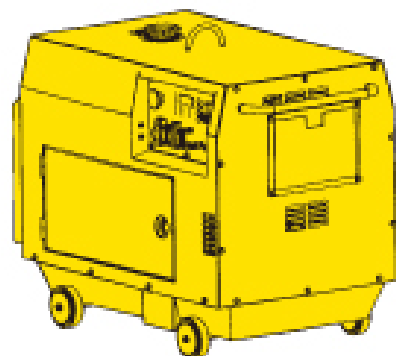


CÓD. CLTK24ATEX

Contador de litros digital mod. K24ATEX, para gasolina. Contador de litros digital mod. K24ATEX, para gasolina.

OPERATION MANUAL

PLEASE READ THIS MANUAL CAREFULLY.
IT CONTAINS IMPORTANT SAFETY INFORMATION.



DIESEL GENERATOR

SINGLE-PHASE:

KDE2200X/E
KDE3500X/E/T
KDE5000X/E/T
KDE8500X/E/T/TA
KDE8700T/TA
KDA8700TA/TAO

THREE-PHASE:

KDE8700T3/TA3
KDA8500TA3/TA03

PREFACE

Thank you for purchasing diesel generators.

This operation manual will tell you how to operate and service your generation set correctly.

Please read this manual before using the generating set to ensure the proper operation. Follow the instructions to keep your generating set in the best working condition and extend the life of it. If you have any comments or problem, please contact with our sales company or the authorized agent.

This manual deals with the general items of the diesel generating set. However, the manual may vary with the development of the products in the future.

Please give special attentions to warnings and cautions.



WARNING

Failure to properly follow these precautions can result in property damage, serious injury or DEATH!

Read all labels and the owner's manual before operating this generator.

Operate only in well ventilated areas. Exhaust gas contains poisonous carbon monoxide, and can be deadly. Always stop engine before refueling. Wait 5 minutes before restarting.

Check for spilled fuel or leaks. Clean and/or repair before use.

Keep any sources of ignition away from fuel tank, at all times.



WARNING

Indicates that the severe personal injury even death will result if the instructions are not followed.



CAUTION

Indicates that the serious personal injury or equipment damage will result if the instructions are not followed.

The diesel generating set will meet your requirement if you operate it according to the manual instruction. Otherwise serious personal injury and equipment damage will result.

So, The reconfirms that you must to read and understand this manual before operating the generating set.

CONTENTS

1. Main Technical Specifications and Data	1
2. Configuration.....	3
3. Preparation for Starting	6
4. Start the Generating Set	10
5. Operate the Generating Set	15
6. Load	16
7. Stop the Generating Set	19
8. Periodic Checks and Service	20
9. Long-term Storage	24
10. Troubleshooting and Remedy	25

1. MAIN TECHNICAL SPECIFICATIONS AND DATA

1.1 Main Technical Specifications and Data

Model		KT2000LH KT2000LE		KT3500LH KT3500LE KT3500SE		KT5000LH KT5000LE KT5000SE KT6500SE		KT6000LH KT6000LE KT6000SE KT6700SE		KT5000SE3 KT6000SE3 KT6500SE3 KT6700SE3	
Item		50	60	50	60	50	60	50	60	50	60
Rated frequency (Hz)		1.7	2	2.8	3.3	4.2	5	5.5	6.3	5.5kVA	6.3kVA
Rated power (kVA)		230	240/120	230	240/120	230	240/120	230	240/120	400/230	416/240
Rated voltage (AC) (V)		7.4	8.3/16.7	12.2	13.8/27.5	18.3	20.8/41.7	19.6	20.8/41.7	7.9	8.7
Rated current (AC) (A)		3000	3600	3000	3600	3000	3600	3000	3600	3000	3600
Rated revolution speed (r/min)											
Phase No.		Single phase									
Power factor (cos φ)		1									
Excitation mode		Controlled silicon self excitation constant voltage									
DC output		12V/8.3A									
Operation mode		12 hour continuous running									
Structure mode		LH/LE: Frame type SE: Hand cart type									
Coupling method		Transmission rigid connection									
Gross weight (kg)		53	LH/LE: 65 SE: 140		LH/LE: 95 SE: 171		LH/LE: 95 SE: 171		LH/LE: 95 SE: 171		
Overall dimensions (L×W×H)(mm)		575×400×500	LH/LE: 640×480×530 SE: 830×520×740		LH/LE: 720×480×645 SE: 910×520×740		LH/LE: 720×480×645 SE: 910×520×740		LH/LE: 720×480×645 SE: 910×520×740		

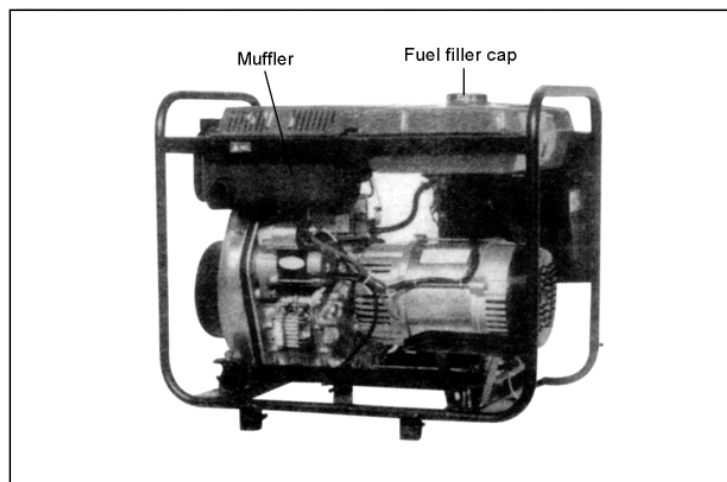
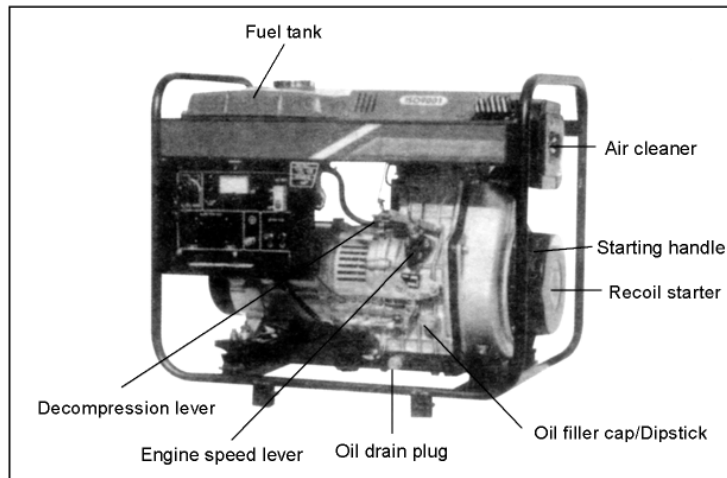
Generating Set

Model		KDE2200X KDE2200E		KDE3500X KDE3500E KDE3500T		KDE5000X KDE5000E KDE5000T		KDE6500X/E KDE6500T/TA KDE6700T/TA KDA6700TA KDA6700TAO		KDE6500X3/E3 KDE6500T3 KDE6700T3/TA3 KDA6700TA3 KDA6700TAO3	
Item	Model	L170FG		CEX: L178FG T: L178FGE		CEX: L178FG T: L178FGE		CEX: L186FG T: L186FGE		L186FAG	
	Type	4-stroke, single-cylinder, air-cooled, direct Injection diesel engine									
	Continual output (kW/rpm)	2.5	2.8	3.7	4	5.7	6.3	5.7	6.3	5.7	6.3
	Max. Power (kW/rpm)	2.8	3.1	4	4.4	6.3	6.6	6.3	6.6	6.3	6.6
	Bore X stroke (mm)	70 x 55		78 x 62		86 x 70		86 x 72		86 x 72	
	Displacement (L)	0.211		0.296		0.406		0.418		0.418	
	Cooling system	Forced air-cooled system									
	Lubricating system	Pressure splashing									
	Lube oil capacity (L)	0.75		1.1		1.65		1.65		1.65	
	Starting system	CX: Recoil starter T.E: Electric starter									
	Fuel oil	Diesel oil									
	Fuel oil tank volume (L)	7.5		CEX: 13.5 T: 12.5		CEX: 15 T: 16		CEX: 15 T: 16		CEX: 15 T: 16	
	Low oil alarm system	with									
Engine											

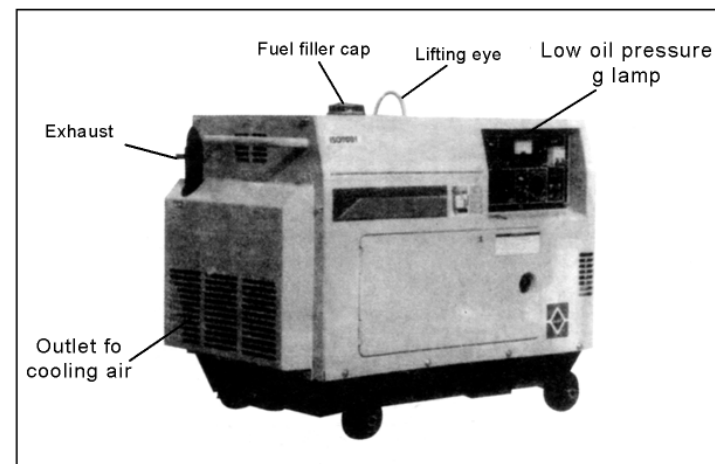
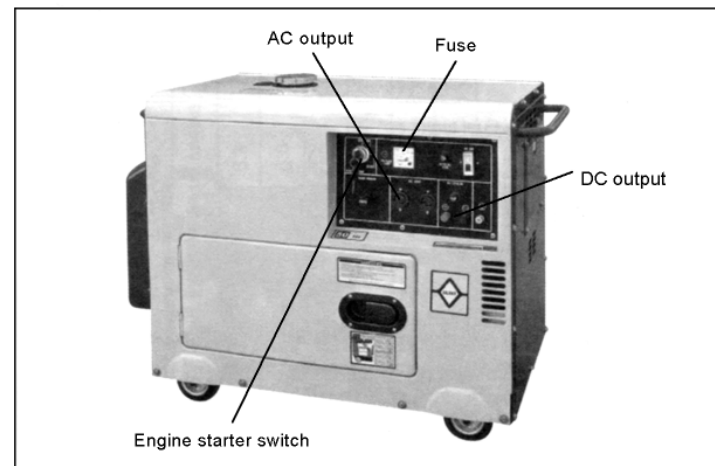
Note: A is intelligent control panel

2. CONFIGURATION

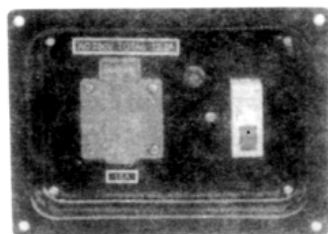
2.1 Parts name



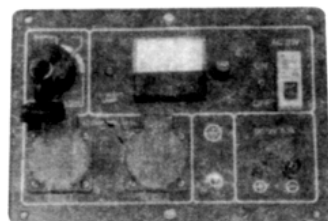
2.1 Parts name



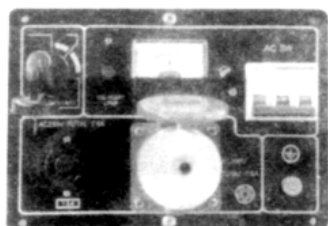
2.2 Control panel



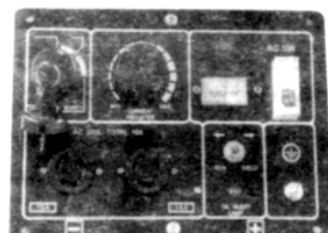
C type panel



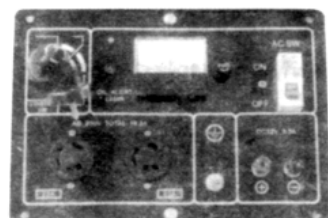
E type panel
E model receptacle panel



E3 type three-phase panel



EW welding panel



E type basic model panel



E type panel
A model double voltage panel



Intelligent control panel

3. PREPARATION FOR STARTING

3.1 Selection and handling of the fuel oil

■ Selection of fuel oil

Only use the light diesel, which is most suitable for the engine.

■ Keep dust and water out of the fuel

When filling the fuel tank from drums, make sure that no dust or water is mixed in the fuel. Otherwise the serious fuel injection pump and nozzle problems will result.

■ Do not overfill

Overfilling is very dangerous. Do not fill the tank beyond the top of the red plug inside the fuel oil filter.

⚠ WARNING

- Refuel in a well-ventilated area with the engine stopped.
- Do not smoke or allow flames or sparks in the area where the engine is refueled or where the fuel oil stored.
- Do not overfill the tank, make sure the filler cap is securely closed after refueling.
- Be careful not to spill fuel when refueling. If any fuel is spilled, make sure the area is dry before starting the engine.

3.2 Check and refill the engine oil

⚠ WARNING

- Always check the engine oil level with the generating set on a level surface before starting and refill if necessary.
- The engine may be damaged if operated with insufficient engine oil, it is also dangerous to refill too much engine oil as sudden increase in engine speed may be caused by its combustion.

⚠ CAUTION:

The KDE series generating set are equipped with low oil warning system. This system will stop the engine automatically when the oil level falls below the lower level. This prevents accidents such as bearing seizures, etc.

■ **Select the most applicable engine oil**

It is very important to select the applicable engine oil for keep up the performance and life of the generating set. If inferior engine oil is used, or if your engine oil is not replaced periodically, the risk of piston seizure, piston ring sticking and accelerated wear of the cylinder liner, bearing and other moving components increases significantly. So the generating set life will be shortened. recommends CC/CD oil classified by API. Choose the applicable viscosity oil according to the local ambient temperature.

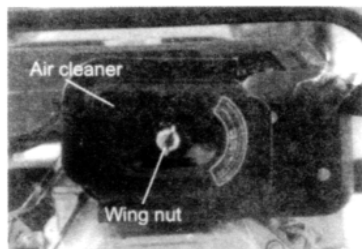
3.3 Service the air cleaner

1. Screw off the wing nut, remove the air cleaner cover and take out the element.

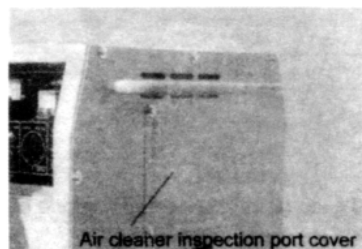
⚠ CAUTION:

- Do not wash the element with detergent.
- Replace the element when its output decrease or a bad exhaust color is noticed.
- Never run the generating set without the element, otherwise the rapid engine wear will result.

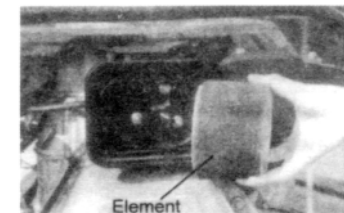
X/E type



T type



2. Reattach the air cleaner cover and screw on the wing nut.



3.4 Check the generating set

1. Turn off the main switch and any other loads.

⚠ WARNING:

- Be sure to turn off the main switch before starting.
- The generating set should be earthed to prevent electric shocks.



⚠ WARNING:

- The generating set should be earthed to prevent electric shocks.



2. Handling of dual voltage type generating sets

Be sure to place the changeover switch in the correct position for the rated voltage of the working instrument.



⚠ CAUTION

- The main switch should always be kept in the "ON" position during operation.
- Before starting the engine, be sure to turn the switches of the working instrument (lighting apparatus, motor, etc.) to their "OFF" position. If the switches are not "OFF", the sudden application of load when the engine is started could be very dangerous.

3-5 How to open the cabinet door and covers of The LDE series generating set

1. Open the cabinet door for daily inspection. Turn the lever counterclockwise and raise the door.
2. Loosen the bolt of the air cleaner check port cover to check the air cleaner.
3. Screw off the wing nut to open the cover, then check the nozzle cover.

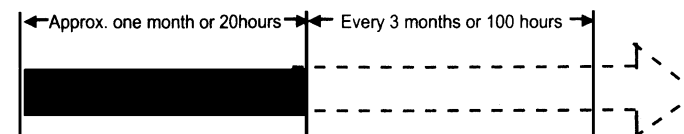


3.6 Break-in period operation

The first 20hrs are the break-in period of the engine, the operator must obey to following items:

- Warm up the engine 5 minutes after the initial starting. Run the engine at low speed and zero load before the engine becomes warm.

- Avoid applying any heavy loads during the break-in period. KIPOR recommends to run the engine at 3000r/min with 50% load in break-in period. Replace the engine oil on time.
- Replace the engine oil while the engine is warm after 20-hours -running, the old engine oil will be drained out completely.



4. START THE GENERATING SET

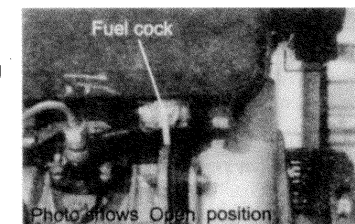
⚠ WARNING

- Do not hook up tools or other apparatus to the generating set before starting.

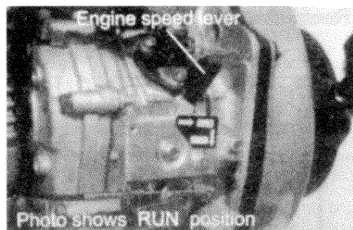
4-1 Recoil starting

Start the engine according to the following procedures:

1. Open the fuel cock.



2. Set the engine speed lever at the RUN position.



3. Pull out the recoil starter handle.

- Pull out the handle until you feel the resistance, then return it back to the initial position.
- Press down the decompression lever. It will return automatically when the recoil starter is pulled.
- Pull out the recoil starter handle briskly with both hands.



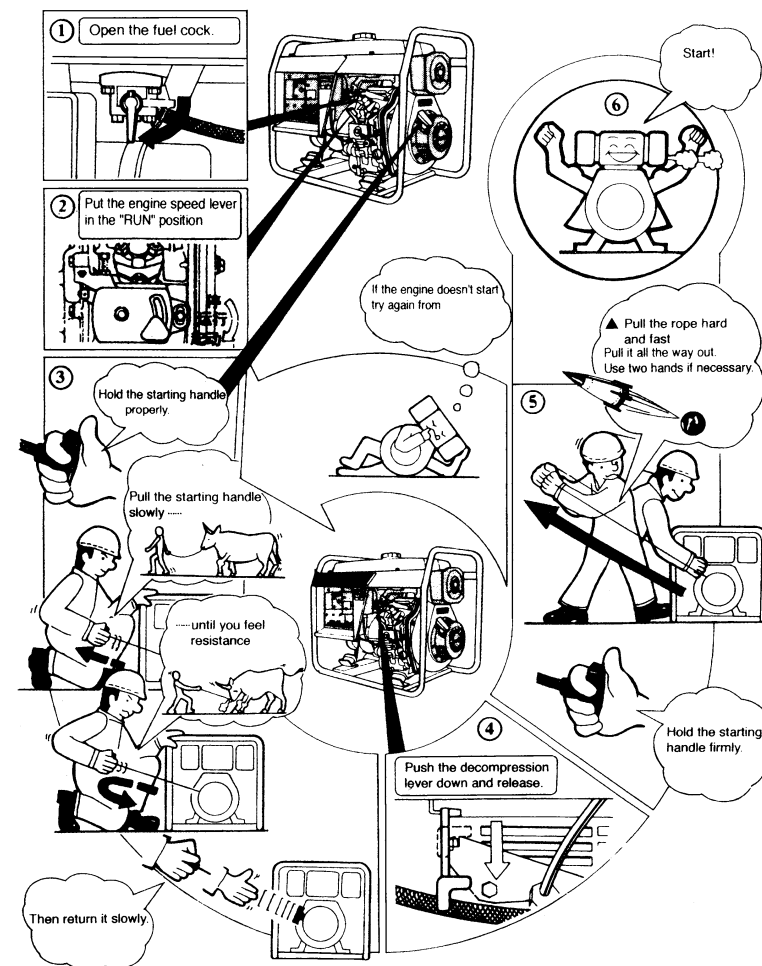
! CAUTION

- Do not allow the handle grip to snap back against the engine. Return it gently to prevent damage to the starter.
- When the engine is difficult to start in cold weather, remove the screw plug from the cylinder head cover and add 2cc engine oil.

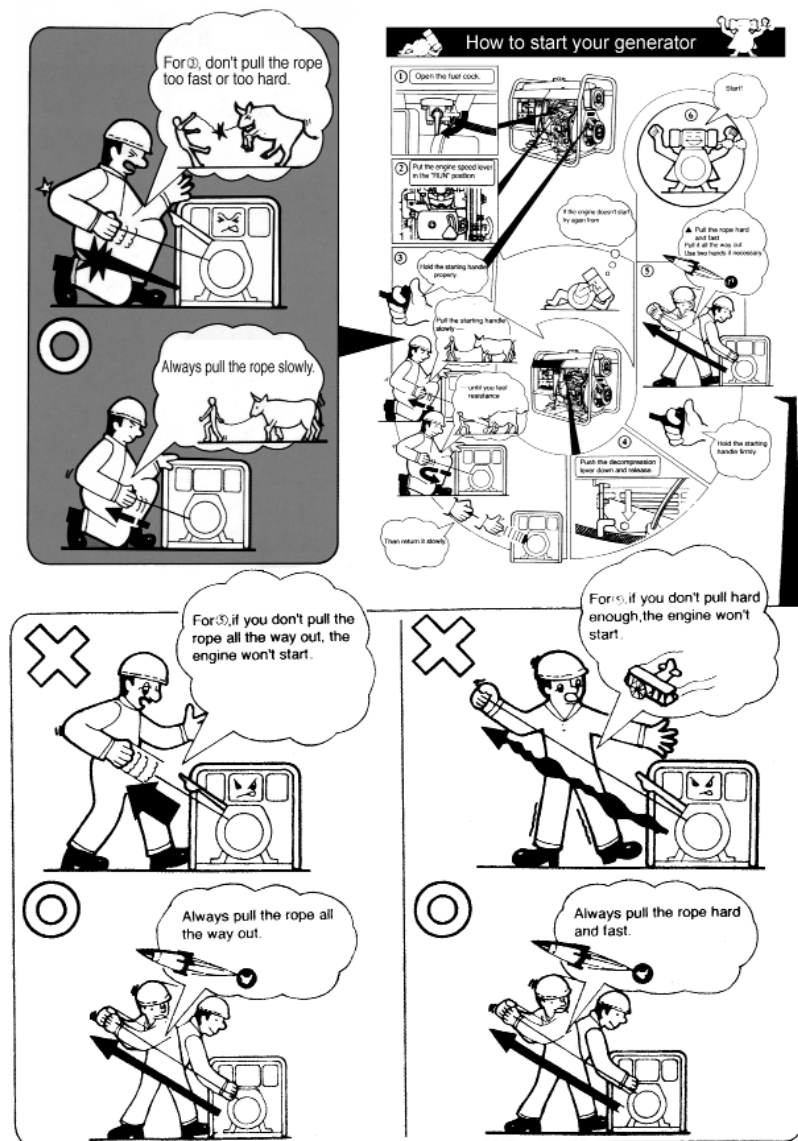
! CAUTION

- Always screw on the screw plug on the cylinder head cover except filling, to prevent the rain and dirty flowing into the engine body. Otherwise the quick wear of the internal parts and other serious problems will result.

Recoil starting



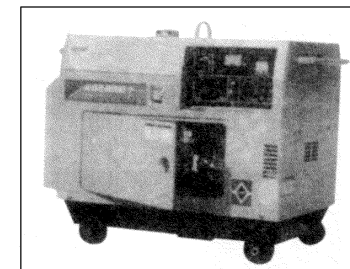
Recoil starting



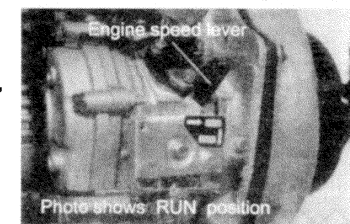
4.2 Electric starting

1. Starting (The preparations for electric starting are the same as for the recoil starting.)

- Open the fuel cock.



- Set the engine speed lever at "RUN" position.



- Turn the starting key clockwise to "START" position. Remove your hand from the key as soon as the engine starts. If the starting motor does not start after 10 seconds, wait 15 seconds before starting it again.

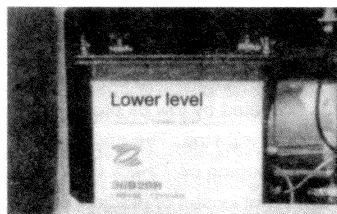


⚠ CAUTION

- Run the starting motor for long time will cost the battery power greatly even burn out the motor.
- Always leave the starting key at "ON" position while the engine is running.

2. Battery

Check the battery electrolyte level every month. Refill the distilled water until the upper limits if the electrolyte dropped to the lower limits.



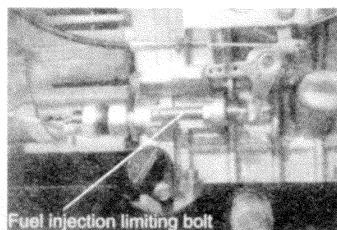
! CAUTION

- If the electrolyte level is too low, the engine may fail to start because there is not sufficient power. On the other side, if the electrolyte level is too high, the fluid will corrode the surrounding parts. Do keep the electrolyte level between the upper and lower limits.

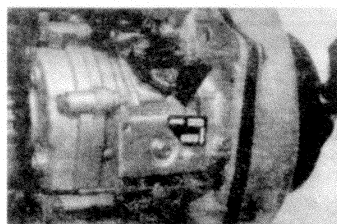
5. OPERATE THE GENERATING SET

5.1 Operate the generating set

1. Warm up the engine without load three minutes.



2. Concerning the generating set with Low Oil Warning System, check that the Oil Alarm Lamp is not lit.



! CAUTION

- For the generating set with Low Oil Warning System, the Oil Alarm Lamp will be activated by low oil pressure or engine oil shortage, simultaneously, the engine will stop. The engine will stop immediately if restarted without refilling the engine oil. Check the oil level and refill.
- Do not loosen or readjust either the engine speed limiting bolt or fuel injection limiting bolt, otherwise, the performance will be affected.

5.2 Checks during the running

1. Whether there is abnormal sound or vibration;
 2. Whether the engine misfires or runs rough;
 3. Check the color of the exhaust. (Is it black or too white?)
- If you notice any of the above-mentioned phenomenon happened, stop the engine and find out the fault cause or contact with KIPOR agent.

! CAUTION

- If the engine has been running, the muffler will be very hot. Be careful not to touch the muffler.
- Never refill the fuel tank while the engine is running.

6. LOAD

! CAUTION

- Do not start 2 or more machines simultaneously. Start them one by one.
- Do not use floodlights together with other machines.

6.1 AC application

1. Be sure to run the generating set at rated speed, otherwise AVR(Automatic Voltage Regulator) will produce the forced excitation. If the running is for a long time under such condition, AVR will be burned out.
2. After switching on the air switch, observe the voltmeter on the panel of the control cabinet, the voltmeter should point to $230V \pm 5\%(50Hz)$ for single-phase generating set; $400V \pm 5\%(50Hz)$ for three-phase generating set, then the loading can be carried out.
3. When the double voltage generating set changes over the voltage, the air switch should be set at "OFF" position. Otherwise the generating set and electric devices will be burned out and damaged.
4. Connect the equipment to the generating set in order. For the matter of the motor load, firstly the heavy-duty motor should be connected, then the light-duty motors. If the operation is false, the generating set will lag or stop suddenly. It is necessary to unload the generating set immediately and turn off the main switch and do checks.
5. Three-phase generating set
 - Balance three phases during the operation. Stop the engine for check if the tolerance exceed 20%. Be sure to keep the tolerance among three phases less than 20%.
 - The load for each phase must below the rated load as well as the current must less than rated current.
A,B,C,D(or U, V, W, N) phase arrangement should be from left to right, or clockwise.
 - Concerning starting the three phase asynchronous motors, first start the heavy-duty motors, then start the light-duty motors.

NOTE

- If overloading of the circuit trips the AC circuit protector, reduce the electrical load on the circuit, and wait a few minutes before resuming operation.

6.2 DC application

1. DC terminals are only for charging 12V battery.
2. Set the air switch at "OFF" position while charging. On the 12V output terminals, a charge switch can be connected so the switch can be used for on-and-off purpose.
3. Concerning the automatic type battery with the leads, be sure to disconnect the negative leads of the battery while charging.

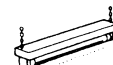
CAUTION

- Connect the positive and negative poles of the battery with the positive and negative poles of DC terminals separately. Do not confuse them, otherwise the battery and generating set will burn out.
- Do not connect the positive pole of the battery with its negative pole, otherwise the battery damage will result.
- Do not connect the positive pole of the DC terminal with its negative pole, otherwise the generating set damage will result.
- When a large capacity battery is charged, excessive current flows, the fuse for the direct current will burn out.
- Do not run the generating set while it is still connected with the battery.
- Do not use DC12V and AC at the same time.

CAUTION

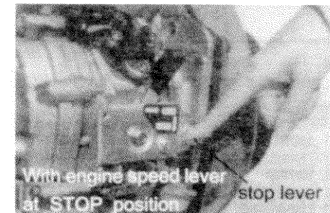
- Battery exhausts explosive gas. Keep sparks, flames, and cigarettes away from the battery. To prevent from creating a spark near the battery, always connect the charging cables to the battery first and only then to the generating set. When disconnecting, you should disconnect the cables at the generating set first.
- Charge the battery at a well-ventilated place.
- Before charging, remove the cap from each cell of the battery.
- Stop charging if the electrolyte temperature exceed $45^{\circ}C$.

6.3 Electrical appliance particularly motor-driven equipment will produce very high current while starting, the below table provides the reference for connecting these apparatus to the generator set.

TYPE	WATTAGE		TYPICAL APPLIANCE	EXAMPLE		
	STARTING	RATED		APPLIANCE	STARTING	RATED
- Incandescent lamp - Heating appliance	X1	X1	 Incandescent lamp  TV	 Incandescent lamp 100W	100VA (W)	100VA (W)
Fluorescent lamp	X2	X1.5	 Fluorescent lamp	 Fluorescent lamp 40W	80VA (W)	60VA (W)
Motor-driven equipment	X3~5	X2	 Refrigerator  Electric fan	 Refrigerator 150W	450-750VA (W)	300VA

7.STOP YOUR GENERATING SET

1. Disconnect the load from the generating set.
2. Turn off the air switch of the generating set.
3. Set the speed lever at "RUN" position, run the generating set without load for about 3 minutes. Do not stop the engine suddenly, otherwise the temperature will increase abnormally, the nozzle will blocked and the generating set will be damaged.



- Press down the stop lever.
- Concerning the electric starter, turn the key to "OFF".
- Turn the fuel cock lever to "S" position.
- Pull out the recoil starter handle until you feel resistance (at this position, both intake/exhaust valve are closed.) and leave the handle in this position. This prevents the engine from rust.

WARNING

- If the engine keep on running even after the speed lever is placed at the "STOP" position, either turn the fuel cock to the "CLOSE" position or loosen the nut of high pressure fuel pipe on the pump side to stop the engine.
- Do not stop the engine with the decompression lever.
- Do not stop the generating set with load. Stop it after the load removed.

8. PERIODIC CHECK AND SERVICE

Periodic check and service are very important for keeping the engine in good condition and durable. The chart below indicates what checks to make and when to make them.

⚠ WARNING

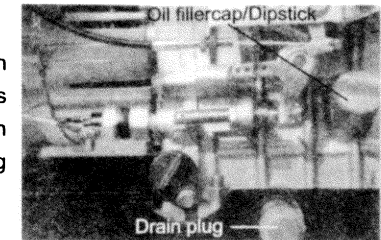
- Shut off the engine before performing any service. If the engine must be run, make sure the area is well ventilated. The exhaust contains poisonous carbon monoxide gas.
- After the generating set has been used, clean it immediately with a cloth to prevent corrosion and to remove sediment.

Item	Intervals	Every day	First month or 20 Hrs	Third month or 100 Hrs	sixth month or 500 Hrs	Every year or 1000 Hrs
Check and refill fuel oil		○				
Drain out fuel oil			○			
Check and refill engine oil		○				
Check for oil leakage		○				
Check and tighten fastening parts		○			● Tighten the cylinder head bolts	
Replace engine oil			○ (First time)	○ (Second time)		
Clean engine oil filter					○ (Replace if necessary)	
Replace air cleaner element	(Service more frequently when used in dusty areas)			○ (Replace)		
Clean fuel oil filter				○		● (Replace)
Check fuel injection pump				●		
Check nozzle				●		
Check fuel pipe				● (Replace if necessary)		
Adjust clearance of intake/exhaust valves			● (First time)	●		
Grind intake/exhaust valves						●
Replace piston ring						●
Check battery electrolyte	Every month					
Check carbon brush and slip ring				●		
Check insulation resistance	The generating set has been stored more than 10 days ○					

Note: "○" indicates that special tools are required, please contact with agent.

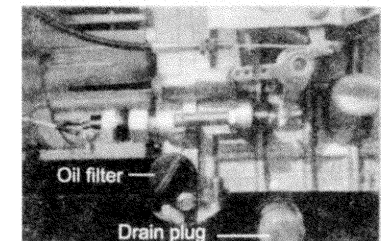
8.1 Replace engine oil

Remove the oil filler cap. Remove the drain plug and drain the old oil while the engine is still warm. The plug is located on the bottom of the cylinder block. Tighten the drain plug and refill with the recommended oil.



8.2 Clean the engine oil filter

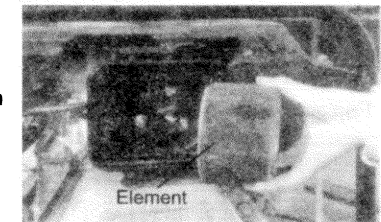
Cleaning time	Every 6 months or 500 hours
Replace if necessary	



8.3 Replace the air cleaner element

Do not clean the air cleaner element with detergent.

Replace time	Every 6 months or 500 hours
--------------	-----------------------------



⚠ CAUTION

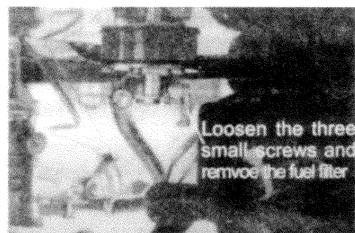
- Never run the engine without the element or with a defective element.

8.4 Clean and replace fuel oil filter

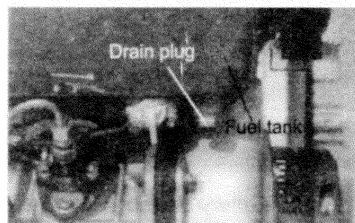
The fuel oil filter also has to be cleaned regularly to insure maximum engine output.

Clean time	Every 6 months or 500 hrs
Replace time	Every year or 1000 hrs

1. Drain out the fuel from the fuel tank.



2. Drain out the fuel from the fuel tank.
Screw off the small screw of the fuel cock and pull out the filter from the filler port.
3. Wash the filter thoroughly with diesel fuel.
Loosen the fastening nut, bottom cover and delivery discs for cleaning the deposit carbon.



8.5 Tighten cylinder head bolt

Tightening the cylinder head bolt requires a special tool. Do not try yourself. Contact with agent.

8.6 Check the injection nozzle and fuel injection pump

1. Adjust the clearance of the intake/exhaust valves.
2. Grind the intake/exhaust valves.
3. Replace the piston ring.

All these operation require special tools and skills, contact with your agent.

! WARNING

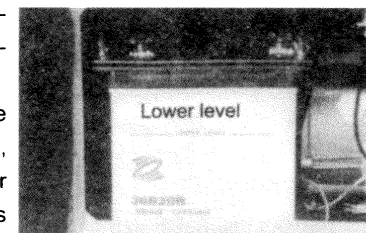
- Do not perform the injection nozzle test near an open fire or any other kind of fire. The fuel spray may ignite. Do not expose bare skin to the fuel spray. The fuel may penetrate the skin and cause injury to the body. Always keep your body away from the nozzle.

8.7 Check and refill the battery electrolyte and charge the battery

The diesel uses a 12V battery. Battery electrolyte will be lost through continuous charging and discharging.

Before starting, check for physical damage to the battery and also the electrolyte levels, and refill the distilled water till to the upper level if necessary. When actual damage is discovered, replace the battery.

Check the battery electrolyte monthly.



! WARNING

- The battery electrolyte contains sulfuric acid. Protect your eyes, skin and clothing. In case of contact, flush thoroughly with water and get prompt medical attention, especially if your eyes are affected.
- The battery exhaust hydrogen gas, which can be highly explosive. Do not smoke or allow flames or sparks near the battery, especially during charging.

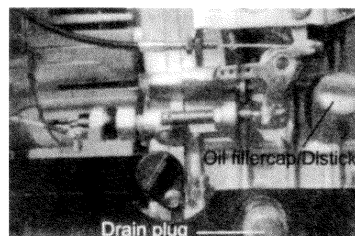
8.8 Check the generating set carbon brush and slip ring

Often check the generating set carbon brush and slip ring. Readjust if there is spark.

9. LONG-TERM STORAGE

If store the generating set for long periods, make the following preparations.

1. Operate the engine for about 3 minutes and then stop.
2. Stop the engine. Drain the engine oil while the engine is still warm and fill with fresh oil.



3. Remove the screw plug on the cylinder head cover and refill 2cc engine oil, then put the plug in place.

4. ■Recoil starting:

Push the decompression lever down (Non-compression position) and hold it while you pull the recoil starter 2~3 times. (Do not start the engine.)

■Electric starting:

Turn the engine 2~3 seconds with the decompression lever set at the non-compression position, and the starting key at the "START" position. (Do not start the engine.)

5. Pull the decompression lever up. Pull the recoil starter slowly. Stop when you feel resistance. (at this position, both intake/exhaust valves are closed to prevent the engine from the rust.)
6. Wipe off the oil and dirt from the engine and store in a dry place.

10. TROUBLESHOOTING AND REMEDY

Fault Cause	Remedy
Fuel oil is not sufficient	Refill the fuel oil
Fuel cock is not at START position	Turn it to START position
Fuel injection pump and nozzle do not delivery the fuel or delivery insufficient fuel.	Remove the nozzle and repair it at test table.
The governor lever is not at START position.	Set the lever to START position
Check the engine oil level.	The specified oil level should be between the upper level and lower level.
The nozzle has dirty.	Clean the nozzle
The speed and force to pull the recoil starter are not enough.	Start the engine according to the start procedures included in this book.
The battery has no electricity.	Charge it or replace it with a new one.
Main switch not be turned on.	Turn the main switch to ON position.
The carbon brush already worn.	Replace the carbon brush.
The contact of the socket is not good.	Adjust the socket.
The rated speed can not attached.	Adjust it according to the requirements.
AVR is damaged.	Replace the AVR.
The diesel engine can not start	
The generating set can not generate	

POTABILIZADORAS COMPACTAS



En contenedor adaptado /Accionadas por energía solar

Las potabilizadoras compactas IMEDAGUA fueron concebidas por nuestro equipo de ingenieros para poder ser instaladas en cualquier lugar del mundo sin necesidad de obra civil y funcionar con cualquier tipo de energía.

Con este diseño hemos conseguido una instalación compacta capaz de generar agua potable bajo cualquier situación y en cualquier parte del mundo. Siendo fácilmente transportable.



TECNOLOGÍA IMEDAGUA

Nuestras potabilizadoras se diseñan a medida para el tipo de agua de cliente adaptando los sistemas internos para cada caso. Siempre teniendo en cuenta los parámetros de diseño compacto y con los mejores materiales.

OPCIONES DE GAMA

Según las necesidades de nuestros clientes ofrecemos distintas gamas de plantas potabilizadoras según sus necesidades.

- **Potabilizadoras compactas (instaladas en bastidor o contenedor adaptado)**

Plantas potabilizadoras adaptadas a medida para el agua del cliente e instaladas en bastidor auto portante para ser conectadas en destino sin necesidad de obra civil

- **Potabilizadoras compacta en contenedor alimentadas por energía solar**

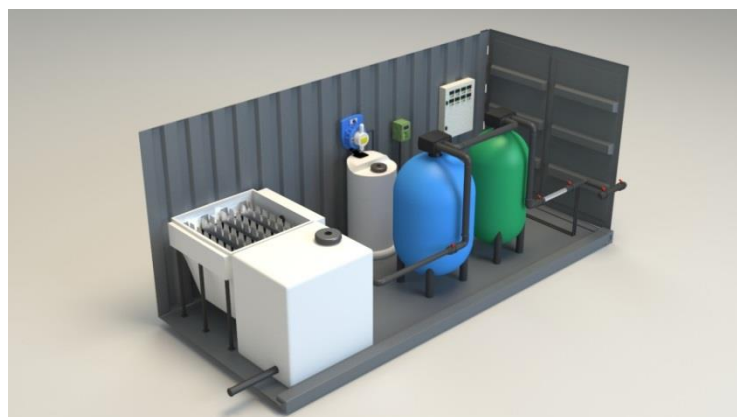
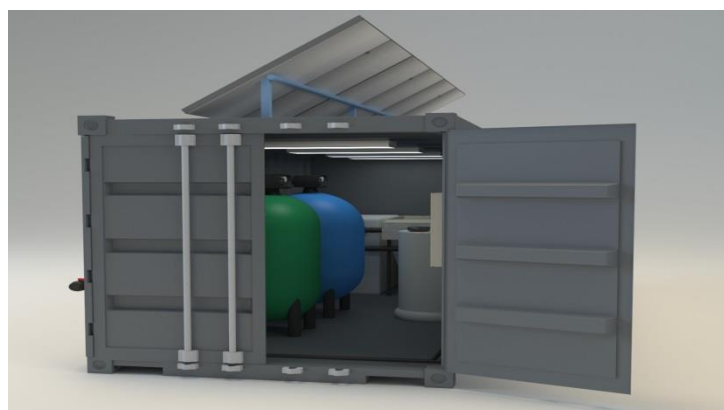
Para lugares donde se requiere la generación de agua potable de forma sencilla y con el mínimo consumo energético IMEDAGUA ha diseñado potabilizadoras alimentadas íntegramente por energía solar.

Depuradoras compactas IMEDAGUA grades caudales

Modelo	Contenedor (pies)	Caudal máximo	Opción energía solar	Dimensiones
		m³/d		
IMA-P50	20	50	SI	2.3 x 2.5 x 6
IMA-P75	30	75	SI	2.3 x 2.5 x 6
IMA-P150	20	150	SI	2.3 x 2.5 x 6
IMA-250	40	250	SI	2.3 x 2.5 x 12
IMA-P500	40	500	SI	2.3 x 2.5 x 12
IMA-PX	A medida	Consultar	consultar	consultar

*Posibilidad de adaptar sistemas internos para aguas concretas (Arsenico, Fluoruros, Metales pesados..)

**Para caudales superiores se pueden instalar varias plantas en paralelo



Modelo IMA-P75 en contenedor adaptado con instalación fotovoltaica integrada

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Los equipos y sistemas integrados en una potabilizadora estándar IMEDAGUA son:

- Contenedor adaptado 20 o 40 ft
- Bomba de alimentación sistema de potabilización
- Filtro de anillas captación sólidos
- Filtración multicapa
- Filtración carbón activo
- Decantador lamelar (Potabilizadoras superiores a 75 m3/día)
- Sistema de desinfección UV o hipoclorito según demanda.
- Cuadro eléctrico de control instalación potabilizadora y sistema fotovoltaico (en caso de incluirse)

Equipos opcionales:

- Sistema de bombeo agua de pozo
- Instalación de alimentación fotovoltaica
- Depósitos agua bruta/agua tratada
- Sistemas de eliminación contaminantes específicos (arsénico, fluoruros, metales pesados..)

VENTAJAS

- Equipo compacto
- Coste económico
- Fácilmente transportable vía marítima o terrestre
- Necesidad nula de obra civil
- Equipo fabricado en materiales de primera calidad y de origen y certificación Europea
- Automatización ,fácil manejo y mantenimiento
- Contenedor preparado con suelo aislante y luz con todos los equipos eléctricos e hidráulicos instalados en su interior.
- Equipos de carácter industrial que utilizan tecnologías de potabilización seguras y fiables sin requerimiento de consumibles.
- Diseño modular y adaptable a cada cliente y caso concreto pudiendo añadir sistemas de eliminación de contaminantes específicos (arsénico, fluoruros, metales..)
- Calidad de equipos de las mejores marcas Europeas
- Instalaciones llave en mano

SERVICIOS IMEDAGUA:

- Diseño y fabricación de nuestras potabilizadoras adaptándose a las condiciones y caudales concretos del cliente.
- Programación y pruebas de todos los sistemas hidráulicos y eléctricos en nuestra fábrica dejando las potabilizadoras listas para funcionar en destino.
- Posibilidad de instalación , puesta en marcha y cursos de capacitación en destino por nuestro equipo de ingenieros. (servicio no incluido)
- Asistencia técnica vía telemática durante los 3 primeros meses de la puesta en marcha por parte de nuestro equipo técnico

Rango de aguas de las potabilizadoras IMEDAGUA:

- Agua de ríos y lluvias
- Agua de lagos y estanques
- Agua de pozo
- Aguas superficiales de distinta índole
- Aguas con contaminantes específicos como arsénico, fluoruros , metales pesados, hierro, manganeso ... (necesario añadir subsistemas concretos

Telf/ 965 592 871 - 649 603 669

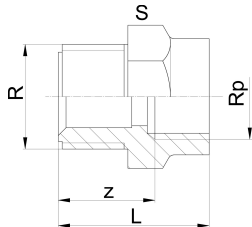
ima@imedagua.com

www.imedagua.com

www.plantasdeosmosis.com



Depuradoras urbanas – Tratamientos de aguas industriales – Plantas de Ósmosis
Mantenimientos para poblaciones e industria – Depuradoras domésticas – Potabilizadoras



Accesorios reductores de PVC-U Rp - R

Modelo:

- Con rosca cónica hembra R y rosca paralela hembra Rp
- Instalar con un bajo estrés mecánico y evitar los grandes cambios cíclicos de temperatura
- No usar sellados para las rosas que sean dañinos para el PVC-U

R	Rp	PN	Código	SP	Peso	z	L	s
(inch)	(inch)	(bar)			(kg)	(mm)	(mm)	(mm)
½	¾	10	721 910 834	10	0,014	25	36	27
¾	½	10	721 910 837	10	0,021	25	39	32
1	½	10	721 910 842	10	0,029	31	45	32
1	¾	10	721 910 841	10	0,031	29	45	36
1 ¼	1	10	721 910 846	10	0,050	32	50	46
1 ½	1 ¼	10	721 910 852	10	0,065	35	55	55
2	1 ½	10	721 910 858	5	0,127	45	65	65

Los datos técnicos no son vinculantes. No constituyen expresamente características o propiedades garantizadas. Son susceptibles de modificación. En caso de duda se aplican nuestras Condiciones Generales de Venta

Georg Fischer Piping Systems Ltd, Postfach, CH-8201 Schaffhausen/Switzerland

Phone +41 -(0)52-631 1111

e-mail: info.ps@georgfischer.com

Internet: <http://www.gfps.com>



VÁLVULA DE MARIPOSA WAFER CONCÉNTRICA AVK, PN10/16

820/00-025

Junta en EPDM para agua potable, eje libre

Las válvulas de mariposa concéntricas AVK están disponibles en tipo wafer, lug y sección U con una amplia variedad de accionamientos. Las válvulas de mariposa están diseñadas con eje cuadrado anti-expulsión y disco en acero inoxidable resistente al ácido con el perfil mecanizado y pulido, que dan lugar a bajos pares de maniobra.

Descripción del producto:

Válvula de mariposa concéntrica con junta estándar para agua potable y líquidos neutros a un máximo de 95° C

Normas:

- Diseño según EN 593
- Distancia entre caras según DIN/EN 558-1, serie 20 (K1)
- Instalación entre bridas según EN 1092-2 PN 6/10/16, ASME B16.1 Cl.150

Ensayos/certificados:

- Prueba hidráulica según EN 12266-1, P10/P12
- Certificado según ACS-Francia
- Certificada según SVGW. Certificado No. 9901-4048
- Aprobación según DIN-DVGW Certificado NW-6201CQ0333

Características:

- Cuerpo de fundición dúctil
- Junta en EPDM aprobada para agua potable con caras integradas (no son necesarias juntas planas) y perfil con cajera para un agarre óptimo en el cuerpo
- Hasta DN 400 eje anti-expulsión de una sola pieza con un cuadrado a 45° como arrastre. A partir de DN 450 eje anti-expulsión de forma cilíndrica con chaveta de arrastre y de diseño en dos piezas con dos cojinetes de bronce autolubricados
- Disco de acero inoxidable resistente al ácido con el perfil del disco mecanizado y pulido reduce la fricción entre el asiento y el disco
- Pares de cierre bajos, permiten el uso de accionamientos menos costosos
- Revestimiento de epoxi espesor 200µm hasta DN 400 y de poliuretano espesor 250µm a partir de DN 450. Otros tipos de revestimiento, bajo consulta.
- Según PED 97/23/EC apéndice 1

Accesorios:

Palanca, reductor, actuadores neumáticos y eléctricos, bridas doble cámara AVK serie 05 para PE/PVC o GGG, bridas universales AVK serie 603, bridas antitracción Supa Plus™ serie 623 para PE/PVC, bridas multidímetro y antitracción Supa Maxi™ serie 633 y bridas de acoplamiento fabricadas a medida serie 260

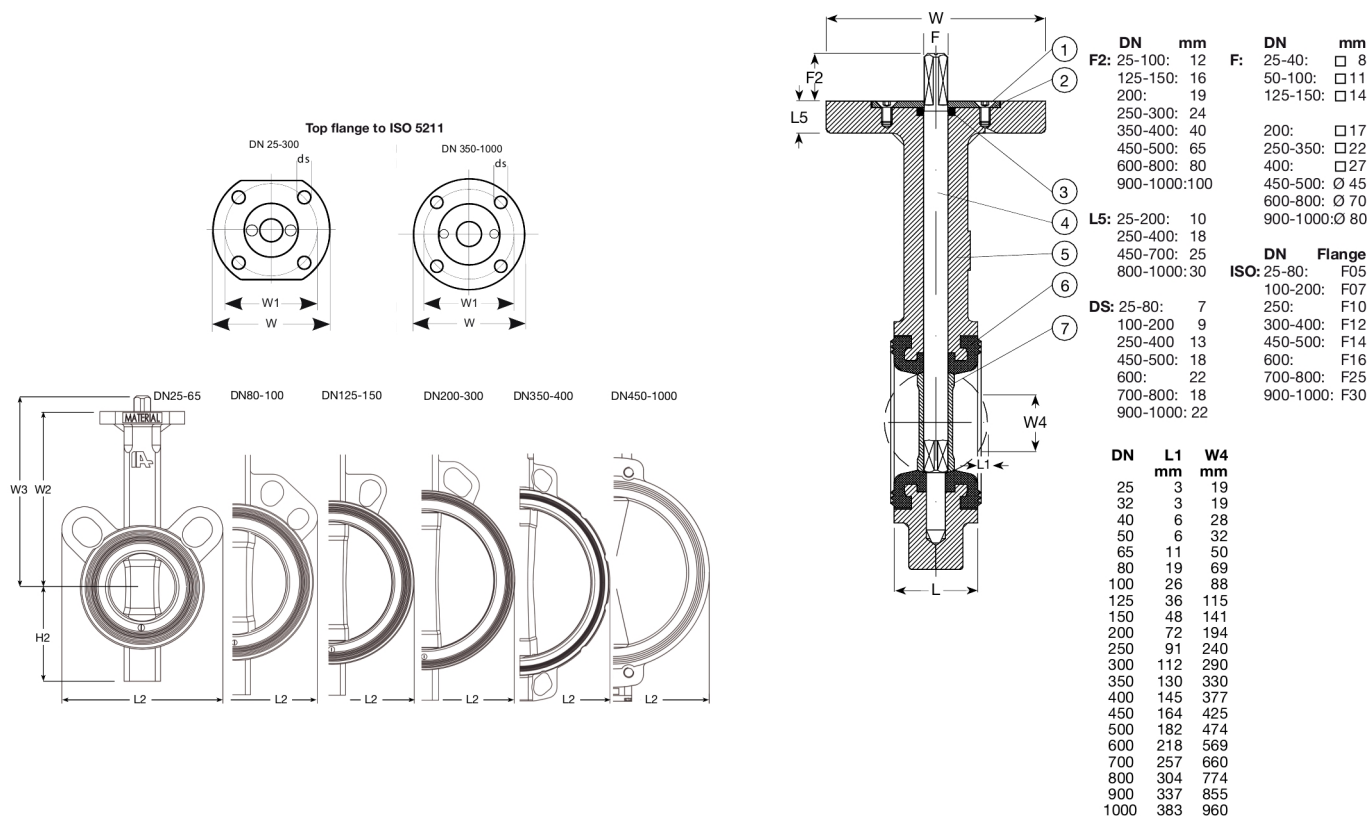


Expect... **AVK**

VÁLVULA DE MARIPOSA WAFER CONCÉNTRICA AVK, PN10/16

820/00-025

Junta en EPDM para agua potable, eje libre



Despiece:

1. Tornillo	Acero inoxidable A2	5. Cuerpo	Fundición dúctil GJS-400-15
2. Arandela	Acero inoxidable A2	6. Asiento	Caucho EPDM
3. Junta tórica	Caucho NBR	7. Disco	Acero inoxidable AISI 316
4. Eje	Acero inoxidable AISI 420		

Los componentes pueden ser sustituidos por materiales de clase equivalente o superior sin previo aviso.

Referencias y dimensiones:

Referencia AVK	DN	PN	L	L2	H2	W2	W3	W	W1	Peso teórico
	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg
820-0025-00-541L0160002	25	PN16	30	101	51	110	122	65	50	1,0
820-0032-00-541L0160002	32	PN16	30	101	51	110	122	65	50	1,0
820-0040-00-541L0160002	40	PN16	33	108	55	130	142	65	50	1,3
820-0050-00-541L0160002	50	PN16	43	120	72	135	147	65	50	1,8
820-0065-00-541L0160002	65	PN16	46	138	82	150	162	65	50	2,3
820-0080-00-541L0160002	80	PN16	46	142	92	160	172	65	50	2,8
820-0100-00-541L0160002	100	PN16	52	162	110	180	192	90	70	3,9
820-0125-00-541L0160002	125	PN16	56	181	128	195	211	90	70	5,0
820-0150-00-541L0160002	150	PN16	56	205	141	210	226	90	70	5,9
820-0200-00-541L0130002	200	PN10	60	260	174	240	259	90	70	9,3
820-0200-00-541L0160002	200	PN16	60	260	174	240	259	90	70	9,3
820-0250-00-541L0130002	250	PN10	68	310	201	279	303	155	125	17
820-0250-00-541L0160002	250	PN16	68	310	201	279	303	155	125	17
820-0300-00-541L0130002	300	PN10	78	362	234	315	339	155	125	24
820-0300-00-541L0160002	300	PN16	78	362	234	315	339	155	125	24
820-0350-00-04020130002	350	PN10	80	425	257	330	370	155	125	42
820-0350-00-04020160002	350	PN16	80	425	257	330	370	155	125	42
820-0400-00-04020130002	400	PN10	102	475	292	365	375	155	125	57
820-0400-00-04020160002	400	PN16	102	475	292	365	375	155	125	57
820-0450-00-04060031002 ⁽¹⁾	450	PN10	113	538	355	397	462	175	140	95
820-0450-00-04060161002 ⁽¹⁾	450	PN16	113	538	355	397	462	175	140	95
820-0500-00-04060031002 ⁽¹⁾	500	PN10	126	595	393	437	502	175	140	125

Los diseños, materiales y especificaciones están sujetos a cambios sin previo aviso debido al continuo desarrollo de nuestra gama de productos.

VÁLVULA DE MARIPOSA WAFER CONCÉNTRICA AVK, PN10/16

820/00-025

Junta en EPDM para agua potable, eje libre

Referencias y dimensiones:

Referencia AVK	DN	PN	L	L2	H2	W2	W3	W	W1	Peso teórico
	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg
820-0500-00-04060161002 (1)	500	PN16	126	595	393	437	502	175	140	125
820-0600-00-04060031002 (1)	600	PN10	153	695	464	522	602	220	165	180
820-0600-00-04060161002 (1)	600	PN16	153	695	464	522	602	220	165	180
820-0700-00-04060031002 (1)	700	PN10	168	800	503	565	645	300	254	280
820-0700-00-04060161002 (1)	700	PN16	168	800	503	565	645	300	254	280
820-0800-00-04060031002 (1)	800	PN10	190	908	577	627	707	300	254	387
820-0800-00-04060161002 (1)	800	PN16	190	908	577	627	707	300	254	387
820-0900-00-04060031002 (1)	900	PN10	204	1015	643	696	776	350	298	502
820-0900-00-04060161002 (1)	900	PN16	204	1015	643	696	776	350	298	502
820-1000-00-04060031002 (1)	1000	PN10	218	1133	693	745	845	350	298	790
820-1000-00-04060161002 (1)	1000	PN16	218	1133	693	745	845	350	298	790

(1) Revestimiento de poliuretano del cuerpo 250 µm