



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

Autor

Chema Guerrero Roy

Director

Francisco Javier Lanaja del Busto

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Año 2017



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D^a. CHEMA GUERRERO ROY,

con nº de DNI 17158363H en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA, (Título del Trabajo)

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE AGUA PURIFICADA,
PROVISTA DE CONTROL AUTOMÁTICO DEL PROCESO, PARA UN LABORATORIO
QUÍMICO DOCENTE

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 3 DE FEBRERO DE 2017

Fdo: CHEMA GUERRERO ROY

Índice

INTRODUCCIÓN.....	3
ANTECEDENTES.....	4
ESTADO DE LA TÉCNICA.....	5
OBJETIVO.....	6
FUNCIONAMIENTO:.....	6
DIAGRAMAS DE FLUJO:.....	10
SENSORES:.....	12
ACTUADORES:.....	12
CONTROL:.....	13
CONEXIONES:.....	13
LISTADO DE MATERIALES:.....	16
SENSORES:.....	16
ACTUADORES:.....	16
SISTEMA DE CONTROL:.....	16
CIRCUITO HIDRÁULICO:.....	16
CIRCUITO ELÉCTRICO:.....	17
FUNGIBLES:.....	17
PROGRAMA DE CONTROL:.....	18
COMPARATIVA.....	20
ADQUISICIÓN.....	20
CONCLUSIONES.....	21
ANEXOS.....	22
Hoja de datos de la resina aniónica.....	22
Hoja de datos de la resina catiónica.....	23
Equipo edificio I+D+I.....	24
Manual de usuario del equipo instalado en el Departamento de Química Analítica.....	25
Programa del Instrumento Virtual:.....	50
Bibliografía.....	51

INTRODUCCIÓN

La sustancia que siempre ha estado presente en todos los laboratorios por los que he pasado tanto en mi vida académica como en mi vida laboral ha sido el agua y no me refiero al agua del grifo, que también sino al agua purificada para su uso como reactivo. Con el apelativo de agua destilada, agua desionizada, agua osmotizada, agua purificada, pero siempre refiriéndose a un agua “distinta” del agua del grifo que es simplemente agua aunque sea la primera la que está más próxima a ser simplemente agua.

En algunos de los laboratorios citados he tenido alguna responsabilidad en la gestión y el suministro del agua de laboratorio ha sido, no solo una parte de esta gestión sino, en algunos casos un auténtico quebradero de cabeza a pesar de que a primera vista se trata de una cuestión trivial. Son básicamente dos los parámetros que hay que manejar: calidad y caudal. Cuando estos dos parámetros no son muy exigentes el problema es fácilmente resoluble incluso hay diversas soluciones, pero cuando uno o los dos parámetros son más exigentes la cuestión se va complicando.

En un laboratorio docente el parámetro de calidad no suele ser muy estricto y los caudales suelen oscilar más, no sólo en función del tipo de docencia sino sobre todo, en función del periodo lectivo.

ANTECEDENTES

El agua de red que suministra el ayuntamiento de Zaragoza es, a pesar de las mejoras de los últimos años, un agua dura, es decir agua que lleva disueltas cantidades relativamente altas de sales de calcio y magnesio. Estas sales que lleva disueltas el agua que suministra el ayuntamiento se consideran impurezas y, para el uso del agua en el laboratorio es preciso eliminarlas. Como paso previo al tratamiento se pueden llevar a cabo distintos ensayos para valorar la cantidad de sales disueltas. Como método rápido y económico se utiliza la medida de la conductividad que, aunque no da información acerca de cual es la composición de las sales disueltas, nos da información de la cantidad de estas.

El agua para usos de laboratorio tiene que estar libre de sales disueltas y de sustancias orgánicas. Los valores máximos para estas impurezas son, en función del grado de pureza del agua según la norma UNE-EN ISO 3696 los expresados en la tabla siguiente:

Parámetro	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Intervalo de pH a 25°C límites incluidos	No aplicable	No aplicable	5,0 a 7,5
Conductividad eléctrica mS/m a 25°C, máx	0,01	0,1	0,5
Materia oxidable Contenido de oxígeno (O), mg/L máx.	No aplicable	0,08	0,4
Absorbancia a 254nm con célula de 1 cm de espesor unidades de absorbancia, máx.	0,001	0,01	No especificada
Residuo después de evaporar y calentar a 110°C mg/kg, máx.	No aplicable	1	2
Contenido de sílice SiO ₂ mg/L, máx.	0,001	0,02	No especificada

Figura 1: Valores según la norma UNE

ESTADO DE LA TÉCNICA

Se han visitado laboratorios del Campus Río Ebro con el fin de estudiar las soluciones adoptadas en ellos. Así, se pueden encontrar equipos que proporcionan agua de alta pureza por medio de procesos de filtración, ósmosis inversa, desionización y destilación o combinaciones de ellos.

En el edificio Betancourt, el primero que tuvo laboratorios equipados con sistema de purificación de agua “de obra”, el sistema consistía en un módulo de pretratamiento para eliminar las partículas sólidas, el cloro y la mayor parte de la materia orgánica, seguido de un cartucho de ósmosis inversa y termina con un módulo de electrodesionización. A fecha de hoy los cinco equipos están ya fuera de servicio.

El otro edificio del campus que tenía equipamiento de purificación de agua “de obra” es el edificio de Institutos de Investigación. Este equipo seguía el mismo procedimiento que los equipos del Betancourt pero con una capacidad de producción 40 veces mayor. A fecha de hoy también está fuera de servicio.

Además de estos equipos, en los distintos laboratorios del campus a lo largo de los años se han adquirido y utilizado destiladores, cartuchos de resinas de intercambio iónico y equipos de distintas marcas con sistemas similares a los enunciados en párrafos anteriores. Actualmente los destiladores ya se han retirado de uso aunque estén guardados “por si acaso”. Los cartuchos de resinas se retiraron cuando las empresas que proporcionaban el servicio de las regeneraciones desaparecieron o dejaron de prestar el servicio. Hoy en día, los equipos que suministran el agua en los laboratorios del campus, tanto en los de docencia como en los de investigación, están basados en un proceso de tres etapas, la primera es una filtración que incluye además de un filtro de partículas uno de carbón activado para eliminar el cloro, la segunda etapa es una ósmosis inversa y la tercera etapa es una desionización, bien por medio de cartuchos desechables bien por medio de módulos de electrodesionización.

OBJETIVO

Para el laboratorio de docencia de Química Inorgánica se propone una instalación que tenga una doble vertiente, por un lado que proporcione la cantidad de agua que se necesita y de las características apropiadas, y por otro lado que tenga una utilidad didáctica de modo que facilite de un vistazo a los alumnos el proceso de purificación que lleva el agua y, permita conocer de una manera práctica algunos elementos básicos en el control e instrumentación químicos.

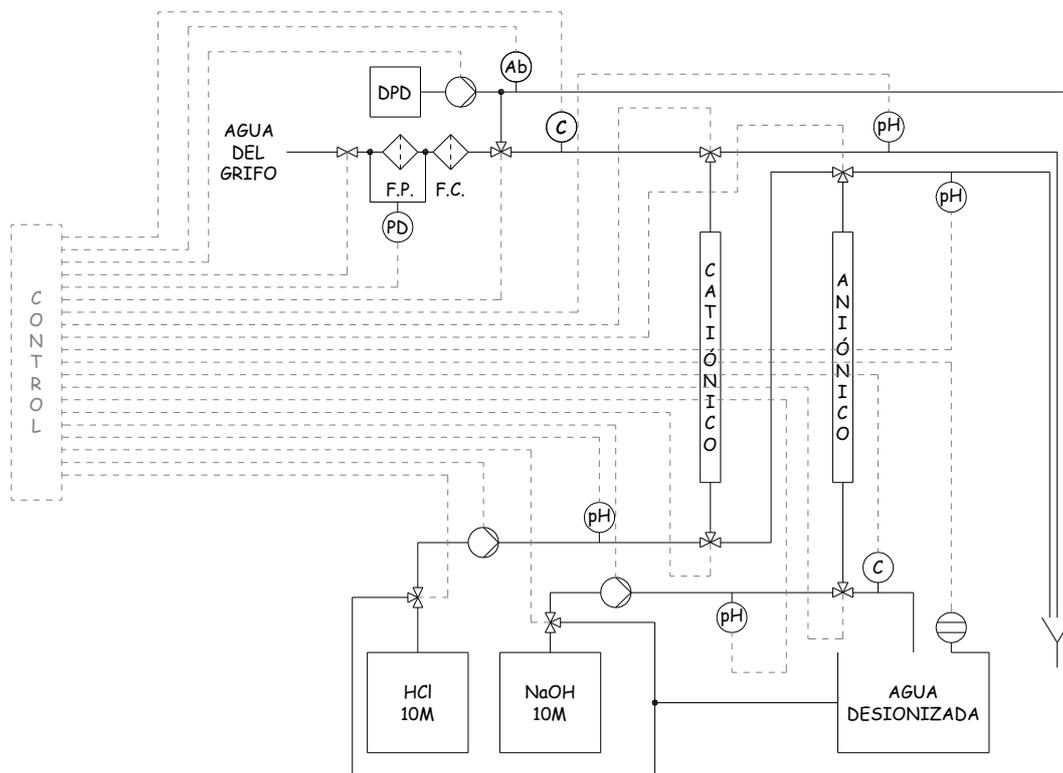


Figura 2: Esquema de bloques de la solución propuesta

FUNCIONAMIENTO:

El sistema tiene cinco ciclos de funcionamiento. El primero, llamado ciclo de producción, es el objetivo fundamental de la instalación. El agua de red entra al sistema y atraviesa sucesivamente el filtro de partículas para eliminar las partículas sólidas que puedan ser arrastradas mayores de $5\ \mu\text{m}$, después atraviesa el filtro de carbono para eliminar el cloro y sustancias orgánicas.

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

Después atraviesa sucesivamente las columnas de intercambio catiónico y después la de intercambio aniónico y por último llega al depósito.

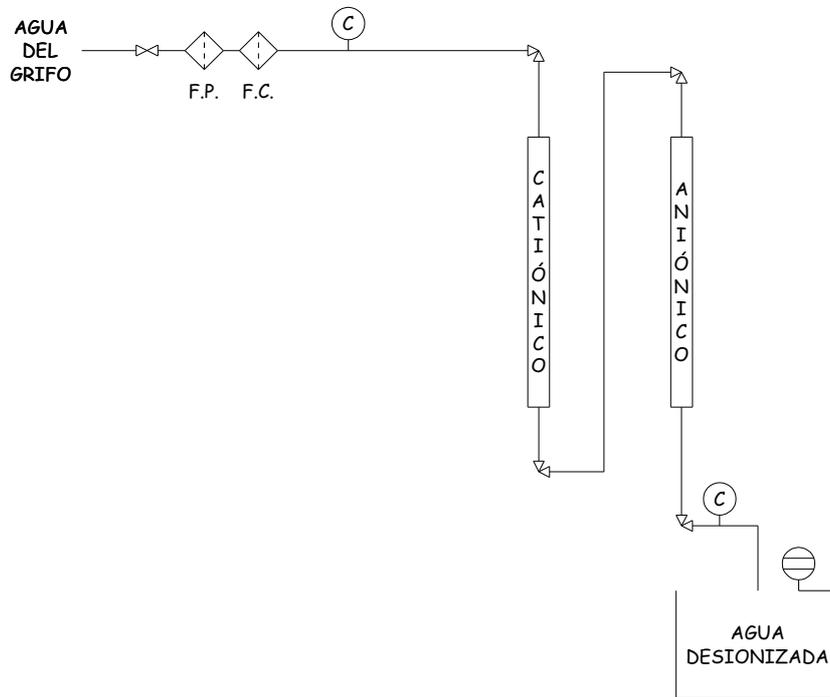


Figura 3: Esquema de bloques del ciclo de producción

El segundo ciclo, llamado ciclo de regeneración aniónica, consiste en bombear una disolución concentrada de hidróxido de sodio en contracorriente por la columna de intercambio aniónico con el fin de eliminar los aniones que la columna retiene en el ciclo de producción.

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

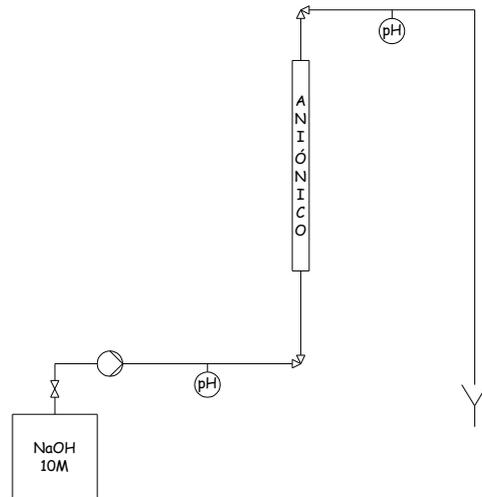


Figura 4: Esquema de bloques del ciclo de regeneración aniónica

Después de este ciclo se lleva a cabo el ciclo llamado ciclo de lavado aniónico que consiste en bombear agua desionizada a través de la columna de intercambio aniónico para dejarla dispuesta para comenzar el ciclo de producción y la bomba libre de hidróxido de sodio para aumentar su duración.

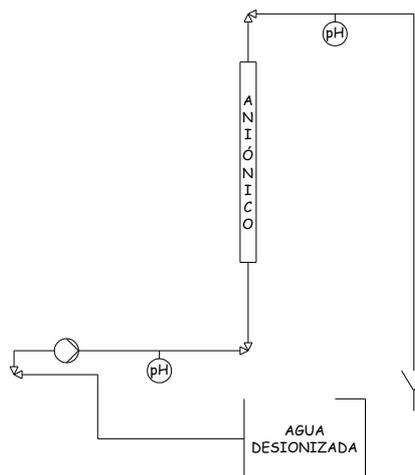


Figura 5: Esquema de bloques del ciclo de lavado aniónico

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

Otro ciclo es el llamado ciclo de regeneración catiónica que consiste en bombear una disolución concentrada de ácido clorhídrico en contracorriente por la columna de intercambio catiónico con el fin de eliminar los cationes que la columna retiene en el ciclo de producción.

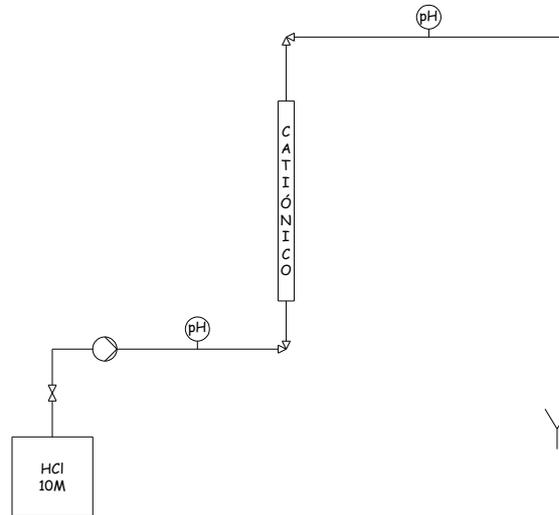


Figura 6: Esquema de bloques del ciclo de regeneración catiónica

Después de este ciclo se lleva a cabo el ciclo llamado ciclo de lavado catiónico que consiste en bombear agua desionizada a través de la columna de intercambio catiónico para dejarla dispuesta para comenzar el ciclo de producción y la bomba libre de ácido clorhídrico para aumentar su duración.

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

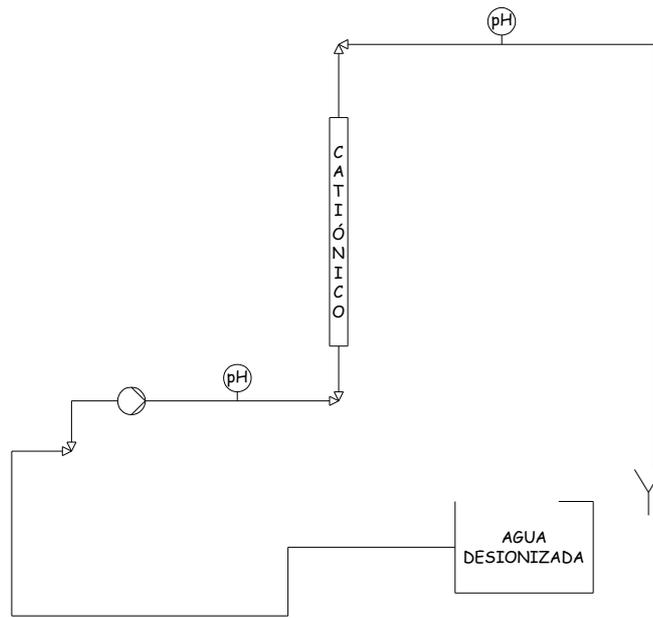


Figura 7: Esquema de bloques del ciclo de lavado catiónico

DIAGRAMAS DE FLUJO:

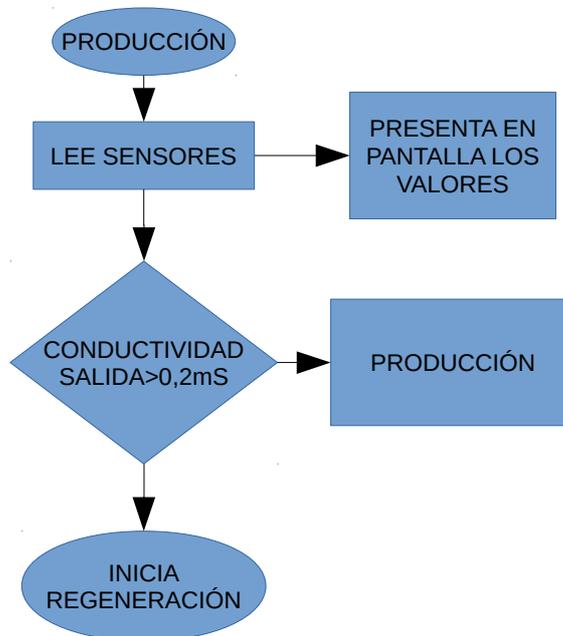


Figura 8: Flujo de trabajo del ciclo de producción

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

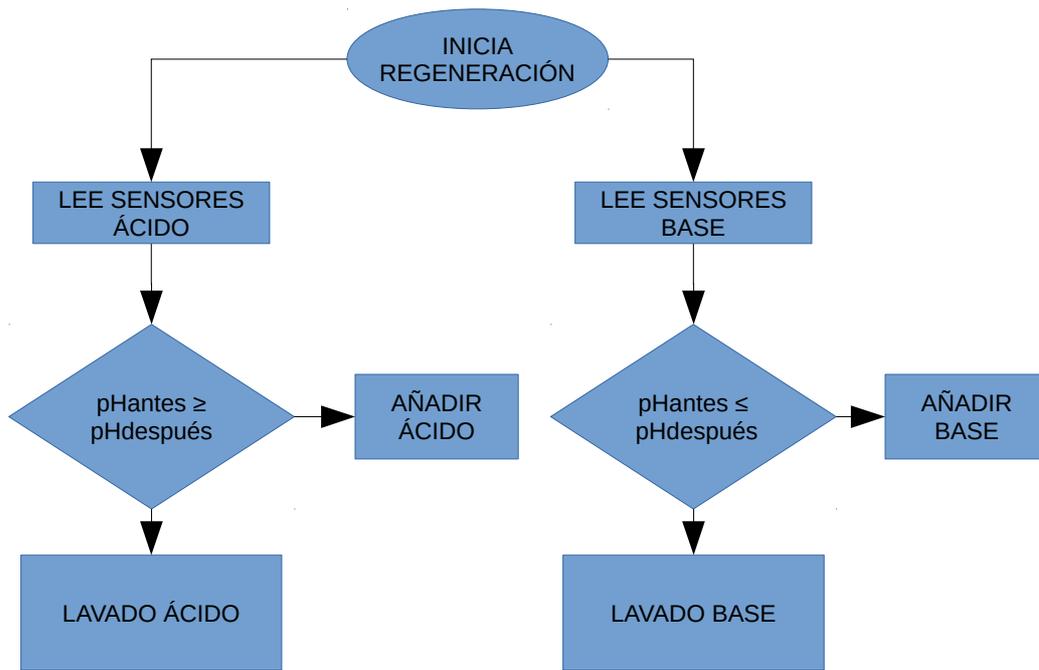


Figura 9: Flujo de trabajo de los ciclos de regeneración

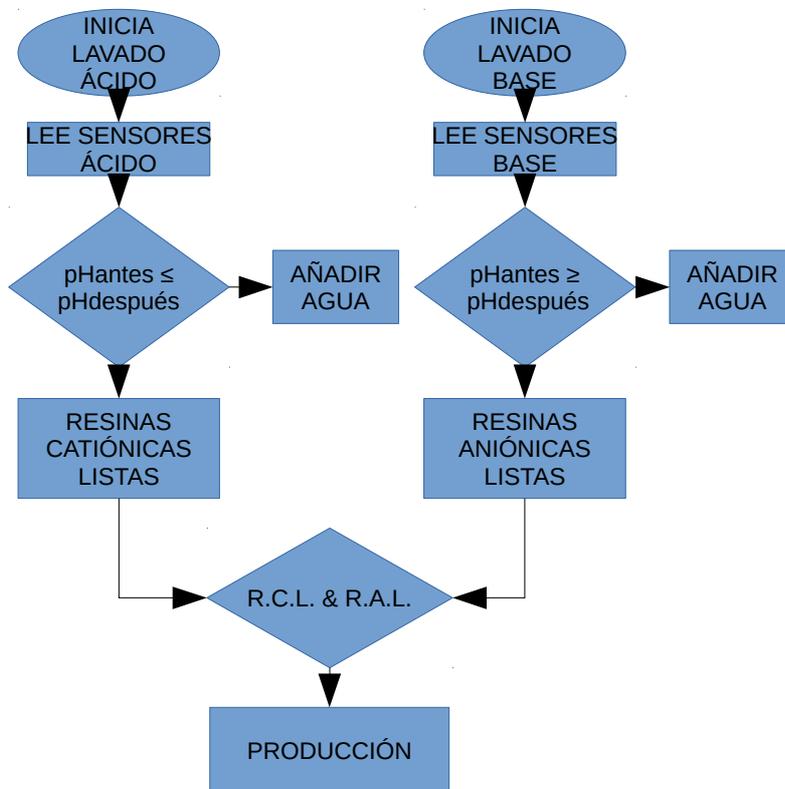


Figura 10: Flujo de trabajo de los ciclos de lavado

SENSORES:

El sensor de presión diferencial tiene por objeto valorar el estado del filtro de partículas y avisa de la necesidad de su sustitución basándose en la pérdida de carga debida a la colmatación.

El estado del filtro de carbono se valora en función de su comportamiento en la eliminación del cloro. Para ello se desvía el flujo del agua después del filtro, se le añade una pequeña dosis de DPD y se mide la absorción. Esto nos da la cantidad de cloro que no ha sido retenido por el filtro y permite saber el momento en el que el filtro debe ser sustituido.

Los sensores de conductividad dan información de la conductividad corregida por la temperatura tanto de entrada a las resinas como a la salida. El valor de la conductividad a la salida de las resinas controla el funcionamiento para que el sistema funcione en modo producción o comience el ciclo de regeneración.

Los sensores de pH antes y después de las resinas permiten conocer el pH corregido por la temperatura tanto antes de las resinas como después. Cuando el valor del pH a la entrada y a la salida se igualan el proceso de regeneración se da por terminado y posteriormente ocurre lo mismo con el proceso de lavado.

El sensor de nivel proporciona información del nivel de llenado del depósito y llegado el caso detiene el funcionamiento.

ACTUADORES:

A la entrada se ha colocado una electroválvula cuya misión es cortar la entrada de agua del grifo cuando el depósito de agua tratada está lleno.

Después del filtro de carbono hay una llave de tres vías que permite desviar el flujo para analizar la efectividad de este filtro en una fracción de agua a la que se hace llegar DPD por medio de una bomba peristáltica y se mide la absorbancia.

En la parte superior de la columna de intercambio catiónico hay otra llave de tres vías que en el ciclo de producción permite el flujo hacia el interior y en los ciclos de regeneración y lavado permite la salida de la columna hacia el desagüe.

En la parte inferior de la columna de intercambio catiónico hay otra llave de tres vías que en el ciclo de producción permite la salida hacia la columna de intercambio aniónico y en los ciclos de regeneración y lavado facilita el paso

del ácido para la regeneración y el agua de lavado al interior de la columna. A esta llave de tres vías llegan el ácido y el agua impulsados por otra bomba peristáltica que, según la posición de otra llave de tres vías impulsa bien el ácido bien el agua.

En la parte superior de la columna de intercambio aniónico hay otra llave de tres vías que en el ciclo de producción facilita el flujo hacia el interior y en los ciclos de regeneración y lavado deja que los fluidos salgan de la columna hacia el desagüe.

En la parte inferior de la columna de intercambio aniónico hay otra llave de tres vías que en el ciclo de producción permite la salida hacia el depósito de agua tratada y en los ciclos de regeneración y lavado facilita el paso del hidróxido para la regeneración y el agua de lavado al interior de la columna. A esta llave de tres vías llegan la base y el agua impulsados por otra bomba peristáltica que, según la posición de otra llave de tres vías impulsa bien la base bien el agua.

CONTROL:

El control del sistema se lleva a cabo por medio de un instrumento virtual creado con la aplicación de software libre MyOpenLab e instalado en un ordenador que se comunica con los sensores y actuadores a través de una placa de prototipado rápido de hardware libre Arduino.

CONEXIONES:

Las conexiones se pueden ver en la siguiente tabla y están también reflejadas en la imagen posterior.

Elemento	Pin	Ciclo
Conductividad entrada	A0	Producción
Temperatura entrada	A1	Producción
Absorbancia	A2	Análisis de cloro
Presión diferencial	A3	Estado filtro partículas
pH salida catiónica	A4	Regeneración catiónica
Temperatura salida catiónica	A5	Regeneración catiónica
pH salida aniónica	A6	Regeneración aniónica
Temperatura salida aniónica	A7	Regeneración aniónica

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

Presión diferencial	A8	Nivel del depósito de agua
Conductividad salida	A9	Producción
Temperatura salida	A10	Producción
pH entrada aniónica	A11	Regeneración aniónica
pH entrada catiónica	A12	Regeneración catiónica
Temperatura entrada aniónica	A13	Regeneración aniónica
Temperatura entrada catiónica	A14	Regeneración catiónica
Iluminación rojo	D2	Sensor cloro
Iluminación verde	D3	Sensor cloro
Iluminación azul	D4	Sensor cloro
Relé	D5	Análisis de cloro
Relé	D6	Electroválvula entrada
Relé	D7	Producción
Relé	D8	Regeneración catiónica
Relé	D9	Entrada de HCl
Relé	D10	Entrada de agua R.Cat.
Relé	D11	Regeneración aniónica
Relé	D12	Entrada de NaOH
Relé	D13	Entrada de agua R. An.

Figura 11: Tabla de conexiones al Arduino

Ciclo	Pin que lo controla	Elemento
Análisis de cloro	D5	Bomba dosificadora de DPD
Análisis de cloro	D5	Válvula 3 vías A.Cloro
Entrada	D6	Electroválvula
Producción	D7	Válvula 3 vías A.Cloro
Producción	D7	Válvula 3 vías Sup. Cat.
Producción	D7	Válvula 3 vías Sup. An.
Producción	D7	Válvula 3 vías Inf. An.

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

Producción	D7	Válvula 3 vías Inf. Cat.
Regeneración catiónica	D8	Válvula 3 vías Sup. Cat.
Regeneración catiónica	D8	Válvula 3 vías Inf. Cat.
Regeneración catiónica	D8	Bomba HCl – Agua
Regeneración catiónica	D9	Válvula 3 vías HCl – Agua
Regeneración catiónica	D10	Válvula 3 vías HCl – Agua
Regeneración aniónica	D11	Válvula 3 vías Sup. An.
Regeneración aniónica	D11	Válvula 3 vías Inf. An.
Regeneración aniónica	D11	Bomba NaOH – Agua
Regeneración aniónica	D12	Válvula 3 vías NaOH – Agua
Regeneración aniónica	D13	Válvula 3 vías NaOH - Agua

Figura 12: Tabla de conexiones de los relés

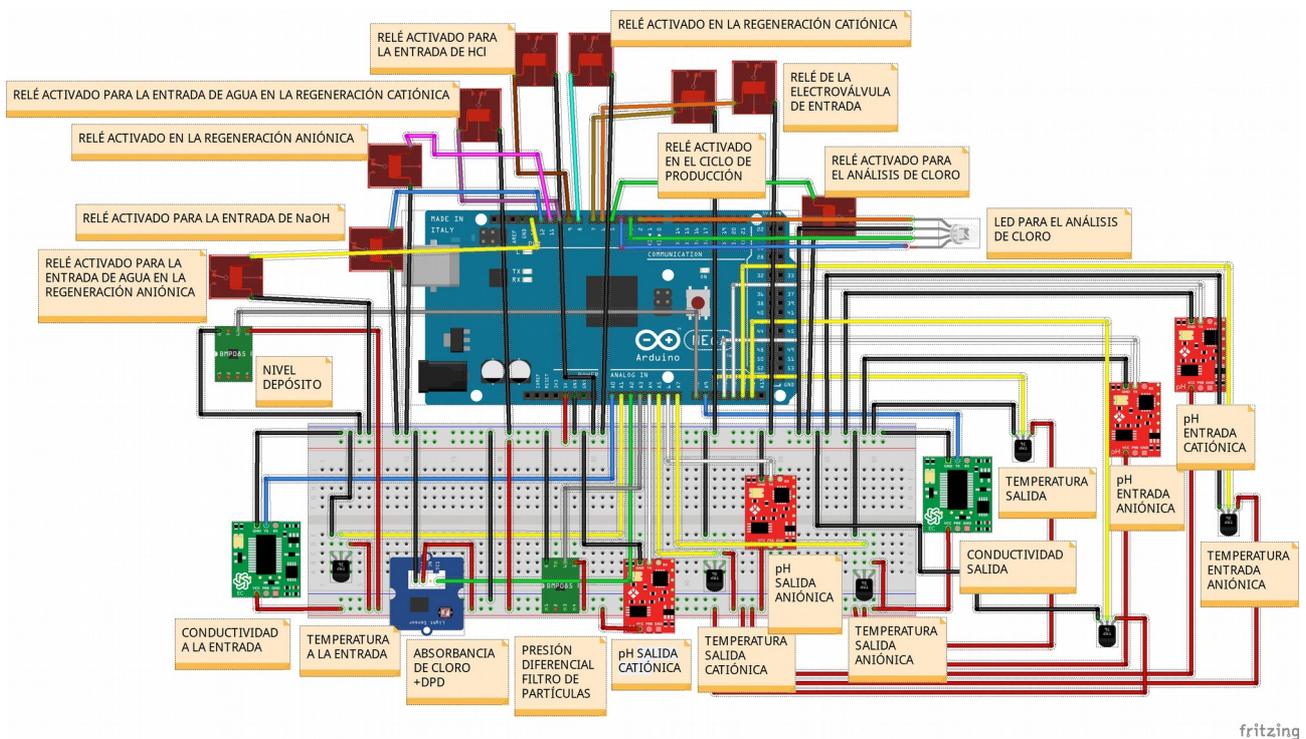


Figura 13: Esquema de conexiones

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

LISTADO DE MATERIALES:

SENSORES:

Equipamiento	Unidades	Precio unitario	Precio total
Sensor de conductividad y temperatura con placa de control	2	76,22€	152,44€
Sensor de pH y temperatura con placa de control	4	42,73€	170,92€
Sensor de presión diferencial	2	40,45€	80,90€
Sensor de absorbancia	1	3,01€	3,01€

ACTUADORES:

Equipamiento	Unidades	Precio unitario	Precio total
Electroválvula de dos vías	1	3,36€	3,36€
Electroválvula de tres vías	7	44,81€	313,67€
Bomba peristáltica 12V	3	7,83€	23,49€

SISTEMA DE CONTROL:

Equipamiento	Unidades	Precio unitario	Precio total
Ordenador completo	1	543,90€	543,90€
Arduino Mega	1	52,65€	52,65€

CIRCUITO HIDRÁULICO:

Equipamiento	Unidades	Precio unitario	Precio total
Conexión triple en T	4	1,62€	6,48€
Portaelectrodo	6	32,27€	193,62€
Portafiltro doble	1	34,95€	34,95€
Portafiltro grande	2	41,14€	82,28€
Depósito grande	1	216,83€	216,83€
Depósito mediano	2	13,47€	26,94€

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

Depósito pequeño	1	12,31€	12,31€
Tubería	1 rollo	53,14€	53,14€

CIRCUITO ELÉCTRICO:

Equipamiento	Unidades	Precio unitario	Precio total
Fuente de alimentación 5V y 12V	1	59,28€	59,28€
Tarjeta 16 relés	1	16,28€	16,28€
Cables	1 rollo	26,42€	26,42€

FUNGIBLES:

Equipamiento	Unidades	Precio unitario	Precio total
Filtro de partículas	1	3,95€	3,95€
Filtro de carbón	1	6,95€	6,97€
DPD	1	1,95€	1,95€
Resina de intercambio catiónico	1	78,05€	78,05€
Resina de intercambio aniónico	1	224,46€	224,46€
Ácido clorhídrico 10M	1	9,21€	9,21€
Hidróxido de sodio 10M	1	28,48€	28,48€

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

PROGRAMA DE CONTROL:

Todo el conjunto está controlado por un instrumento virtual creado con el programa de software libre MyOpenLab. La pantalla de este instrumento virtual se puede observar en la imagen siguiente:

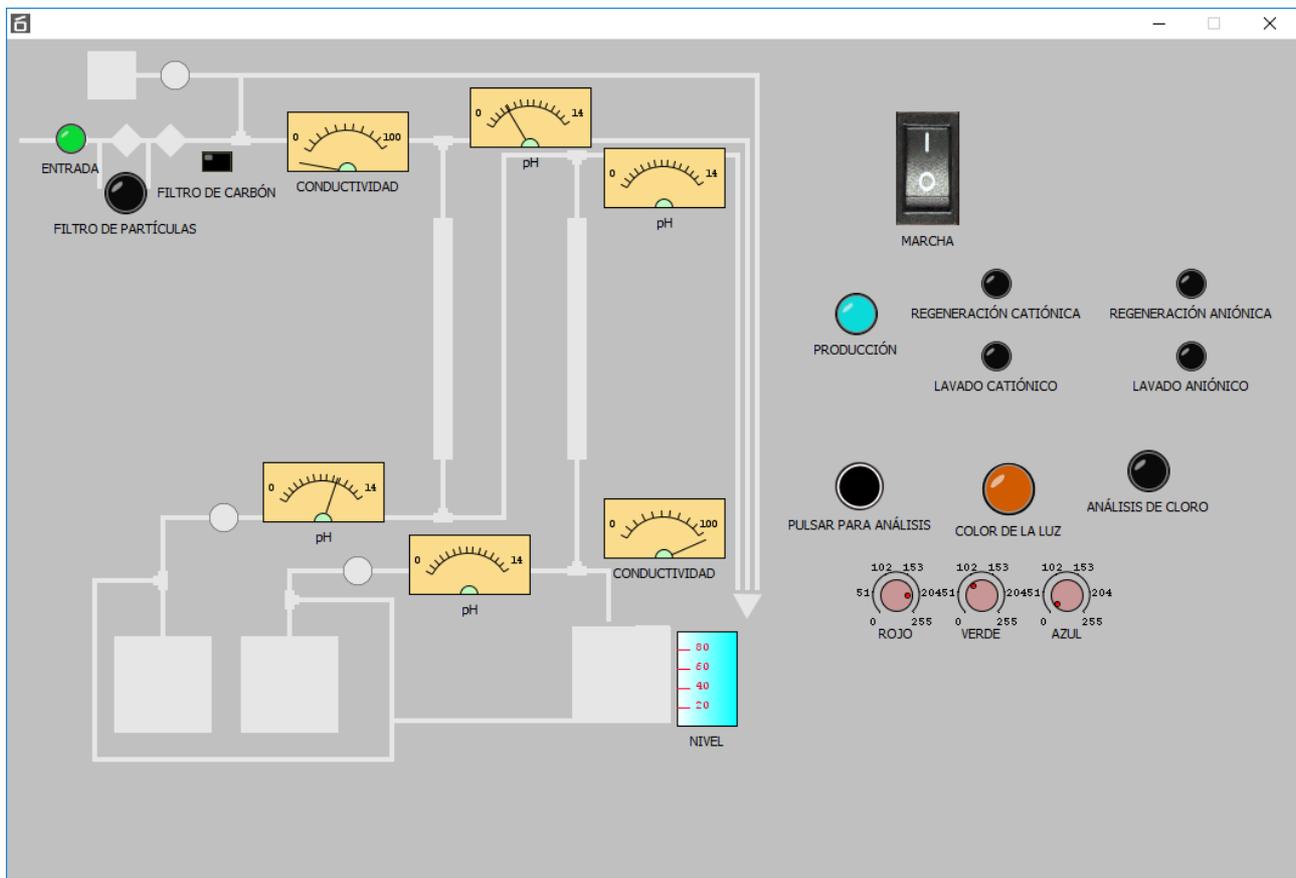


Figura 14: Panel de control del instrumento virtual

El instrumento tiene en su parte superior derecha un interruptor etiquetado “MARCHA” que permite activar todo el montaje. Al activar este interruptor se inicia el ciclo de producción, se activa la electroválvula de entrada de agua al sistema y en el panel se enciende el piloto verde etiquetado “ENTRADA” para informar del estado de esta electroválvula. También se enciende el piloto azul etiquetado “PRODUCCIÓN” en la parte derecha del panel para informar del ciclo en el que se encuentra el sistema. Distribuidos en distintas partes del diagrama del sistema hay seis indicadores analógicos, dos de ellos nos indican la conductividad, el primero a la entrada del sistema, es simplemente informativo, el segundo nos indica la conductividad al final del proceso, es decir, la conductividad del agua desionizada que se produce,

este, además de informarnos, envía esta información al sistema de control para decidir el momento en que deben iniciarse los procesos de regeneración de las resinas. Cuando estos procesos se inician en el panel se ilumina un piloto, de distinto color según el ciclo en el que se encuentra que están etiquetados “REGENERACIÓN CATIÓNICA”, “REGENERACIÓN ANIÓNICA”, “LAVADO CATIÓNICO” y “LAVADO ANIÓNICO”. Los otros cuatro indicadores analógicos nos informan del pH en distintos puntos del montaje e informan al sistema de control para que active o termine los ciclos de regeneración y lavado y volver al ciclo de producción.

En la mitad inferior de la parte derecha del panel se encuentran los controles del análisis de cloro que se realiza para controlar el estado del filtro de carbón. En la parte inferior hay tres mandos giratorios que permiten seleccionar el color de la iluminación para el análisis colorimétrico del compuesto del cloro con DPD. Encima de estos mandos y comenzando por la izquierda está el pulsador para iniciar el ciclo de análisis, a continuación un piloto que toma el color seleccionado con los mandos de abajo y a la derecha un piloto que nos indica que se está realizando en análisis.

En la parte superior izquierda del panel, cerca de donde está el piloto que avisa de que la electroválvula de entrada está activada hay dos pilotos correspondientes al estado de los dos filtros. Cuando el filtro de partículas está colmatado y hay una gran pérdida de carga se pone rojo el piloto redondo. Cuando tras un análisis la cantidad de cloro es demasiado elevada se pone rojo el piloto rectangular avisando de que es preciso cambiar el filtro de carbón. Cualquiera de estas dos situaciones provocan el paro de todo el sistema y requieren la sustitución del filtro correspondiente y el reinicio del instrumento virtual.

COMPARATIVA

ADQUISICIÓN

Los precios de los equipos comerciales varían bastante en función de varios parámetros por lo que incluiré algunos a modo de ejemplo. Un equipo adquirido recientemente con cartuchos desechables costó 3471,49€ con una capacidad de producción de 5L/h. Por otro lado una conocida marca comercial ha enviado una oferta de una serie de equipos basados también en la combinación de filtros, ósmosis inversa y cartuchos de desionización desechables por precios que oscilan entre los 3628,79€ y los 5432,90€ en función de los caudales de producción y la presencia o no de lámpara UV.

La instalación propuesta tiene un coste de 2.425,94€ al que habría que añadir la estructura de soporte si no está disponible en el laboratorio y la mano de obra del personal técnico del laboratorio para su montaje.

CONCLUSIONES

Los precios pueden ser equivalentes en las distintas opciones pero en la instalación propuesta no es preciso sumar el precio de la estructura pues se puede montar en una pared del laboratorio, tampoco es preciso sumar la mano de obra pues el montaje lo puede llevar a cabo el personal técnico del laboratorio. Por lo tanto con la instalación propuesta hay un ahorro de unos mil euros frente a la adquisición de un equipo comercial.

El mantenimiento de los equipos comerciales se puede llevar a cabo con una contrata que cuesta 1131,35€ o realizarlo el personal técnico del laboratorio si está cualificado y dispone de la información y los repuestos necesarios. Aunque el personal esté cualificado, el obtener la información necesaria para el mantenimiento total de los equipos no suele ser accesible lo que obliga a un sistema mixto de mantenimiento, el que puede llevar el personal propio y el que requiere encargarlo a los servicios técnicos autorizados. Mientras el equipo no dé problemas serios suele ser más económico que el contrato de mantenimiento, el inconveniente es que nunca se sabe cuando empezará a dar problemas serios. En cualquier caso, el mantenimiento es más complicado y más caro de lo que puede costar el mantenimiento de la instalación propuesta.

Por último, está el tema didáctico. Tanto la distribución de la instalación como el instrumento virtual son elementos de alto valor didáctico. La instalación a nivel elemental permite la explicación del procedimiento para la obtención del agua de laboratorio, a un nivel más avanzado permite la visualización de los procesos de intercambio iónico y de la regeneración de las resinas. El sistema de análisis de cloro es un procedimiento analítico instrumental, se trata de absorción molecular en el que se ha dejado la posibilidad de, sustituyendo el reactivo, analizar otras especies químicas que puedan ser de interés. El conjunto de elementos de medida y control y el instrumento virtual son un buen equipo para comprender las bases del control automatizado de una planta química.

Por todo lo expuesto la conclusión es que la instalación propuesta es elegible económicamente y además tiene el valor añadido de sus posibilidades didácticas.

ANEXOS

Hoja de datos de la resina aniónica

Purolite® A400

October 26, 2016 | Page 1 of 1

PRODUCT DATA SHEET

Gel Type I Strong Base Anion Exchange Resin

Purolite A400 is a clear gel Type I strong-base anion exchanger with both high operating capacity and the ability to achieve low residual silica levels. Minimal quantities of caustic soda are required compared with those typical of the classical Type I (**Purolite A600**) quaternary ammonium structure based on polystyrene. It has a clear gel structure, showing excellent regeneration efficiency and rinse characteristics. **Purolite A400** functions well both in mixed bed and layered bed demineralizer systems, where specially tailored particle size ranges result in achieving or maintaining good separations. **Purolite A400** has exceptional physical stability for a conventional gel-type resin which permits a long life without the development of excessive pressure drop; it also shows good kinetics of exchange, enabling very low concentration levels of both strong and weak acid anions to be achieved at practical flowrates.

Typical Physical and Chemical Characteristics

Application	Regeneration Efficient Demineralization / Silica Removal
Polymer Structure	Gel polystyrene crosslinked with divinylbenzene
Appearance	Spherical beads
Functional Group	Type I Quaternary Ammonium
Ionic Form as Shipped	Cl ⁻
Total Capacity (min.)	1.3 eq/l (28.4 Kgr/ft ³) (Cl ⁻ form)
Moisture Retention, Cl ⁻ Form	48 - 54 %
Particle Size Range	300 - 1200 µm
<300 µm (max.)	1 %
Uniformity Coefficient (max.)	1.7
Reversible Swelling, Cl ⁻ → OH ⁻ (max.)	20 %
Specific Gravity	1.08
Shipping Weight (approx.)	680 - 715 g/l (42.5 - 44.7 lb/ft ³)
Temp Limit, Cl ⁻ Form	100°C (212°F)
Temp Limit, OH ⁻ Form	60°C (140°F)



Americas
T +1 610.698.9090
F +1 484.384.2751
americas@purolite.com

Europe
T +44 1443 229334
F +44 1443 227073
europe@purolite.com

Asia Pacific
T +86 571 676 31382
F +86 571 676 31385
asiapacific@purolite.com

Hoja de datos de la resina catiónica

Purolite® C100

October 26, 2014 | Page 1 of 1

PRODUCT DATA SHEET

Gel Strong Acid Cation Resin - Sodium Form

Principal Applications

- Industrial softening
- Industrial demineralization when regenerated with acids

Advantages

- High operating capacity
- Good kinetic performance
- Excellent physical and chemical stability

Systems

- Coflow regenerated systems

Additional Information

- Available in H+ form
- Available in other particle size ranges
- Available in potable water grade
- Other grades available for counterflow regenerated systems

Typical Packaging

- 1 CF bag
- 35 CF Supersack
- 42 CF Supersack
- 5 CF drum (fiber)
- Bulk Tanker

Typical Physical and Chemical Characteristics

Application	Softening and Demineralization
Polymer Structure	Gel polystyrene crosslinked with DVB
Appearance	Amber, clear spherical beads
Functional Group	Sulfonic acid
Ionic Form as Shipped	Na ⁺
Total Capacity (min.)	2.0 eq/l (43.7 Kgr/lit ³) (Na ⁺ form)
Moisture Retention	44 - 48 % (Na ⁺ form)
Particle Size Range	300 - 1200 µm
<300 µm (max.)	1 %
Uniformity Coefficient (max.)	1.7
Reversible Swelling, Na ⁺ → H ⁺ (max.)	8 %
Specific Gravity	1.29 (Na ⁺ form)
Shipping Weight (approx.)	800 - 840 g/l (49.9 - 52.4 lb/ft ³)
Temperature Limit	120°C (250 °F)



Americas
T +1 610.698.9090
F +1 484.384.2751
americas@purolite.com

Europe
T +44 1443 223334
F +44 1443 227073
europe@purolite.com

Asia Pacific
T +86 571 876 31382
F +86 571 876 31385
asiapacific@purolite.com

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

Equipo edificio I+D+I

Fields of use

- Microbiology
- Electronics
- Optics
- Semiconductor
- Chemistry
- Analytical methods
- Food control lab
- Hospitals
- Education

Pure water

Reverse osmosis water

Series Compact

Compact system with integrated tank



Always one step ahead.



Manual de usuario del equipo instalado en el Departamento de Química Analítica

0. Introducción

El Manual del Usuario proporciona información sobre la instalación, puesta en marcha y la realización de las tareas de mantenimiento rutinario del equipo Ecomat®.

Antes de poner en marcha el equipo lea atentamente las instrucciones relacionadas con la seguridad del aparato, así como los aspectos relacionados con las conexiones eléctricas e hidráulicas del mismo.

Asimismo, el Manual del Usuario contiene información adicional sobre el del equipo y la configuración del mismo, lo que permite una mejor comprensión de su funcionamiento y de los cuidados que requiere.

En caso de duda contacte con el distribuidor de su zona o con el servicio de asistencia técnica de Wasserlab.

SAT Wasserlab
Tel: 948 186 141
Fax: 948 281 808
e-mail: sat@wasserlab.es

Fabricante:

Navarra de Tratamiento del Agua S.L.
Pol. Comarca II, nº 26
31191 - Barbatán (Navarra)
Tel: +34 948 186 141
CIF: B31637580



1. Índice

0. Introducción.....	2
1. Índice	2
2. Información de seguridad.....	3
3. Uso y especificaciones del equipo.....	4
3.1 Requerimientos de Alimentación eléctrica:.....	4
3.2 Requerimientos del Agua de entrada:	4
3.3 Ubicación del equipo	4
3.4 Características del equipo:.....	5
4. Descripción del equipo	6
4.1 Exterior del equipo	6
4.2 Lateral derecho	6
4.3 Lateral izquierdo.....	6
4.4 Otros elementos.....	6
4.5 Pantalla y teclado	7
4.6 Grifo de dispensación.....	7
4.7 Depósito de agua Osmotizada	7
5. Descripción del proceso de purificación de agua	8
5.1 Pretratamiento.....	8
5.2 Ósmosis inversa.....	8
5.3 Almacenamiento de Agua osmotizada.....	8
5.4 Desionización.....	8
5.6 Funcionamiento automático del equipo	8
6. Esquema hidráulico.....	9
7. Instalación del equipo.....	12
7.1 Desembalado del equipo.....	12
7.2 Conexiones hidráulicas	15
8. Monitorización	17
8.1 Símbolos y significado:.....	17
8.2 Avisos para el usuario	18
8.3 Configuración de parámetros	18
9. Mantenimiento.....	19
9.1 Equipos con cartuchos internos (MDP).....	19
9.2 Equipos con pretratamiento externo (MDPPE) .	19
9.3 Equipos con Botella de resina (MDPB).....	20
9.4 Sustitución de la membrana de ósmosis	21
9.5 Limpieza.....	21
9.6 Conservación de Fungible.....	21
10. Controles adicionales	22
11. Calibración	23
12. Guía de solución de problemas	24
13. Responsabilidad Civil.....	25
14. Declaración de conformidad CE	26

2. Información de seguridad

La información de seguridad que se incluye en este capítulo debe ser leída con atención.

El usuario debe comprobar que se cumplen las condiciones de seguridad establecidas en este Manual para garantizar el uso seguro del equipo.

En caso de duda consulte al Servicio de Asistencia Técnica.

La información de seguridad está relacionada tanto con la protección del usuario como con la protección del equipo.



Acceso al interior del equipo

Sólo el servicio técnico autorizado puede acceder al interior del equipo para realizar tareas de mantenimiento y reparación diferentes a las tareas de sustitución de fungibles rutinarias.



Conexiones eléctricas

- Compruebe que la conexión a la red eléctrica es de 230 - 110 VAC, 50 - 60 Hz.
- Utilice únicamente el transformador que se suministra con el equipo.
- Las fluctuaciones de tensión de alimentación no deben ser superiores al 10% de la tensión nominal.
- Sobretensiones transitorias admitidas: Las típicamente presentes en la red de alimentación (categoría II de la norma CEI 60634-4-443).
- El enchufe de conexión eléctrica no deberá estar situado por debajo del equipo.
- El enchufe de conexión eléctrica deberá ser accesible en caso de que sea necesario desconectar el equipo con rapidez.



Atmósferas explosivas

El equipo no está diseñado para trabajar en atmósferas explosivas.



Contaminación ambiental permitida

Grado de contaminación 1 (Ninguna contaminación ambiental o únicamente contaminación seca, no conductora).



Alimentación de agua y conexiones hidráulicas

El agua de alimentación del equipo debe corresponder a las especificaciones que se indican en este Manual. La alimentación con agua de baja calidad (turbidez y/o dureza elevada, conductividad inadecuada, contaminantes no deseados, etc.) puede producir un deterioro de los componentes del equipo o un rendimiento inapropiado del mismo.

Respete las condiciones de presión establecidas para el agua de entrada al equipo. Una presión elevada puede ocasionar daños en el sistema hidráulico. En estos casos es necesario instalar un regulador de presión antes del equipo.

Una presión del agua de entrada inferior al mínimo requerido ocasionará un menor rendimiento del equipo y un funcionamiento inadecuado de algunos componentes del sistema.

Disponga de una llave de paso de agua que sea fácilmente accesible para cuando necesite cortar la alimentación de agua al equipo.



Ubique el equipo de forma que las conexiones eléctricas e hidráulicas situadas en la parte trasera del equipo no se vean perjudicadas. Evitar que el cable de alimentación o las conexiones hidráulicas estén frías.



Fungibles

Reemplace los elementos fungibles en los tiempos previstos y en función de los mensajes del equipo. Utilice fungibles originales. El empleo de componentes de otro origen puede ocasionar daños en el equipo y la pérdida de la garantía.



Para desplazar el equipo, manipúlelo sujetándolo por la base.

3. Uso y especificaciones del equipo

El equipo de purificación de agua Ecomatic proporciona agua purificada de Tipo II (ASTM) a partir de **agua de red**.

El equipo puede combinar distintos procesos para proporcionar agua purificada (prefiltración, ósmosis inversa, desionización).

El agua que proporciona el equipo es apta para numerosas técnicas de laboratorio, de preparación de medios de cultivo y otras aplicaciones que requieran agua purificada de Tipo II.

El aparato, una vez realizadas las conexiones y la puesta en marcha, tiene un funcionamiento automático.

El agua purificada del equipo Ecomatic **no es apta para consumo humano**.

3.1 Requerimientos de Alimentación eléctrica:

230 – 110 VAC / 50 - 60Hz Monofásico.
Utilice únicamente el transformador que se suministra con el equipo.
La toma de corriente no debe quedar por debajo del equipo.

3.2 Requerimientos del Agua de entrada:

Agua potable (según normativa europea o USA)

Presión de entrada máxima:	6 bar.
Presión de entrada mínima:	2 bar
Temperatura:	5°C – 30°C
Dureza máxima:	360 ppm (CaCO ₃)
SDI (Silt density Index):	< 5
Conductividad:	< 1000 µS/cm
Cloro libre:	< 2 ppm
Turbidez:	< 1 NTU

La desviación de los valores de los requisitos de entrada puede ocasionar deterioro de los componentes del equipo y/o una disminución del rendimiento del equipo, en particular se deberá tener en cuenta las consideraciones siguientes:

1 Uso de Agua No potable:

Se recomienda realizar un tratamiento de potabilización (cloración) del agua de entrada.

No se recomienda el tratamiento con Peróxidos.

En caso de tratamiento con Peróxido debe realizarse un control diario para verificar la ausencia de este compuesto en el agua final, ya que este aspecto no es controlado por el equipo.

2 Aguas turbias (>1 NTU):

La presencia de sólidos en suspensión en el agua de entrada puede colmatar los filtros de pretratamiento disminuyendo el rendimiento del equipo, en tal caso se recomienda la colocación de un sistema de filtración efectivo para tratar adecuadamente el agua de entrada.

3 Dureza del Agua (>30 °F / 300 mg/l CaCO₃):

La dureza del agua repercute negativamente en el rendimiento del equipo, para aguas con dureza superior a 30° F se recomienda el empleo de un agente o sistema de descalcificación.

4 Aguas contaminadas microbiológicamente:

La presencia de una elevada contaminación microbiana en el agua de entrada, perjudica la calidad del agua final.

En el caso de requisitos estrictos de la microbiología del agua final puede ser necesario el uso de sistemas Ultravioleta o filtros amicóbianos. (consulte al servicio técnico).

Temperatura Ambiental:

Funcionamiento: 5°C – 35°C

La temperatura ambiental y, sobre todo, la temperatura del agua de alimentación del equipo repercuten en el rendimiento del mismo.

La temperatura idónea de funcionamiento se encuentra en el rango 20 – 25°C.

Si el equipo puede estar sometido a bajas temperaturas, debe asegurarse que no sean inferiores a 5°C.

Humedad Relativa HR = Ausencia de condensación. HR < 80% para T° de hasta 31° C (disminución lineal hasta 50% a 40° C).

3.3 Ubicación del equipo

El equipo está diseñado para uso en interiores y altitud < 2000 m.

La ubicación del equipo debe ser tal que no quede obstaculizado el acceso a la conexión eléctrica del mismo.

Vigile que las conexiones traseras del equipo no se vean perjudicadas por una ubicación inadecuada.

Entre la toma del agua y la entrada del equipo debe colocarse una llave de paso de acceso fácil en el caso de que deba cortarse el suministro de agua al equipo.

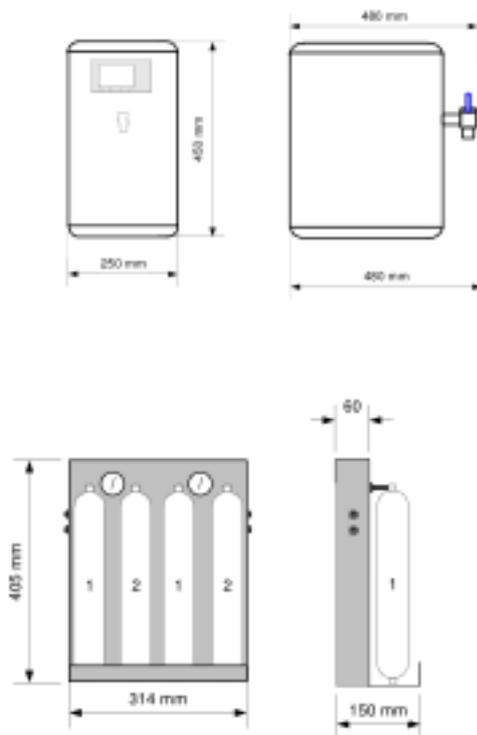
El equipo necesita de un sumidero para recibir el agua de rechazo.

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

3.4 Características del equipo:

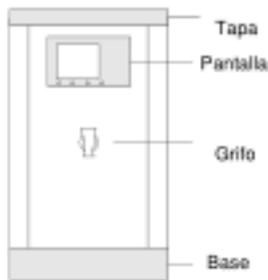
Caudal de producción *:	3 -10 l/h *
Presión de trabajo:	4 - 7 bar
Conductividad (compensada a 25°C)	< 0.2 µS/cm
Eliminación de sílice:	>99,9 %
Rendimiento de ósmosis inversa:	90 – 98%
Dimensiones del equipo:	
Alto	45 cm
Ancho	25 cm
Fondo	48 cm
Peso en funcionamiento	12 Kg.

* Los valores de producción dependen del modelo elegido. 15% de fluctuación. Los valores de producción se basan en condiciones estándar de funcionamiento (25°C/pH 5 – 7/4 bar/250 ppb ClNa) y pueden variar según la calidad del agua de entrada y las variaciones típicas de las membranas de ósmosis inversa.

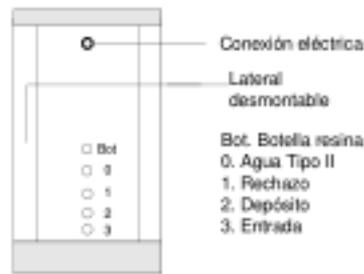


4. Descripción del equipo

4.1 Exterior del equipo



Vista Frontal



Vista trasera

externo que se colocan en un soporte entre la toma de agua de la red y el equipo.
- Depósito Presurizado.

Conexión eléctrica:

Transformador:

Input: 230 - 110 VAC. Conectar a la red eléctrica.

Output: 24 VDC, tipo Plug-in con conexión en la parte posterior del equipo

Conexiones Hidráulicas:

[1] **Rechazo:**
Salida del agua de rechazo de la etapa de ósmosis inversa (se dirige a un desagüe)

[2] **Depósito:**
Salida de agua desde el equipo al depósito presurizado de almacenamiento de agua osmotizada

[3] **Entrada:**
Entrada del agua que alimenta al equipo.

[0] **Salida de Agua Tipo II:**
Salida (opcional) de agua Tipo II para conectar a otros equipos.

[Bot] **Botella de resina:**
Entrada de agua Tipo II desde la botella de resina (sólo en equipos con este dispositivo).



4.2 Lateral derecho

Contiene 4 cartuchos. El contenido de los cartuchos varía según el modelo.

4.3 Lateral izquierdo

- Membrana de ósmosis (ROM)
- Bomba de presión
- Otros componentes

4.4 Otros elementos

- Grifo: En algunos modelos el grifo frontal puede ser sustituido por otro tipo de salida, especialmente si se conecta a otros equipos.
- Llave para cartuchos y llave para ROM
- Pretratamiento externo: Según el modelo, el equipo se suministra con cuatro cartuchos de pretratamiento

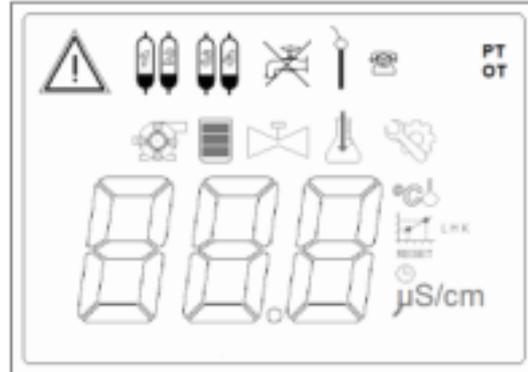


4.5 Pantalla y teclado

4.5.1 Pantalla

Pantalla con iconos que indican el estado de funcionamiento del equipo, avisos para el usuario y valores de medición y control.

El significado de los símbolos se explica en 8.1 Símbolos y significado.



4.5.2 Teclado

MODE/ESC	Anulación de acciones / Acceso al menú de configuración
ENTER	Aceptación de acciones
▽	Desplazamiento en el menú Decremento de valores
△	Desplazamiento en el menú Incremento de valores

4.5.3 Aviso acústico

El equipo emite un pitido cuando se activa cualquier aviso.

Pulsando cualquier tecla se desactiva el sonido.

4.6 Grifo de dispensación

Pulsando la manilla del grifo el equipo dispensa agua Tipo II.

Posicionando la manilla hacia arriba, ésta queda fija y dispensa de forma continua.

En equipos conectados al Ecomatic, el grifo puede ser sustituido por otro tipo de salida que se adapte al equipo externo.



4.7 Depósito de agua Osmotizada

Se conecta al equipo y está provisto de una llave de paso.

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

5 Descripción del proceso de purificación de agua

Etapa de purificación	Observaciones
<p>5.1 Pretratamiento</p> <p>Elimina:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las partículas de tamaño igual o superior a 5 μ. - El 99,99% del hipoclorito. - La mayor parte de la materia orgánica presente en el agua de entrada. <p>En equipos instalados en zonas en las que el agua de entrada presenta elevada cantidad de sólidos en suspensión, turbidez, coloides, <u>puede ser necesario incluir prefiltros adicionales</u> que reduzcan de forma significativa la presencia de sustancias que puedan afectar al rendimiento del equipo.</p> <p>En agua muy duras es necesario instalar un equipo <u>descalcificador</u> antes de alimentar al equipo.</p>	<p>Cartuchos 1 y 2</p> <p>Modelo MDP: 2 cartuchos en el interior del equipo.</p> <p>Modelo MDPE: 4 cartuchos en el exterior del equipo</p> <p>Modelo MDPB: 4 cartuchos en el interior del equipo.</p> <p>Cartucho 1: Filtro de sedimentos</p> <p>Cartucho 2: Filtro de carbono activo.</p>
<p>5.2 Ósmosis inversa</p> <p>Elimina > 99,96 % de materia orgánica (de más de 150 dalton) presente en el agua y el 95 - 98% de los Sólidos Totales Disueltos(TDS).</p>	<p>La membrana de ósmosis inversa debe trabajar a una presión mínima de 4 bar para que su rendimiento sea aceptable.</p> <p>En instalaciones con elevada presión de entrada (>6 bar) es necesario colocar un regulador de presión antes de la entrada de agua al equipo.</p> <p>Si la presión de la red es inferior a 2 bar, el rendimiento del equipo será inferior al esperado y será necesario colocar un grupo de presión.</p>
<p>5.3 Almacenamiento de Agua osmotizada</p> <p>La actividad de la membrana produce agua osmotizada, que se envía al depósito presurizado en la que se almacena y agua de rechazo, que se envía a un desagüe (salida trasera "Rechazo").</p>	<p>Conexiones traseras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - [2] Depósito - [1] Rechazo
<p>5.4 Desionización</p> <p>El agua osmotizada acumulada en el depósito pasa a través de un lecho mixto de resinas Catión /Anión fuerte que retienen todos los aniones y cationes aún presentes en el agua y que no han sido eliminados en el proceso de Ósmosis Inversa.</p> <p>El resultado es un Agua Tipo II Grado Analítico con una conductividad inferior a 0,2 μS/cm (Resistividad > 5 MΩ.cm) recién producida.</p>	<p>Modelo MDP: 2 cartuchos en el interior del equipo.</p> <p>Modelo MDPE: 4 cartuchos en el interior del equipo</p> <p>Modelo MDPB: Botella de resina en el exterior del equipo. La salida de la botella se conecta con el conector trasero [0] Botella.</p>

5.6 Funcionamiento automático del equipo

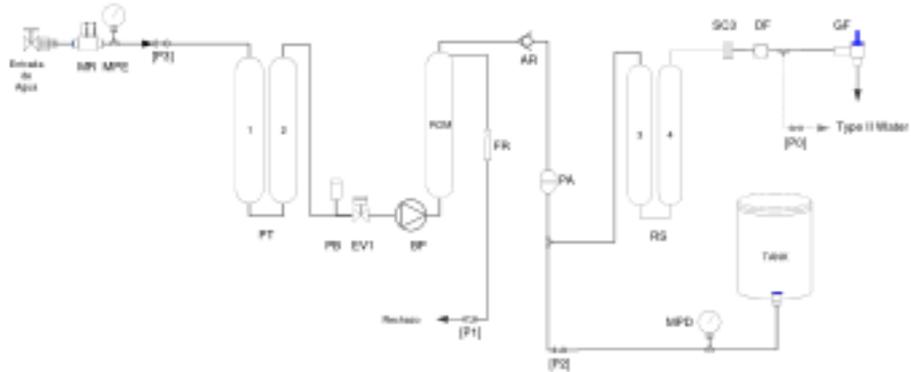
El equipo tiene los siguientes modos de funcionamiento:

- **Producción:** El equipo produce Agua Osmotizada que es enviada al depósito presurizado. Cuando el depósito se llena, el equipo se detiene automáticamente.
- **Reposo:** El equipo no produce agua porque el depósito está lleno.
- **Dispensación de agua:** El usuario puede obtener agua en cualquier momento, pulsando el grifo situado en la parte frontal del equipo, independientemente de que el equipo se encuentre en fase de producción o de reposo. Si el equipo está conectado a otro equipo externo, proporciona agua de forma continua según demanda del equipo.

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

6. Esquema hidráulico

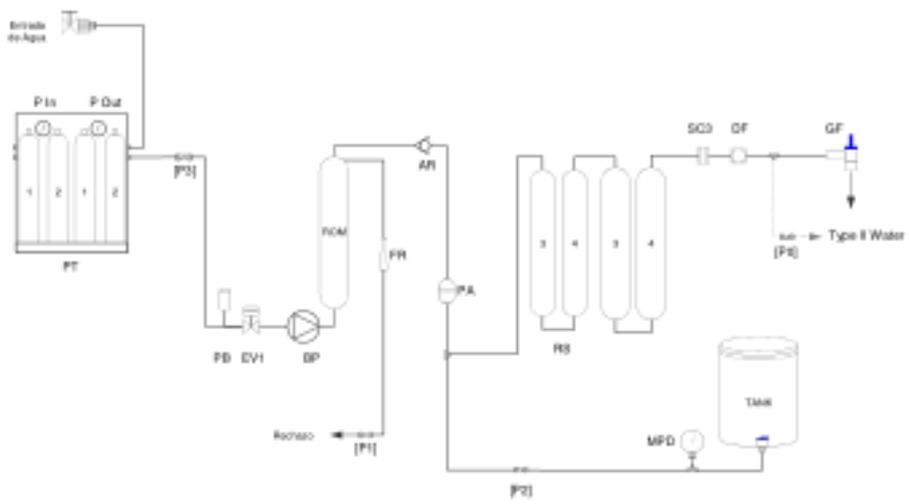
Los esquemas hidráulicos varían ligeramente según el modelo.



Equipo con cartuchos internos de pretratamiento y desionización

MR	Manorreductor
MPE	Manómetro de presión de entrada
PT	Pretratamiento 1: Filtro de sedimentos, 2: Filtro GAC
PB	Prestatado de baja
EV1	Electroválvula de entrada
BP	Bomba de presión
ROM	Membrana de ósmosis inversa
FR	Restrictor de flujo
AR	Válvula anti-retorno
PA	Prestatado de alta
MPD	Manómetro de presión del depósito
TANK	Depósito presurizado
RS	Resina de intercambio iónico
SC3	Sonda de conductividad Agua Tipo II
DF	Detector de flujo
GF	Grifo
[P1 a P3]	Conector trasero
[P3]	Salida trasera opcional de agua Tipo II para conexión con otros equipos

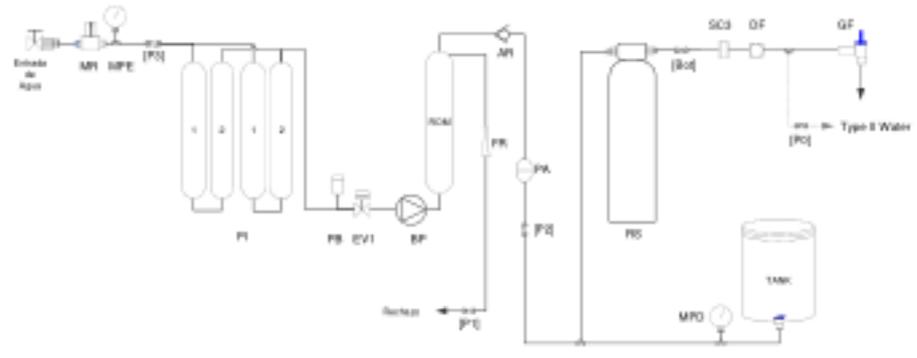
Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente



Equipo con pretratamiento externo y cartuchos internos de desionización

P In	Manómetro de Presión de entrada
P Out	Manómetro de Presión de salida del pretratamiento
PT	Filtros de pretratamiento
PB	Presostato de baja
EV1	Electroválvula de entrada
BP	Bomba de presión
ROM	Membrana de ósmosis inversa
FR	Restrictor de flujo
AR	Válvula anti-retorno
PA	Presostato de alta
MPD	Manómetro de presión del depósito
TANK	Depósito presurizado
RS	Resina de intercambio iónico
SC3	Sonda de conductividad Agua Tipo II
DF	Detector de flujo
GF	Grifo
P1 a P3	Conector trasero
P2	Salida trasera opcional de agua Tipo II para conexión con otros equipos

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente



Equipo con cartuchos internos de pretatamiento y botella externa de desionización	
MR	Manorreductor
MPE	Manómetro de presión de entrada
PI	Pretatamiento interno, 1: Filtro de sedimentos; 2: Filtro de carbono activo
PB	Presostato de baja
EVI	Electroválvula de entrada
BP	Bomba de presión
RDM	Membrana de ósmosis inversa
FR	Restrictor de flujo
AR	Válvula anti-retorno
PA	Presostato de alta
MPD	Manómetro de presión del depósito
TANK	Depósito presurizado
RS	Resina de intercambio iónico (Botella)
SC3	Sonda de conductividad Agua Tipo II
DF	Detector de flujo
GF	Grifo
[P1 a P3]	Conector trasero
[PC]	Salida trasera opcional de agua Tipo II para conexión con otros equipos
[Bot]	Conexión con Botella de resina

7. Instalación del equipo

7.1 Desembalado del equipo

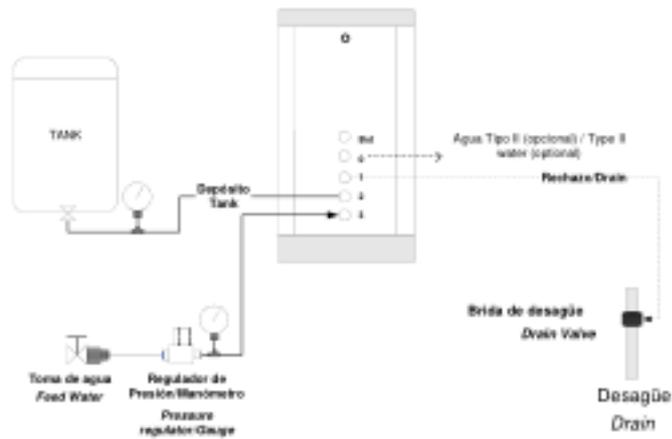
- Compruebe que el embalaje no presenta ningún tipo de daño.
- Desembale el equipo y los componentes cuidadosamente. Observe si algún componente está dañado.
- Verifique que no falta ningún elemento del sistema:
 - Equipo Ecomatic, con grifo de dispensación
 - Depósito presurizado con llave de paso
 - Transformador
 - Llave para cartuchos
 - Pinza Cortatubo y tubo
 - Un juego completo de cartuchos de pretratamiento [1] y [2]
 - Un juego completo de cartuchos de resina [3] y [4], o Botella de resina (con llave para cabeza)
 - Manual de usuario
 - Kit de conexión a toma de agua y desagüe.
 - Regulador de presión y manómetro
 - En equipos con pretratamiento externo, se suministra el soporte y los cartuchos de pretratamiento.

El equipo es autoportante. Para manejar el equipo, cójalo por los laterales de la base. Tenga en cuenta las siguientes indicaciones para ubicar y conectar el equipo:

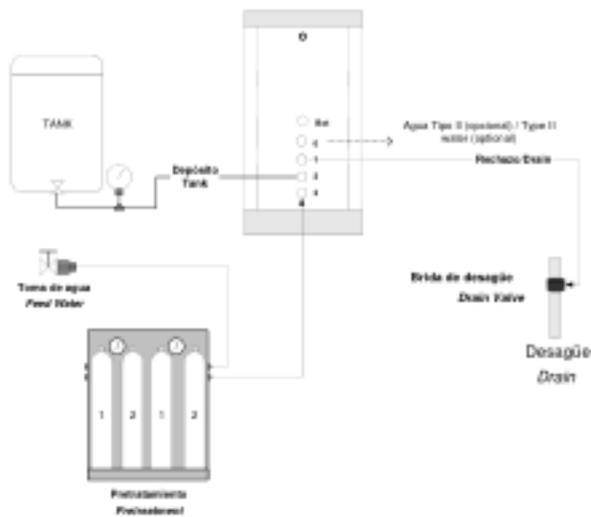
Ubicación del equipo	Superficie plana Evitar luz solar directa Evitar ambientes agresivos (agentes químicos, polvo, suciedad) Evitar ambientes húmedos que puedan causar condensación
Ubicación del depósito	Mesa Suelo Estantería
Ubicación del pretratamiento externo	Fijado a pared Sobre una superficie plana
Ubicación de botella de resina.	Suelo Mesa
Conexión eléctrica	Transformador: Toma de red : 230 – 110 VAC Conexión al equipo: Conexión trasera tipo Plug-in Enchufe accesible en caso de necesitar desconectar la alimentación eléctrica. Enchufe por encima o a un lado del equipo
Conexión Hidráulica:	Realizar las conexiones hidráulicas según lo indicado en los esquemas hidráulicos

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

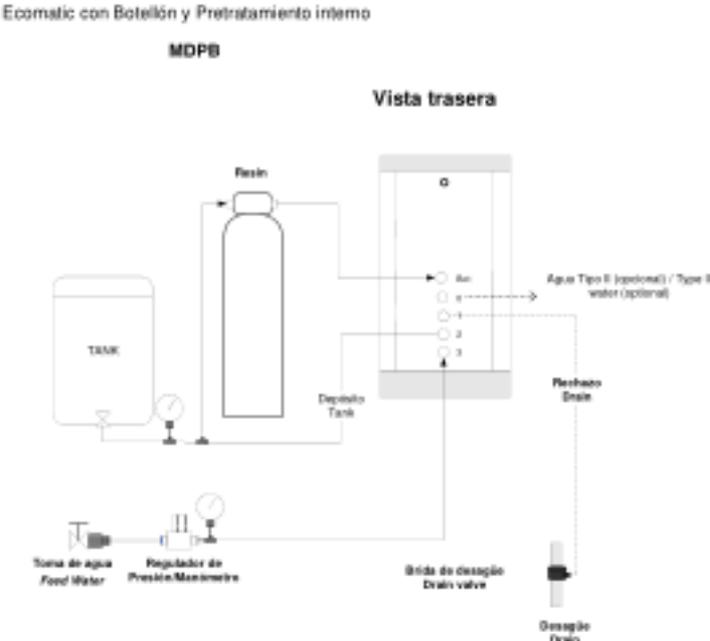
Ecomatic. Conexiones Hidráulicas
 Ecomatic. Hydraulic connections
MDP



Ecomatic (pretratamiento externo). Conexiones hidráulicas
 Ecomatic (external pretreatment). Hydraulic connections
MDPPE



Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente



7.2 Conexiones hidráulicas

Con el equipo se proporciona tubo flexible para realizar las conexiones hidráulicas y una Pinza corta-tubo para cortarlo.

Conexiones rápidas:

Las conexiones hidráulicas se realizan mediante el sistema conocido como Conexión rápida (QC = Quick Connection); Basta con introducir el tubo hasta que haga tope, quedando conectado.



Para desconectar el tubo, primero se aprieta la arandela central de la pieza QC hacia el interior de la pieza y al mismo tiempo se tira del tubo en sentido contrario.

Importante: Los tubos que se conectan en conexiones rápidas tienen que ser cortados con un corte limpio y perpendicular a la longitud del tubo. El tramo de tubo que se inserta en la conexión estará liso, sin rozaduras. Cualquier corte en bisel o una terminación del tubo dañada hará que la conexión sea imperfecta y presente fuga de agua.

a. Toma de agua: La toma de agua estará provista de una llave de paso con Terminal Macho Rosca gas de 3/8". Se rosca la pieza de conexión que se suministra. No usar teflón para esta conexión (la pieza de conexión está provista de una junta de goma).



b. Desagüe: El punto de desagüe estará como máximo a 3 m. de distancia del equipo. El tubo de Rechazo debe colocarse de forma que se asegure que no pueda salirse de su ubicación, mediante una brida o introduciéndolo unos 30 cm. en la tubería de desagüe.

El tubo de Rechazo se conecta con el conector rápido "Rechazo" situada en la parte trasera del equipo.

Uso de la brida de desagüe:

Realizar un orificio con broca de 6.5 mm en la tubería de desagüe en el punto en que se insertará el tubo de Rechazo.

Colocar la almohadilla sobre el orificio realizado y sobre ésta, se posiciona la brida de desagüe, abrazando la tubería. Fijarla apretando los tornillos de ambos lados

Insertar el tubo de Rechazo 5 cm., atravesando la brida.

Fijar el tubo de Rechazo con la tuerca de la Brida de desagüe.



c. Instalación del Grifo de dispensación: El grifo de dispensación se coloca en el panel frontal del equipo, fijándolo mediante la tuerca de plástico que se proporciona.

- Retire el panel lateral derecho del equipo.
- Coloque el grifo en el orificio del panel frontal, con la junta de silicona puesta
- Coloque la tuerca de plástico y la otra junta de silicona en la parte interior y fije la posición del grifo apretándola con la mano.
- Coloque el adaptador gris en la rosca del grifo.
- Rosque el adaptador apretando firmemente la rosca con una llave.



Si el equipo alimenta directamente a otro equipo externo, en lugar de grifo se instala un pasamuros con una conexión rápida a la que se conecta el tubo de dispensación hasta el punto de uso.

Debe tenerse en cuenta que el equipo proporciona agua con presión (máx 4 bar) cuando se conecta a otros equipos y en algunos casos puede ser necesario intercalar un regulador de presión.

d. Depósito: Conectar el depósito con el conector trasero del equipo [2] intercalando el manómetro de presión del depósito.

e. Botella de resina: La entrada se realiza con una derivación del tubo que va del equipo al depósito presurizado.

La salida de agua de la botella de resina se conecta con el conector [Bot] Botella. Puede intercalarse un filtro intermedio entre la salida de la botella y el conector [Bot].

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

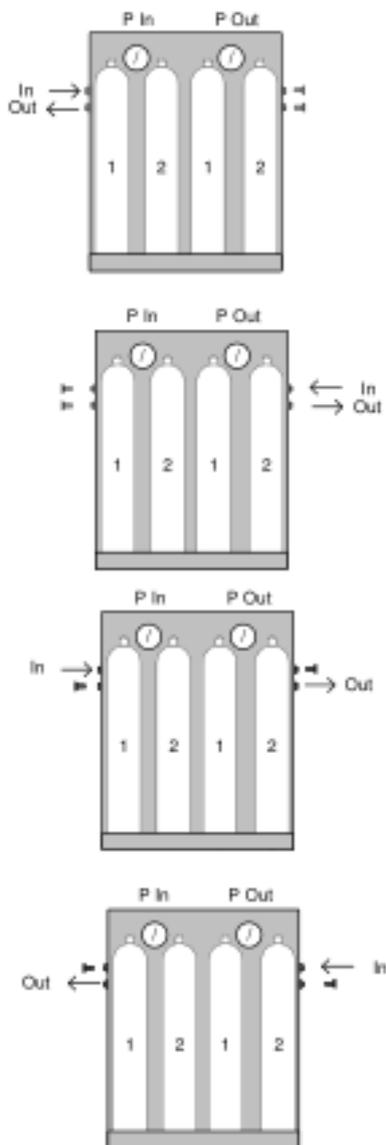
f. Pretratamiento externo:

El Pretratamiento externo se coloca en un soporte especial que contiene los cartuchos del pretratamiento, un regulador de presión y dos manómetros de control (P In y P Out) de la pérdida de presión.

Las conexiones se realizan usando dos de los cuatro conectores laterales:

In : Entrada de agua
Out: Salida del agua hacia el equipo

En los conectores que no se utilizan se coloca un tapón.



e. Salida de Agua Tipo II a otros equipos:

El Conector trasero [0] sirve para disponer de una salida de agua Tipo II para ser conectada a otros equipos. Esta salida es opcional y debe ser habilitada si se va a usar.

7.3 Puesta en marcha del equipo

Tras realizar las conexiones hidráulicas, abra la llave de paso de agua al equipo y compruebe que no existen fugas en las conexiones realizadas, incluida la del grifo de dispensación.

Conexión eléctrica:

Primero conecte el **Plugín** del transformador en el equipo y después conecte el transformador a la red: El equipo se pondrá en marcha automáticamente.

Se deja el equipo en funcionamiento hasta que el depósito se llene: En la pantalla aparecen los iconos de la bomba, de llenado de depósito y de la electroválvula de entrada. El manómetro de presión del depósito marcará unos 3 bar.

Cuando el depósito se llene, el equipo detiene la producción de agua y muestra el icono correspondiente a depósito lleno. La bomba se detiene y la electroválvula de entrada se cierra.

Dispensación de agua:

Pulsar el grifo situado en el frontal del equipo: El equipo dispensa Agua Tipo II recién producida. En la pantalla se muestra el valor de la conductividad del agua que está dispensando y se activa el icono que indica dispensación.

Si la manilla del grifo se coloca hacia arriba, el equipo dispensa de forma continua.

Si el equipo está conectado a otro equipo externo, el tubo de dispensación contiene agua a presión. Cuando el equipo externo demanda agua, ésta será dispensada directamente desde el equipo y podrá leerse el valor de conductividad en la pantalla.

En el tubo de dispensación se coloca una llave de purga cuando se desee sacar agua del circuito y para purgar el aire que pueda contener.

8. Monitorización

El equipo muestra en la pantalla, mediante iconos, el estado de funcionamiento del mismo y los valores correspondientes a las medidas:

Estado del equipo	Pantalla
Reposo	El display muestra el último valor de conductividad del agua dispensada. Icono de Depósito lleno
Producción	La pantalla muestra el último valor de conductividad del agua dispensada. Se activa el icono de Bomba, Electroválvula, Llenado de depósito
Dispensación de agua	La pantalla se ilumina y muestra el valor de conductividad del agua que se dispensa. Se activa el icono de Dispensación. (Se puede dispensar agua independientemente de que el equipo esté en reposo o en producción)

8.1 Símbolos y significado:

	Cambio de pretratamiento		Bomba en funcionamiento
	Cambio de resina		Depósito
	Corte de agua.		Electroválvula de entrada abierta
	Sonda de conductividad no funciona Avisar al servicio técnico		Dispensación de agua
PT	Configuración del equipo PT: Equipo con depósito de presión		Menú de Ajuste
	Valor numérico de la medición		Configuración de temperatura
			Menú de calibración
		RESET	Puesta a 0 del contador de horas
			Contador de horas
		µS/cm	Medición de conductividad

8.2 Avisos para el usuario

El equipo Ecomatic realiza una monitorización constante de varios parámetros de funcionamiento del equipo y emite avisos para el usuario mediante una señal sonora y la activación del icono correspondiente:

- **Cambio del pretratamiento:** Cuando el equipo supera el número de horas de funcionamiento asignado al pretratamiento, se activa este aviso indicando que deben cambiarse los cartuchos [1] y [2].
- Además, en los equipos con pretratamiento externo es necesario renovar el pretratamiento si se observa una caída de presión importante entre el manómetro de entrada (P In) y el de salida (P Out) ya que indica que los filtros están muy sucios.
- **Cambio de resina de desionización y Botella de resina:** Este aviso se activa cuando se detecta que la conductividad del Agua Tipo II es superior a un valor determinado. Por defecto, se fija un valor máximo de 10 $\mu\text{S/cm}$. El usuario puede seleccionar otro valor de consigna (entre 1 y 20 $\mu\text{S/cm}$).
- **Corte de agua:** Se activa el icono indicando que se ha interrumpido la entrada de agua al equipo.
- **Sonda de conductividad:** Avisar al servicio técnico. La sonda de conductividad no mide correctamente.

8.3 Configuración de parámetros

El sistema permite que el usuario configure valores de:

- Temperatura del agua
- Consigna de conductividad para el Agua Tipo II.
- Consigna de cambio de pretratamiento

Pulsando **MODE/ESC** se accede al menú de configuración.

La pantalla muestra de forma secuencial los siguientes valores (pulsando las teclas Δ y ∇):

Parámetro	Valor
Consigna uS	10,0 $\mu\text{S/cm}$
Δ ↓ ∇ ↑	
Consigna horas	Xxx * ☉
Δ ↓ ∇ ↑	
Δ ↓ ∇ ↑	
Valor de temperatura	25,0 $^{\circ}\text{C}$

Para modificar los valores de consigna se sigue el siguiente procedimiento:

- Seleccionar el parámetro (por ejemplo Consigna uS)
- ENTER** = El primer dígito parpadea. Para modificarla pulsar hasta que aparezca la cifra deseada. Para aceptar, pulsar **ENTER**.
- Parpadeará el segundo dígito. Realizar la misma operación.
- Parpadeará el tercer dígito. Realizar la misma operación y el valor quedará fijado.
- Para salir del menú de configuración = **ESC**.

8.3.1 Consigna para el cambio de resina de desionización

El equipo se entrega con un valor de consigna de 10 $\mu\text{S/cm}$: Cuando el Agua Tipo II alcanza o supera este valor de conductividad, se activa el aviso para sustituir los cartuchos de resina de desionización [3] y [4].

El usuario puede seleccionar otro valor de consigna (entre 1 y 20 $\mu\text{S/cm}$) para activar este aviso.

8.3.2 Temperatura del agua

Los valores de conductividad que se muestran en la pantalla están compensados a 25°C.

El valor de la conductividad depende de la temperatura del agua y se suele expresar normalizando la lectura a 25° C. Para ello debe ser tenida en cuenta la temperatura del agua en la que se está realizando la medición y aplicarle un factor de corrección de 2% por cada grado de temperatura que se desvía de la temperatura de referencia:

$$C_{25} = \frac{C_t}{(1 + 0.02 \times (t - 25))}$$

C_{25} = Conductividad a 25°C ($\mu\text{S/cm}$)

C_t = Conductividad a la temperatura t ($\mu\text{S/cm}$)

t = temperatura a la que se realiza la medición (°C)

(*) El valor de consigna de horas depende del modelo elegido.

Por defecto el equipo se entrega con un valor de temperatura de 25°C.

8.3.3 Reinicio del contador de horas de pretratamiento

Cuando se realiza la sustitución del pretratamiento es necesario reiniciar el contador de horas:

- Entrar en el menú de configuración: Pulsar **MODE/ESC**
- Pulsar **▲ + ▲**
- La pantalla muestra las horas de funcionamiento del equipo
- Pulsar **ENTER**: El valor de la pantalla parpadea
- Pulsar **ENTER**: El contador se ha reseteado a **000** horas
- Pulsar **MODE/ESC** para salir del menú de configuración y volver a la pantalla principal

9. Mantenimiento

Utilice recambios originales. La utilización de otros materiales y componentes puede acarrear daños en el equipo que no son asumidos por el fabricante.

9.1 Equipos con cartuchos internos (MDP)

9.1.1 Sustitución del pretratamiento

- Cerrar la alimentación de agua al equipo.
- Cerrar la llave de paso del depósito presurizado.
- Abrir el grifo hasta que deje de salir agua.
- Retirar la tapa lateral derecha para acceder a los cartuchos [1] y [2].
- Soltar los cartuchos desconectándolos de la conexión superior al equipo.
- Abrir los cartuchos usando la llave que se proporciona con el equipo
- Vaciar los cartuchos y colocar los repuestos
- Colocar la tapa de los cartuchos y apretarlos con la llave.
- Conectar los cartuchos al equipo mediante las conexiones rápidas.
- Abrir la alimentación de agua al equipo
- **Poner a cero el contador de horas del equipo (ver 8.3.3)**



9.1.2 Sustitución de los cartuchos de resina

- Realizar el cambio de los cartuchos de resina [3] y [4] de la misma manera que la indicada en los cartuchos de pretratamiento.



9.2 Equipos con pretratamiento externo (MDPPE)

9.2.1 Sustitución del pretratamiento

- Cerrar la alimentación de agua al equipo.
- Cerrar la llave de paso del depósito presurizado.
- Abrir el grifo hasta que deje de salir agua.
- Soltar los cartuchos desconectándolos de la conexión al soporte.
- Abrir los cartuchos usando la llave que se proporciona con el equipo
- Vaciar los cartuchos y colocar los repuestos
- Colocar la tapa de los cartuchos y apretarlos con la llave.
- Conectar los cartuchos al soporte mediante las conexiones rápidas.
- Abrir la alimentación de agua al equipo
- Abrir la llave de paso del depósito
- **Poner a cero el contador de horas del equipo (ver 8.3.3)**



9.2.2 Sustitución de los cartuchos de resina

- Actuar según lo indicado en 9.1.2.

9.3 Equipos con Botella de resina (MDPB)

9.3.1 Sustitución del pretratamiento

- Se realiza de la misma manera que la indicada anteriormente (8.1.1), sólo que se cambian los 4 cartuchos que se encuentran en el interior del equipo
- Poner a cero el contador de horas del equipo (ver 8.3.3)



9.3.2 Sustitución de la botella de resina

- Cerrar la alimentación de agua al equipo.
- Cerrar la llave de paso del depósito presurizado.
- Abrir el grifo hasta que deje de salir agua.
- Retirar los tubos de entrada y salida del botellón
- Conectar el nuevo botellón
- Si hay filtro posterior, desenroscar el filtro, lavarlo con agua y volverlo a colocar.
- Desenroscar la tapa del cabezal de la botella con la llave que se proporciona.
- Abrir la llave de paso del equipo
- Abrir la llave de paso del depósito presurizado
- La botella de resina se llena de agua. Cuando esté casi llena colocar la tapa superior y apretarla con la llave.
- Si el equipo está conectado a otros equipos y existen puntos de purga, abrir las llaves de purga para que salga el aire del circuito.

9.4 Sustitución de la membrana de ósmosis

La membrana de ósmosis debe durar al menos 2 años.

Los síntomas que indican que la membrana debe ser sustituida son:

- Disminución del caudal de producción
- Mayor consumo de cartuchos de resina

La membrana de ósmosis inversa se encuentra en el lado izquierdo del equipo.

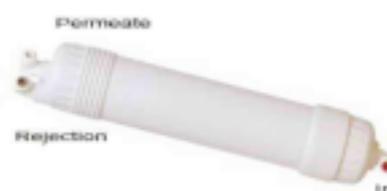
Para reemplazar la membrana, es necesario desconectarla del circuito:

- Cerrar la llave de paso del agua de entrada
- Cerrar la llave del depósito
- Dispensar agua por el grifo frontal hasta que deje de salir agua.
- Retirar la tapa del equipo y el panel lateral izquierdo
- Soltar las conexiones de la membrana.

Parte inferior (entrada de agua = IN)

Parte superior: Conector central (producción= Permeate) y conector lateral (rechazo = Rejection)

- Tirar de la membrana para soltarla de la pieza que la sujeta a la pared trasera del equipo.
- Colocar la nueva membrana observando que se realizan correctamente las conexiones
- Abrir la llave de purga antes del depósito
- Abrir la llave de paso de agua
- Comprobar que el agua que sale de la purga no tiene aire. Inicialmente tendrá aire, pero irá disminuyendo poco a poco.
- Cerrar la purga
- Abrir la llave de paso del depósito



9.5 Limpieza

Es conveniente que al menos una vez al año se efectúe la limpieza de las carcasas de los cartuchos.

Esta operación se puede llevar a cabo antes de la sustitución de los cartuchos agotados.

Para ello, suelte los cartuchos y límpielos con agua y un detergente neutro.

Después, aclárelos con agua osmotizada (del depósito) hasta eliminar totalmente los restos de detergente.

9.6 Conservación de Fungible

Cartuchos de Pretratamiento: A temperatura ambiente, en ambiente seco y fresco.

Cartuchos de resina: Entre 5 – 10°C/Máximo 6 meses

Botella de resina: < 20°C. Máximo 4 meses

Ósmosis inversa: No almacenar. Solicitar repuesto cuando sea necesario.

10. Controles adicionales

El equipo monitoriza la conductividad del agua de salida y la duración del pretratamiento, avisando al usuario de la necesidad de sustituir la resina de intercambio iónico (Botella) y los cartuchos del pretratamiento.

Sin embargo es posible realizar controles adicionales para tener un mejor conocimiento del funcionamiento y rendimiento del equipo.

10.1 Presión de entrada

Comprobar que la presión de entrada es, al menos, de 2 bar.

La producción óptima se consigue cuando la presión de entrada está entre 4 – 5 bar.

En equipos con pretratamiento externo, la presión P Out debe ser de 2 bar como mínimo.

10.2 Rechazo iónico de la ósmosis inversa

El rechazo iónico de la membrana de ósmosis debe ser de $\geq 90\%$.

- Medir la conductividad del agua de entrada
- Medir la conductividad del agua osmotizada (tomar muestra abriendo la llave de purga situada antes del depósito)

Cálculo:

$$100 * (\mu S \text{ Entrada} - \mu S \text{ osmosis}) / \mu S \text{ Entrada}$$

Ejemplo:

Agua de entrada 450 $\mu S/cm$
 Agua de ósmosis 6 μS
 % rechazo iónico $100 * (450 - 6) / 450 = 98.7 \%$

Una membrana de ósmosis debe producir un caudal de agua igual o superior al nominal del equipo (10 l/h) y con un rechazo iónico $\geq 90\%$.

10.3 Control del caudal de producción

Cerrar la llave del depósito y dispensar agua por el grifo frontal.

Cuando el caudal se estabilice, medir el tiempo (t) que tarda en llenar 100ml usando una probeta.

Caudal de producción:

$$C = 360/t$$

Ejemplo:

El equipo tarda 30 segundos en llenar 100 ml:

$$\text{Producción: } 360/30 = 12 \text{ litros/hora}$$

La producción de la membrana de ósmosis depende de la temperatura del agua.

Medir la temperatura del agua de entrada y corregir la producción según la tabla de compensación de temperatura.

Ejemplo:

Tª agua = 18.8 °C
 Producción = 12 l/h

Factor = 1.251

$$\text{Producción: } 12 * 1.251 = 15.01 \text{ l/h}$$

10.4 Control del caudal de rechazo

Medir el caudal que sale por el tubo de rechazo usando una probeta de 1000 ml.

Cálculo:

$$3600/t = \text{caudal de rechazo}$$

Los equipos de 10 l/h de producción nominal deben tener un caudal de rechazo de 60 l/h

Si el caudal de rechazo es inferior a 60 l/h y la presión de entrada es correcta, es indicativo de que el Flow restrictor está taponado.

10.5 Control de la dureza del agua

Es conveniente medir varias veces al año la dureza del agua de entrada, ya que ésta puede variar.

Una dureza superior a 300 mg/l CaCO₃ hace necesario emplear un descalcificador para evitar la formación de precipitados de cal en el sistema.

10.6 Control de cloro

Es conveniente medir varias veces al año la ausencia de cloro en el agua del rechazo (método cualitativo).

La presencia de cloro en el agua de rechazo indica el agotamiento del pretratamiento.

Tabla de Factor de corrección de temperatura:

Temp	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9
6	2.134	2.127	2.117	2.106	2.093	2.079	2.063	2.047	2.030	2.013
7	2.049	2.041	2.030	2.017	2.003	1.988	1.971	1.954	1.937	1.919
8	1.969	1.960	1.948	1.935	1.920	1.904	1.887	1.870	1.852	1.834
9	1.892	1.884	1.871	1.857	1.842	1.825	1.808	1.791	1.773	1.755
10	1.816	1.807	1.794	1.780	1.764	1.747	1.730	1.713	1.695	1.677
11	1.740	1.731	1.718	1.703	1.687	1.670	1.653	1.635	1.617	1.599
12	1.664	1.655	1.642	1.627	1.610	1.593	1.575	1.557	1.539	1.521
13	1.588	1.579	1.566	1.551	1.534	1.517	1.500	1.482	1.464	1.446
14	1.512	1.503	1.490	1.475	1.458	1.441	1.423	1.405	1.387	1.369
15	1.436	1.427	1.414	1.399	1.382	1.365	1.347	1.329	1.311	1.293
16	1.360	1.351	1.338	1.323	1.306	1.289	1.271	1.253	1.235	1.217
17	1.284	1.275	1.262	1.247	1.230	1.213	1.195	1.177	1.159	1.141
18	1.208	1.199	1.186	1.171	1.154	1.137	1.119	1.101	1.083	1.065
19	1.132	1.123	1.110	1.095	1.078	1.061	1.043	1.025	1.007	0.989
20	1.056	1.047	1.034	1.019	1.002	0.985	0.967	0.949	0.931	0.913
21	0.980	0.971	0.958	0.943	0.926	0.909	0.891	0.873	0.855	0.837
22	0.904	0.895	0.882	0.867	0.850	0.833	0.815	0.797	0.779	0.761
23	0.828	0.819	0.806	0.791	0.774	0.757	0.739	0.721	0.703	0.685
24	0.752	0.743	0.730	0.715	0.698	0.681	0.663	0.645	0.627	0.609
25	0.676	0.667	0.654	0.639	0.622	0.605	0.587	0.569	0.551	0.533
26	0.600	0.591	0.578	0.563	0.546	0.529	0.511	0.493	0.475	0.457
27	0.524	0.515	0.502	0.487	0.470	0.453	0.435	0.417	0.399	0.381
28	0.448	0.439	0.426	0.411	0.394	0.377	0.359	0.341	0.323	0.305
29	0.372	0.363	0.350	0.335	0.318	0.301	0.283	0.265	0.247	0.229
30	0.296	0.287	0.274	0.259	0.242	0.225	0.207	0.189	0.171	0.153
31	0.220	0.211	0.198	0.183	0.166	0.149	0.131	0.113	0.095	0.077
32	0.144	0.135	0.122	0.107	0.090	0.073	0.055	0.037	0.019	0.001
33	0.068	0.059	0.046	0.031	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
34	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
36	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
37	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
38	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
39	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

11. Calibración

El equipo se entrega ajustado y calibrado de fábrica.

El equipo puede ser calibrado y ajustado en todo momento por el Servicio de Asistencia Técnica frente a un patrón calibrado y trazable a estándares internacionales. Es recomendable hacerlo una vez al año.

12. Guía de solución de problemas

Como medida general de prevención, se recomienda realizar el mantenimiento de los elementos del sistema cuando las alarmas indique el agotamiento de los cartuchos.

No obstante se pueden presentar situaciones no previstas que hagan necesaria una intervención en el equipo. La guía que se encuentra a continuación intenta recoger la mayor parte de estas situaciones y la acción correctora más conveniente.

Problema	Actuación
<ul style="list-style-type: none"> La pantalla no se ilumina o no funciona el menú 	<p>Desenchufar el equipo. Desconectar el Plugín.</p> <p>Conectar primero el plugín y después enchufar el equipo a la red.</p> <p>Si persiste el fallo, comprobar la conexión eléctrica: Conexión de la red, del transformador, de la tarjeta electrónica</p>
<ul style="list-style-type: none"> El equipo no produce agua o produce poca agua 	<p>Comprobar que no está cortada la alimentación de agua al equipo. Verificar la presión que indica el manómetro.</p> <p>Comprobar la presión de entrada: Cuanto menor sea, menor será el rendimiento del equipo.</p> <p>Soltar los cartuchos de pretratamiento y comprobar el grado de ensuciamiento: Si están muy sucios la colmatación impide el paso de agua.</p> <p>En equipos con pretratamiento externo comprobar que la pérdida de presión P In – P Out no es elevada. Una caída de presión indica la colmatación de los cartuchos de pretratamiento.</p> <p>Comprobar la presión del depósito. El depósito lleno alcanza una presión de unos 3 bar. A medida que se vacía, la presión disminuye.</p> <p>Comprobar que la llave de paso del depósito está Abierta.</p> <p>Comprobar que el tubo que conecta el equipo y el depósito no está aprisionado o pinzado accidentalmente.</p> <p>Comprobar que el tubo de rechazo no está obstruido.</p> <p>Posible avería de la bomba: Avisar al SAT</p> <p>Si las comprobaciones anteriores no indican desviaciones, la menor producción puede deberse a que la membrana de ósmosis está agotada</p>
<ul style="list-style-type: none"> La conductividad del agua producida es elevada 	<p>Posible agotamiento de la resina: Sustituir los cartuchos</p> <p>Comprobar que sale agua por el tubo de rechazo</p>
<ul style="list-style-type: none"> La resina de desionización dura poco tiempo 	<p>Posible agotamiento de la membrana de ósmosis inversa</p> <p>Comprobar el % de rechazo iónico de la ósmosis inversa</p>
<ul style="list-style-type: none"> El equipo pierde agua 	<p>Fallo en alguna conexión del equipo.</p> <p>Fuga del cabezal de la bomba.</p> <p>Consultar SAT</p>
<ul style="list-style-type: none"> Tras realizar el cambio de pretratamiento, el mensaje de aviso no se desactiva 	<p>Poner a 0 el contador de horas (ver 8.3.3)</p>
<ul style="list-style-type: none"> Fuga en la botella de resina. 	<p>La tapa de la botella no ha sido bien roscada</p>

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

13. Responsabilidad Civil

Navarra de Tratamiento del Agua, SL (wasserlab) se exime de cualquier responsabilidad por incumplimiento de las recomendaciones detalladas en este documento, o por el uso de fungible o recambios de los equipos no suministrados por el fabricante.

14. Declaración de conformidad CE

Declaración de Conformidad

Navarra de Tratamiento de Agua S. L. declara que el aparato

Equipo de Purificación de Agua
Modelo Ecomatic
Marca Wasserlab

Fabricado y certificado por Navarra de Tratamientos de Agua S. L. cumple con las Directivas y Normativas

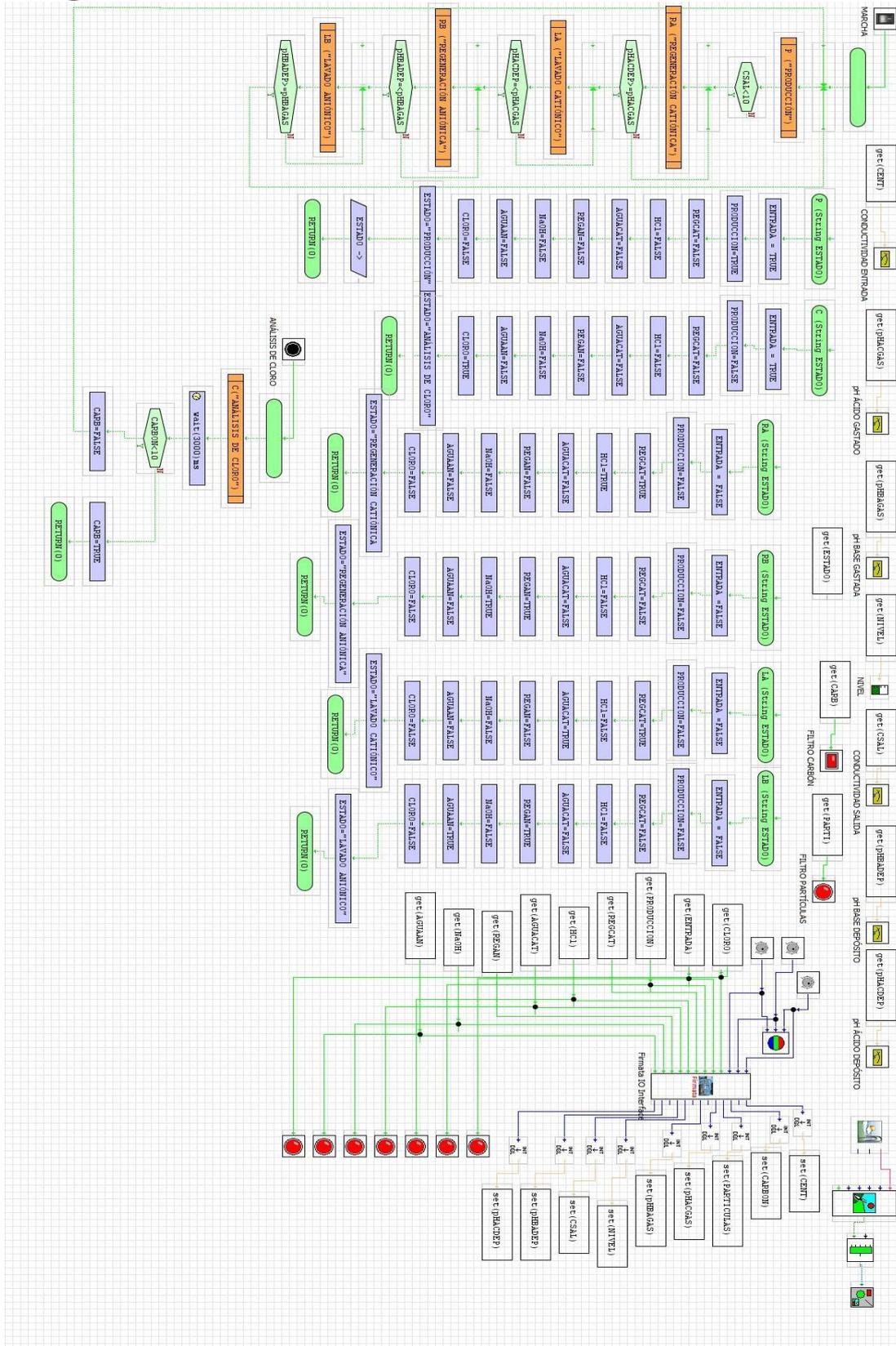
- **2006/95/CE Directiva de Baja Tensión**
- **UNE/EN 6100-3-2:2006 y 6100-3-3:2009, Compatibilidad Electromagnética (EMC).**
- **UNE/EN 61010-1:2002 y 61010-1 Corr.: 2003 Requisitos de seguridad de equipos electrónicos de medida, control y uso en laboratorio**
- **2004/108/CE Directiva de Compatibilidad Electromagnética (Real Decreto 1580/2006)**
- **UNE-EN 61326-1: 2006 Material eléctrico para medida, control y uso en laboratorio. Requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM)**

El equipo cumple con las directivas y normas mencionadas cuando se instala de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Navarra de Tratamiento el Agua S.L.
CIF: B31637580

Diseño de una instalación de producción de agua purificada, provista de control automático del proceso, para un laboratorio químico docente

Programa del Instrumento Virtual:



Bibliografía

Compañó Beltrán, Ramón y Ríos Castro, Ángel. *Garantía de la calidad en los laboratorios analíticos*. Editorial Síntesis, S.A. 2002 319p.
ISBN: 84-9756-024-8

Ollero de Castro, Pedro y Fernández Camacho, Eduardo. *Control e instrumentación de procesos químicos*. Editorial Síntesis, S.A. 1997 455p.
ISBN: 84-7738-517-3

Pingarrón Carrazón, José Manuel y Sánchez Batanero, Pedro. *Química electroanalítica. Fundamentos y aplicaciones*. Editorial Síntesis, S.A. 1999 382 p. ISBN: 84-7738-663-3

UNE 101-149-86, *Transmisiones hidráulicas y neumáticas – Símbolos gráficos*

UNE 101-149-87 ERRATUM, *Transmisiones hidráulicas y neumáticas – Símbolos gráficos*

UNE 1-154-95, *Dibujos técnicos – Instalaciones – Símbolos gráficos para sistemas de control automático*

UNE-EN 60617-3:1997, *Símbolos gráficos para esquemas – Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión*

UNE-EN 60617-7:1997, *Símbolos gráficos para esquemas – Parte 7: Aparatación y dispositivos de control y protección*

UNE-EN 60617-8:1997, *Símbolos gráficos para esquemas – Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización*

UNE-EN 60617-11:1997, *Símbolos gráficos para esquemas – Parte 11: Esquemas y planos de instalaciones arquitectónicas y topográficas*

UNE-EN ISO 3696:1987, *Agua para uso en análisis de laboratorio – Especificación y métodos de ensayo*