

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES PARA VERTIDOS DE AERONAVES

Trabajo Fin de Grado

Grado en Tecnologías Marinas

Julio de 2021

Trabajo de fin de grado realizado por

Jesús Alberto Rodríguez Melián

bajo la supervisión del profesor

Prof. Dña. Beatriz Añorbe Díaz

Escuela Politécnica Superior de Ingeniería
Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval
Universidad de La Laguna

D/D^a. Beatriz Añorbe Díaz, Profesora de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval, perteneciente al Departamento de Química Orgánica de la Universidad de La Laguna:

Hace constar que:

D. **Jesús Alberto Rodríguez Melián** con DNI 78.717.056 -Q ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: “Estación depuradora de aguas residuales para vertidos de aeronaves”.

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura. Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente documento.

En Santa Cruz de Tenerife, a 1 de julio de 2021



Fdo.: Beatriz Añorbe Díaz

Directora del trabajo

Agradecimientos.

La realización de este trabajo de fin de grado ha sido posible gracias a la ayuda de varias personas. En primer lugar, quisiera agradecer, a mi tutora de TFG, Beatriz Añorbe Díaz, por guiarme y orientarme, y sobre todo a su cercanía a la hora de pedirle ayuda con varias dudas, gracias.

Quiero agradecer también a todo el profesorado de la Escuela Náutica por enseñarme durante todo mi recorrido los conocimientos necesarios para poder abordar dicho trabajo.

Agradecer también a toda mi familia, los cuales han estado hay en todo momento para apoyarme.

RESUMEN

El presente trabajo de fin de grado recoge el diseño de una EDARA (estación depuradora de agua residuales de aeronaves) para tratar los vertidos de los aviones, emplazada en el término municipal de San Cristóbal de La Laguna perteneciente a la provincia de Santa Cruz de Tenerife, en la cual estuve trabajando

La descarga de aguas residuales en el alcantarillado principal debe cumplir con una normativa. Para lograr esto, se utiliza una estación de tratamiento llamada EDARA para el tratamiento de las aguas residuales de las aeronaves antes de descargarlas en la arqueta principal.

El agua residual será transportada desde los aviones a la arqueta de la EDARA por medio de camiones cisterna. Una vez tratada el agua será vertida a la red de saneamiento u otras aplicaciones, por lo que antes de esto ha de ser tratada esta agua para cumplir con el objetivo de las autoridades en cuanto normativa.

Palabras claves:

EDARA (Estación depuradora de aguas residuales de aeronaves.)

ABSTRACT

The discharge of waste water into the main sewage needs to comply with national regulations. In order to achieve this, a treatment station called EDARA is used to treat the aircraft waste water before discharging it into the main swage.

This degree final dissertation covers the work on an EDARA located in San Cristobal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, where I was working. This project will cover the full process. The waste water is transported from the aircraft to the EDARA's manhole by tanker trucks. Once in the EDARA, the waste water is treated and then disposed to the main swage network.

Keywords: EDARA (Aircraft wasterwater treatment station)

Índice del TFG

Índice de abreviaturas y definiciones	III
Índice Referencia de imágenes	IV
1. Introducción.....	5
2. Objetivos.....	6
3. Normativa.....	7
4. Metodología	8
4.1. Definición EDARA.....	8
4.2. Los objetivos de una EDARA.....	8
5. Desarrollo	9
5.1. Características del diseño.....	9
5.2. Etapas proceso EDARA.....	10
5.3. Funcionamiento de la EDARA	11
5.3.1. Pretratamiento desbaste y tamizado.....	11
5.3.2. Homogeneización y laminación	14
5.3.3. Tratamiento Físico-Químico.....	16
5.3.4. Tratamiento Biológico	18
5.3.5. Tratamiento de fangos	19
5.3.6. Filtración y salida de agua tratada	21
5.4. Mantenimiento preventivo	22
5.4.1. Plan diario de mantenimiento preventivo	22
5.4.2. Plan mensual de mantenimiento preventivo.....	25
5.4.3. Plan semestral de mantenimiento preventivo.....	26
5.4.4. Plan anual de mantenimiento preventivo	26
5.4.5. General.....	26
5.5. Anomalía EDARA	27

6. Conclusiones	29
7. Bibliografía	30
8. Anexo	31
8.1. Componentes de la planta	31
8.2. Datos de partida de los equipos.....	42
8.3. Esquemas eléctricos.....	47

Índice de abreviaturas y definiciones

EDARA : Estación depuradora de aguas residuales de aeronaves.

Amonio (NH₄-N): es un compuesto inorgánico de nitrógeno que se forma en las depuradoras durante la degradación biológica de compuestos orgánicos de nitrógeno.

NH₄: Amonio.

NH₃: Amoníaco.

DBO5 demanda biológica de oxígeno a los cinco días.

DQO demanda química de oxígeno

SST sólidos en suspensión total

SSV sólidos en suspensión volátiles

Índice Referencia de imágenes

Imagen [1] Arqueta exterior de la planta, fuente elaboración propia.

Imagen [2] Arqueta con reja, fuente elaboración propia.

Imagen [3] Segunda arqueta, fuente elaboración propia.

Imagen [4] Tamiz estático, fuente elaboración propia.

Imagen [5] Deposito de homogenización, fuente elaboración propia.

Imagen [6] Sopladores, fuente elaboración propia.

Imagen [7] Productos químicos, fuente elaboración propia

Imagen [8] Deposito biológico, fuente elaboración propia.

Imagen [9] Sacos filtrantes de lodos, fuente elaboración propia.

Imagen [10] Caudalímetro, fuente elaboración propia.

Imagen [11] Electroválvula salida del depósito del reactor biológico, fuente elaboración propia.

Imagen [12] check-lists diario, proporcionado por la empresa mantenedora Eiffage.

1. Introducción

El presente trabajo de fin de grado recoge el diseño de una EDARA (estación depuradora de agua residuales de aeronaves) para tratar los vertidos de los aviones. Emplazada en el término municipal de San Cristóbal de La Laguna perteneciente a la provincia de Santa Cruz de Tenerife.

El agua residual será transportada desde los aviones a la arqueta de la E.D.A.R.A. por medio de camiones cisterna. Una vez tratada el agua será vertida a la red de saneamiento u otras aplicaciones, por lo que antes de esto ha de ser tratada esta agua para cumplir con el objetivo de las autoridades en cuanto materia legislativa.

El objeto de este proyecto abordará el problema del vertido de residuos, procedentes de las aeronaves de una forma satisfactoria desde los puntos de vista ecológico y sanitarios, y simultáneamente que tenga lugar en una zona apartada del aeropuerto y oculta de la vista de otras dependencias del mismo.

La solución adoptada consiste en la instalación de una estación depuradora para tratar vertidos producidos en las áreas de las aeronaves

El problema que generan estos vertidos a las redes municipales de saneamiento es debido a su extrema toxicidad. Sus principales contaminantes son:

- Sólidos (normalmente papel) en grandes cantidades.
- Materia orgánica.
- Productos bactericidas, de gran toxicidad (generalmente con amoníaco, detergentes, colorantes, perfumes...)

Estos reactivos producen un vertido con un elevado contenido en amoníaco (concentraciones de 2500 a 3000 ppm de Amonio (NH₄-N) muy tóxico para un tratamiento biológico, además de un pronunciado color verde oscuro y un alto contenido en detergentes.

La cantidad de vertido es aproximadamente 3 metros cúbicos al día que es llevado a la planta por un camión cisterna de 1 metro cubico de capacidad máxima, la cual supone caudales instantáneos muy elevados.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es dar a conocer de forma clara el funcionamiento de una Edara, describiendo sus etapas, y además resaltar la importancia que tiene el control de los parámetros, así como los mantenimientos preventivos que se hacen diarios, mensuales, semestrales y anuales

Además, abordaremos un incidente que provoco la parada de la estación, interrumpiendo el funcionamiento normal de la misma.

3. Normativa

Este proyecto debe cumplir con el decreto, dentro disposiciones generales, Consejería de Obras Públicas, vivienda y aguas 1371- DECRETO 174/1994, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Control de Vertidos para la Protección del Dominio Público Hidráulico.

4. Metodología

El presente trabajo se llevó a cabo utilizando la información procedente de la búsqueda bibliográfica, la información aportada por la empresa y la experiencia obtenida durante una temporada que trabajé y desempeñe las funciones de técnico para la empresa mantenedora.

Antes de abordar el diseño de las instalaciones, es importante detallar aspectos importantes de planificación de proyectos, y también del proceso de depuración de aguas residuales. En primer lugar, se expondrán conceptos teóricos útiles para comprender mejor dicho proceso de depuración.

4.1. Definición EDARA

EDARA (Estación depuradora de aguas residuales vertido de aeronaves), son plantas destinadas a la depuración y tratamiento físico químico de aguas residuales procedentes de los aviones, cuya función es recoger los vertidos de los aviones, y reducir su contaminación mediante ciertos procesos y tratamientos para finalmente poder volver a reutilizar esta agua para otras aplicaciones.

4.2. Los objetivos de una EDARA

- Conseguir que el vertido, mediante el tratamiento de la depuración, produzca el mínimo impacto en el medio ambiente que lo acoja, o pueda reutilizarse en otra aplicación sin tener efectos secundarios. Esto se consigue eliminando residuos (sedimentos sólidos, grasas, aceites, arenas...) y, además compuestos de amoníaco y fósforo. De todos estos procesos se obtendrán fangos estables.
- Transformar el biogás que se obtiene de los lodos de digestión en energía generalmente, mediante cogeneración eléctrica.

- Utilizar los fangos desecados para mejorar la calidad de los suelos.

Para depurar las aguas residuales hay un principal tratamiento que es tratamiento físico-químico, que consiste en añadirle a las aguas residuales un reactivo químico que facilite la decantación o flotación de los sólidos y un posterior tratamiento biológico.

Los objetivos en el tratamiento de las aguas deben estar directamente relacionados con los objetivos de las autoridades en materia de mejora del medio ambiente y conservación de las aguas

Mediante el proceso de depuración se obtiene:

- Agua depurada que sometida a control analítico periódico exigido y controlada y autorizada por el organismo autonómico competente se reutiliza en los inodoros de los lavabos del aeropuerto y para riego de zonas verdes . Esta reutilización reduce el consumo de un recurso natural.
- Lodos de depuración que, una vez sometidos a los análisis que ordene la legislación vigente, pueden ser reutilizados.

5. Desarrollo

5.1. Características del diseño

- Debe tratar un caudal máximo de 5 metros cúbicos al día.
- Los vertidos se producen de manera puntual (no de forma regular y uniforme)
- Los vertidos llegan en camión cisterna.
- Los vertidos se producen los siete días de la semana, aunque no todos los días es el mismo volumen.
- El mantenimiento y la explotación de la planta debe ser de fácil realización.

- El vertido final se enviará a la red municipal de tratamiento y eventualmente en riego de zonas ajardinadas próximas.
- Las características de agua tratada deben ser:

DBO5 (demanda biológica de oxígeno transcurrido 5 días) menor de 550 mg/l.

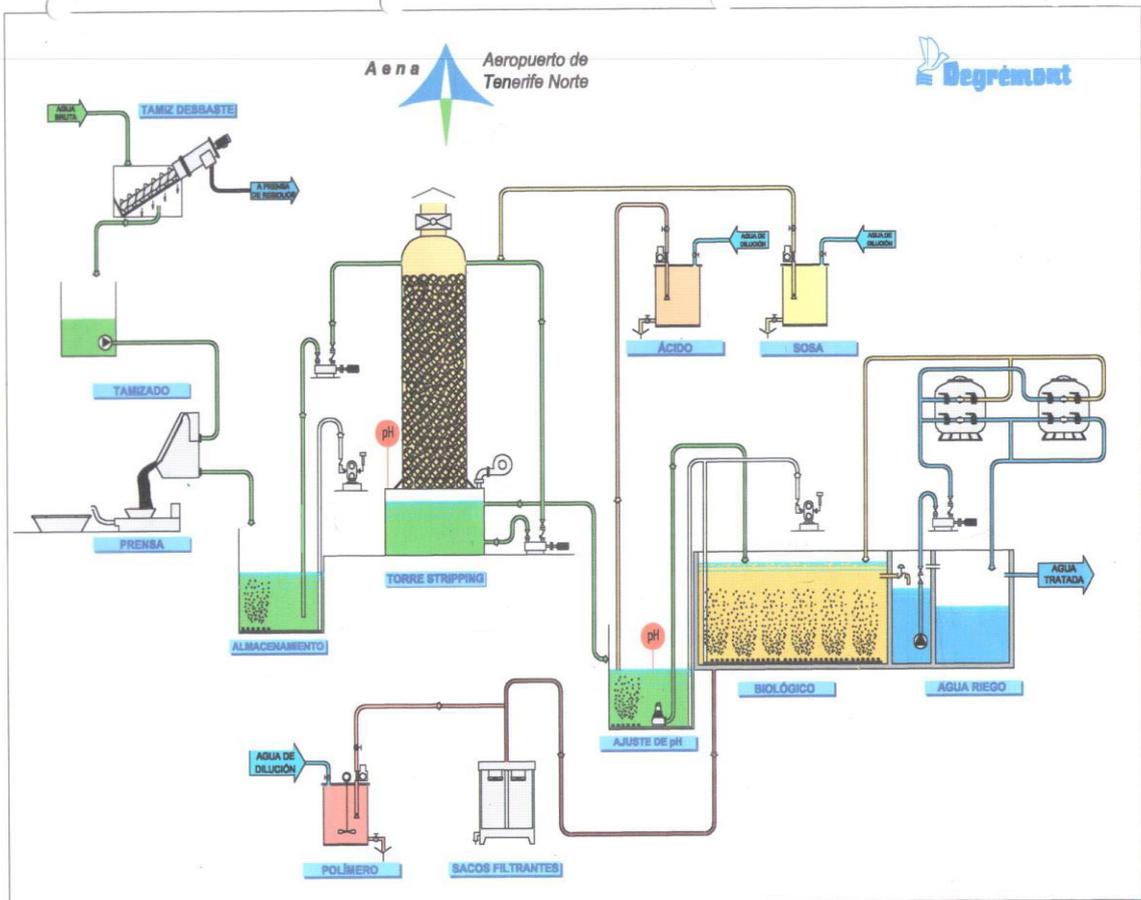
DBO (demanda biológica de oxígeno al día) menor de 100 mg/l.

SS (disulfuro) menor de 25 mg/l.

Aceites y grasas menor de 5 mg/l.

pH entre 6,5 -9.

5.2. Etapas proceso EDARA



Pretratamiento

- Desbaste y tamizado.
- Homogeneización y laminación.

Tratamiento físico-químico

- Bombeo.
- Stripping
- Neutralización con ácido.

Tratamiento biológico.

- Proceso biológico.

Tratamientos de fangos.

- Extracción y secado de fangos

Filtración y salida.

- Filtración sobre arena.

5.3. Funcionamiento de la EDARA

5.3.1. Pretratamiento desbaste y tamizado

Una vez que llega el agua residual a la depuradora procedente de los aviones, la cual ha sido transportada por los camiones cisterna y depositada en la arqueta exterior de la planta, [1], este vertido tiene contenido muy elevado de sólidos en suspensión, fundamentalmente papel higiénico que es preciso su eliminación previa a cualquier tratamiento.



[1] Arqueta exterior de la planta, fuente elaboración propia.

Previamente a haber depositado el agua en la arqueta el conductor del camión ha puesto en marcha la reja de desbaste y la bomba de recogida de sólidos actuando sobre el botón de mando a distancia por infrarrojo.

De la arqueta pasa a través de una tubería, a la arqueta donde está situada la reja [2]. A través de esta reja se hace la primera extracción de los sólidos de mayor tamaño, esta reja funciona desde el momento que el conductor actúa sobre el botón, parando pasado 5 minutos una vez haya sido vertida toda el agua residual.



[2] Arqueta con reja, fuente elaboración propia.

A continuación, el agua es canalizada hasta una segunda arqueta [3] de donde es bombeada a un tamiz estático [4] para volver a filtrar dicha agua y eliminando así los posibles sólidos medianos y pequeños que aun pudieran quedar. Esta segunda arqueta consta de rebosadero de seguridad que manda el agua al depósito de homogenización en caso de necesidad, que será impulsado el vertido a través de bomba sumergible nuevamente a la primera arqueta donde inicialmente vierte el camión, con el propósito de extraer los sólidos que aún queden en esta.



[3] Segunda arqueta, fuente elaboración propia.



[4] Tamiz estático, fuente elaboración propia.

5.3.2. Homogeneización y laminación

A la salida del tamiz el agua es llevada al depósito de homogenización, se ha previsto un tanque de capacidad suficiente donde se almacena el vertido, para evitar sedimentaciones, fermentaciones y otras molestias, este tanque estará aireado mediante insuflación de aire por difusores de burbuja gruesa.[5]



[5] Deposito de homogeneización, fuente elaboración propia.

La producción de aire se obtiene mediante unos sopladores previstos para el tratamiento biológico, de la cual se extrae un pequeño caudal para esta homogeneización.[6]



[6] Sopladores, fuente elaboración propia.

Con este proceso obtenemos una buena mezcla del vertido, así como una eliminación de los componentes más volátiles del vertido.

5.3.3. Tratamiento Físico-Químico

Del depósito de homogenización aspiran dos bombas y mandan el agua a la torre de stripping , estas bombas trabajan de forma intermitente , su funcionamiento está regulado por dos sondas de nivel , una de bajo nivel y otro de alto nivel que se encuentran en el depósito de homogenización, cuando el nivel de agua alcance el nivel máximo la boya mandará una señal para que arranque la bomba, una vez el nivel haya bajado y alcance el nivel mínimo del depósito , la boya de bajo nivel mandará a parar la bomba.

Por efecto arrastre de aire, conseguimos eliminar el amoniaco contenido, este aire que va en sentido opuesto al vertido en la torre de stripping eliminará el amoniaco contenido en el vertido y con ellos se produce un descenso de pH , pero aun así no será suficiente, por lo que tendremos que ajustar el pH a valores inferiores de 8.5, mediante la dosificación de un ácido [7](sulfúrico o clorhídrico) para el siguiente proceso, lo que aumentará el rendimiento del tratamiento biológico, como veremos posteriormente en el siguiente proceso.



[7] Productos Químicos, fuente elaboración propia

Esta agua bombeada desde el tanque de homogeneización llega a la torre de stripping por la parte superior. Al ir descendiendo dicha agua se pone en contacto con el aire que se introduce a contraflujo, aumentando así la superficie de contacto, y con dicho proceso se consigue la eliminación de los componentes amoniacales y volátiles del vertido.

Además de las bombas de alimentación, la torre tiene una bomba de recirculación, esta bomba está enclavada al ventilador que aporta aire a la torre a contraflujo, por lo que la bomba y el ventilador siempre trabajarán a la par.

Simultáneamente y de forma continua se procede a la medida del pH del vertido dentro de la torre. El controlador de pH será el encargado de mandar a bombear a la bomba dosificadora en caso de que el valor esté fuera de lo estipulado, se pondrá en marcha la bomba mandando sosa del depósito de reactivo a la torre.

Para asegurar una buena eliminación del amoniaco (NH_3) es preciso elevar el pH hasta valores de 11, lo que se controla a través de una sonda de pH, y añadiendo sosa mediante una bomba de dosificación que hemos nombrado anteriormente.

El aporte de aire es común al que se hace en el depósito de homogenización.

5.3.4. Tratamiento Biológico

Como se ha dicho en los anteriores apartados lo que se obtiene con la aportación de aire, es una agitación y homogeneización entre el vertido y el ácido dosificado para mantener el pH dentro de unos parámetros óptimos que oscilarán entre 7- 8,5 para el siguiente tratamiento.

Se procede a la medida del pH del vertido dentro del depósito, con la sonda destinada a tal fin. El controlador de pH produce una señal en caso de que el valor sea mayor del marcado para que la bomba dosificadora bombee ácido al depósito de reactivo de la cuba de regulación de pH.

Para asegurar una reducción de la contaminación carbonada y producir una oxidación del amoníaco residual del agua, esta se somete a un tratamiento biológico siendo necesario para ello la insuflación de aire en el fondo de la cuba de aireación, mediante un sistema de burbuja semifina en el fondo y la instalación del sistema de extracción de agua en la parte superior.

Al depósito biológico [8] llega el vertido procedente de depósito de regulación de pH, y con unos parámetros de pH determinados, para que este tratamiento sea los más eficaz posible. Este depósito consta de bombas sumergibles dotadas de boyas que serán quien pondrán en marcha las bombas, y mandarían el agua al depósito biológico, siempre que exista un nivel suficiente. Nunca funcionara las dos bombas simultaneas



[8] Depósito de biológico, fuente elaboración propia.

El funcionamiento del sistema SBR (reactor biológico secuencial) se produce en un ciclo de tres fases:

- 1. Fase de aireación:** durante un periodo de tiempo estipulado de 11 horas mediante temporizador, la soplante hace una aportación de aire al reactor biológico, durante este tiempo la electro válvula de salida permanecerá cerrada.
- 2. Fase de decantación:** una vez hecha la aportación de aire por la soplante durante un tiempo determinado esta para, se mantiene la electroválvula de salida cerrada un tiempo prefijado de 40 minutos para que se produzca la clarificación de agua y la decantación de fangos.
- 3. Fase de vaciado:** se produce la apertura de electroválvula de salida durante un periodo de tiempo que está controlado mediante un temporizador durante un tiempo de 20 minutos manteniéndose en reposo la soplante. Pasado este periodo de tiempo vuelve a cerrar la electroválvula y empieza la soplante a meter aire de nuevo al reactor, empezando nuevamente el ciclo.

La instalación de aireación dispone de una purga para que en caso de contener agua en el circuito poder ser extraída.

El rendimiento máximo se consigue mediante una secuencia idónea de aireación, purga de fangos, y extracción de aguas.

5.3.5. Tratamiento de fangos

La extracción de los fangos una vez hecho el proceso, es de forma manual, actuando sobre una válvula situada a la entrada del serpentín de mezcla. Esta operación solo se puede llevar a cabo durante los últimos 30 minutos, de los 60 minutos que permanecerá parado el soplante en el proceso biológico.

En todo proceso de depuración de aguas se requiere un tratamiento para apartar las partículas en suspensión, coloides y sustancias disueltas. Unos de los principales procesos utilizados para la eliminación de estas partículas es la decantación, mediante la adición de un floculante llamado polielectrolito.

Antes de esta operación será necesario preparar el polielectrolito en el depósito, accionando la bomba dosificadora de este producto, la preparación del floculante la decide el operario manteniendo una cantidad determinada dentro del depósito sin excederse en el tiempo, ya que el exceso de tiempo almacenado el producto en el depósito podría degradarlo a partir de un plazo.

La preparación consiste en la mezcla, mediante un motor eléctrico con una especie de turbina que agite un volumen de producto en emulsión o sólido y lo mezcle con una cantidad de agua adecuada, durante un periodo de 30 minutos sería suficiente para un correcto preparado del reactivo.

Una vez que el operario comience el bombeo de fango hacia los sacos filtrantes [9] debe controlar el llenado de estos para proceder al cierre de válvulas de fangos y al paro de la dosificación de coagulante antes de que ponga de nuevo el soplante en marcha, o que rebosen los sacos.



[9] Sacos filtrantes de lodos, fuente elaboración propia.

Una vez producido el escurrido del agua del fango que haya en los sacos, el operario proceder al cerrado y extracción de estos, así como a la colocación de otros nuevos que permitan iniciar de nuevo el proceso de secado.

5.3.6. Filtración y salida de agua tratada

A continuación, las bombas centrífugas de filtración aspirarán el agua del depósito de salida del biológico, comandadas por dos boyas de nivel que se encuentran en dicho depósito. Hay dos bombas, una está siempre de reserva, no funcionarán nunca a la vez salvo que el operario las ponga en marcha manualmente desde el cuadro eléctrico.

La decisión de filtrar esa agua la tomará el operario de planta en función de la aplicación para la que vaya a ser destinada dicha agua tratada, si es para riego o cualquier otra finalidad.

Para la filtración se han instalados dos filtros de arena de 500 mm de diámetro provistos de 5 válvulas de accionamiento manual. Se ha instalado un manómetro que nos indica el grado de suciedad que tiene la arena en el interior del filtro, cuando aumenta la presión sobre los 2 bar nos está indicando que al agua le está costando cada vez más circular aumentando la presión en interior del filtro, ya que la arena ha ido reteniendo partículas, por lo que tendremos que proceder a la limpieza de filtro manualmente.

El lavado se realiza de forma sencilla:

Con la bomba de filtración parada, cerramos válvula de salida, cerramos la válvula de entrada al filtro y abrimos salida de agua de lavado, ponemos en marcha la bomba, así unos minutos mientras también vamos visualizando el agua de salida para ir viendo que el grado de turbidez del agua va descendiendo, repetimos el proceso para el otro filtro.

La frecuencia de lavados de los filtros será de una vez cada cinco días o también cuando el manómetro nos indica que hay alta presión, entorno a los 2 bar hay

que proceder al lavado, y aunque no filtre el agua es conveniente hacerles un lavado a los filtros cada 15 días para evitar los apelmazamientos del lecho filtrante.

Finalmente, el agua tratada pasara por un caudalímetro, para cuantificar la cantidad de agua tratada.[10]



[10] Caudalímetro, fuente elaboración propia.

5.4. Mantenimiento preventivo

En la estación depuradora hay un plan preventivo preestablecido, tanto diario, mensual, semestral y anual, que hay que cumplir con exhaustivo cuidado porque de no ser así podría verse afectado el funcionamiento normal de la planta.

5.4.1. Plan diario de mantenimiento preventivo

Limpeza y eliminación de papel de la arqueta de entrada y comprobar en el tamiz estático

Comprobar y verificar el funcionamiento de:

- Roto tamiz y tamiz de finos.
- Bombas sumergibles.
- Soplantes.
- Agitadores.
- Electroválvula, especialmente la del biológico.
- Medidores de pH.
- Comprobar la existencia de obstrucción en conductos y tuberías.

Preparación de reactivos, controlar la dosificación y prevención de existencias para su solicitud con antelación suficiente.

Extracción de fango y evacuación de los sacos a contenedor (preparación previa de reactivo floculante)

Toma de muestras para análisis diario de pH y temperatura en reactor biológico y arquetas de entrada y aireación.

Limpieza de bordes de tanques arquetas y retirada de posibles basuras superficiales.

Limpieza de exterior del recinto y del armario de sacos filtrantes.

Limpieza de roto tamiz y tamiz fino.

Limpieza de cubas de reactivos, cuadro de control, caseta de soplante y almacén de reactivos.

Limpieza y calibración de electrodos de pH.

Gestión de traslado de fangos a vertedero.

Medición de caudales y anotación de dato (entrada y salida)

Control de stockaje de productos y reactivos.

Comprobación de consumos y posibles calentamientos de motores y protecciones.



PROTOCOLO DIARIO PARA LA EDARA								EXP:	MES Y AÑO
FECHA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO		
	25/01/21	26/01/21	27/01/21	28/01/21	29/01/21	30/01/21	31/01/21		
NIVELES DE PRODUCTO (BAJO-MEDIO-ALTO)									
ANTI ESPUMANTE	BAJO	Bajo	Bajo	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO		4
SOSA CAUSTICA	"	"	"	"	"	"	"		4
ÁCIDOCLORHÍDRICO	"	"	"	"	"	"	"		4
HIPOCLORITO SÓDICO	"	"	"	"	"	"	"		4
POLIELECTROLITO	"	"	"	"	"	"	"		4
MEDIDAS DE LOS CAUDALIMETROS									
CAUDALIMETRO ENTRADA DEL TRATAMIENTO	1100.760	1101.134	1101.704	1102.195	1102.610	1102.610	1103.834		
CAUDALIMETRO FINAL DEL TRATAMIENTO	2135.708	2136.191	2136.191	2136.191	2137.017	2137.263	2137.869		
DIFERENCIA DÍA ANTERIOR <5 M3 (OK / NO OK)									
PARAMETROS									
PH (REACTOR BIOLÓGICO)	9,6	9,7	9,5	9,4	9,4	9,6	9,7		
TEMPERATURA (REACTOR BIOLÓGICO)	18	17	17	18	19	18	18		
PH (ARQUETA AIREACIÓN)	9,3	9,4	9,5	9,6	9,5	9,6	9,7		
TEMPERATURA (ARQUETA AIREACIÓN)	17	18	19	18	17	17	18		
PH (NUEVA CARGA)	9,3	9,4	9,5	9,4	9,3	9,4	9,5		
TEMPERATURA (NUEVA CARGA)	18	17	17	17	17	17	17		
ESTADO DE LOS EQUIPOS									
ROTO TAMIZ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
TAMIZ DE FINOS	OK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
SOPLANTE 1	OK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
SOPLANTE 2	OK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
VENTILADOR	OK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
STRIPPING	OK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
AGITADOR DE FANGOS	OK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
BOMBA SUMERGIBLE 1	OK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
BOMBA SUMERGIBLE 2	OK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
LIMPIEZA	OK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
ARQUETAS	OK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
TAMIZ DE TORNILLO	OK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
TAMIZ DE FINOS	OK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
CUARTOS	OK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
RECINTO	OK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	OK
OBSERVACIONES :									

[12] Checklist diario, fuente suministrada por la empresa Eiffage

Preparación de reactivos

CUBA DE ACIDO: una garrafa de 20-25 litros y diluir con agua hasta el rebosadero.

CUBA DE SOSA: dos garrafas de 20-25 litros y diluir un 10% de agua.

CUBA PROSEDIM 242CS (POLIELECTROLITO): 1kg de polielectrolito aproximadamente con agua hasta el rebosadero.

Comprobación del correcto funcionamiento de equipo dosificador de bacterias.

5.4.2. Plan mensual de mantenimiento preventivo

- Limpieza y calibración de electrodos de pH.
- Gestión de traslado de fangos a vertedero.
- Toma de muestras para analítica.
- Revisión y limpieza de bombas sumergibles.
- Limpieza de los filtros de las bombas soplantes.
- Engrase de todos los elementos susceptibles de ello.
- Reapriete de tornillería.
- Mantenimiento preventivo cuadro eléctrico.
- Confirmar identidad del cuadro.
- Comprobar cumplimiento de las precauciones generales y específicas.
- Verificar limpieza del armario.
- Verificar la correcta apertura de la puerta.
- Verificar parada de emergencia.
- Verificar puesta a tierra.
- Comprobación de protecciones.
- Comprobar estado de los contactores.

-
- Comprobar lámparas de señalización.
 - Revisar posibles puntos calientes.
 - Comprobación de la pintura y de las instalaciones y óxidos.

5.4.3. Plan semestral de mantenimiento preventivo

- Análisis de los 6 meses precedentes en cuestión.
- Volúmenes diarios de vertido y de entrada de la EDARA.
- Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo semestral.
- Incidencias que hayan podido afectar al funcionamiento de la planta y acciones correctivas realizadas.
- Mantenimientos modificativos que se hayan realizado.
- Sustituciones de elementos o mejoras que se haya realizado en la instalación (detallando los equipos nuevos, marca, modelo, funciones...).
- Si ha habido retirada de lodos, especificar la acción incluyendo fechas de realización.

5.4.4. Plan anual de mantenimiento preventivo

Se realizará un análisis de los fangos, tomándose las muestras a la entrada de los sacos filtrantes.

El análisis deberá ser realizado por un laboratorio acreditado por la ENAC, según los requisitos impuestos por la directiva europea 2003/33/CE por la que establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos.

Anualmente se procederá a la limpieza de reactor biológico y arquetas de aireación con cuba, garantizando que el mismo quede totalmente limpio de papel y todos.

5.4.5. General

Los residuos sólidos como son el papel, fangos, natas y sólidos recogidos, serán almacenados en contenedor y trasladados a vertederos autorizados.

5.5. Anomalía EDARA

Durante el funcionamiento normal de la estación se produjo una anomalía, desbordándose el tanque biológico de la estación. Su detección fue muy fácil, ya que visualmente pudimos detectar como se rebosaba el depósito.

Antes de encontrar la causa de la anomalía, barajamos las posibles averías que podían haber producido el rebose del depósito, cabían dos posibilidades, una era que las bombas que alimentaban el depósito seguían enclavadas eléctricamente bien porque la boya que las comandaba se había quedado bloqueada, o por algún otro motivo eléctrico no había parado, y por lo tanto la bomba se encontraba arrancada mandando agua al depósito del biológico. Y la otra posibilidad era que la electroválvula de salida del depósito no estaba recibiendo señal para abrir eléctricamente la electroválvula. Una vez comprobadas dichas posibles anomalías, comprobando tanto que la bomba que no estuviera en funcionamiento como que la electroválvula recibía señal de apertura, pudimos detectar que la avería era simplemente obstrucción en la parte mecánica de la válvula.

Una de las seguridades existentes en el depósito biológico consiste en la evacuación de agua a un tanque anexo en caso de que el nivel de agua supere el máximo admisible. La existencia de una electroválvula [11] comandada por una boya hace que esta se active y evacue agua al depósito contiguo. Esta misma válvula es la que deja pasar el agua una vez se haya hecho el proceso biológico.

Debido a que el tanque biológico se encuentra a la intemperie, un ave y otros restos de suciedad depositados por el arrastre de viento se encontraban en la superficie del agua y habían obstruido la válvula imposibilitando la apertura de esta.

Una vez detectada la avería se procedió al desmonte de la válvula, se retiró toda la suciedad y se volvió a montar.

Además de resolver la avería, se buscó varias posibles soluciones para evitar que esto volviese a ocurrir. Una de ellas era la instalación de una rejilla tipo skimmer de piscina a ambos lados del depósito, con un agitador central que generase una corriente superficial y que hiciera que las posibles sustancias en suspensión que se encontrase en la superficie las mandase al skimmer depositando la suciedad en unos

prefiltros y dejando pasar el agua, esta agua filtrada volvería al arqueta anterior para volver a ser mandada al depósito biológico el agua a la anterior arqueta.

La otra opción era la de tapar el tanque biológico con una malla muy fina para evitar la entrada de la suciedad a la superficie del depósito. Esta opción fue la que finalmente se adoptó por motivos económicos y porque iba a ser igual de eficiente que la anterior y menos laboriosa.

Esta anomalía no ocasionó nada más allá del desbordamiento del tanque, ya que los alrededores de la estación están preparados para estos tipos de imprevistos.

Ningún parámetro del análisis diario se vio afectado por este acontecimiento



[11] Electroválvula salida del depósito del reactor biológico, fuente elaboración propia.

6. Conclusiones

En conclusión, debemos tener en cuenta la importancia que tiene el control continuado de ciertos parámetros físico, químico y biológicos del proceso, que es lo que se obtiene con la Edara, mejorando las características del vertido, consiguiendo unas aguas tratadas con un porcentaje mínimo de contaminantes, que no sean perjudiciales para las redes municipales de saneamiento, e incluso poder destinar esta agua y lodos generados para otras aplicaciones.

Una vez solucionado el incidente de rebose del tanque de biológico la estación ha podido trabajar ininterrumpidamente y conseguir el objetivo de controlar todos los parámetros, logrando obtener un agua tratada que cumpla con la normativa vigente.

Al encontrarnos en una isla, el agua es un recurso escaso. Por tanto, poder reutilizar el agua residual, una vez tratada, es una ventaja.

Bajo mi punto de vista una idea de futuro sería la creación de una balsa de almacenamiento, que permita hacer acopio de estas aguas, destinando el agua embalsada para diferentes usos o aplicaciones tales como: regar las calles y los jardines municipales o para su uso en la extinción de posibles incendios, nos ayudaría a mejorar aprovechamiento de nuestros recursos naturales.

7. Bibliografía

de Canarias, B. O. (1994). Decreto 174/1994, de 29 Julio, por el que se Aprueba el Reglamento de Control de Vertidos para la Protección del Dominio Público Hidráulico. *Boletín Oficial de Canarias*, 104(230), 6123-6141.

“La EDAR como fuente de recurso” <https://www.cerem.es/blog/la-edar-como-fuente-de-recursos>.

Manual estación depuradora de aguas residuales vertido aeronaves, facilitado por la empresa gestora AENA.

Documentos internos de la propia instalación facilitados por la empresa mantenedora EIFFAGE ENERGIA SLU.

8. Anexo

8.1. Componentes de la planta

A continuación, describiremos los distintos componentes y accesorios de la planta, tanto marca y modelo como sus especificaciones de trabajo

Sonda de nivel para comando de sistema de desbaste

Marca:	MECA U 100
Tipo:	ultrasonidos
Posiciones:	1

Equipo de desbaste y separación de papel

Marca:	DEGREMONT
Tipo:	Tornillo sin fin
Caudal max. Instantáneo:	30m ³ /h
Paso de luz:	2 mm

Espiral interior hueca, provista de cepillo sintético en todo su recorrido

Material de la espiral:	fundición
-------------------------	-----------

Dimensiones:

Longitud:	3.44 m
Altura de descarga:	0.53 m
Profundidad en el canal:	0.50 m
Anchura del tornillo:	0.33 m
Arqueta de recogida:	800 litros
Material Arqueta:	acero inoxidable
Tubería de salida:	Ø90 mm

Accionamiento:

Motorreductor:	ejes paralelos
Tipo:	8K 2282 AZBH 71L/4
Potencia Motor:	0.37 Kw
Velocidad de salida:	11 rpm
Protección:	IP-55

Aislamiento:	Clase B
Tensión:	380/660 V. 50 Hz

Prensa de residuos:

Marca:	DEGREMONT
Tipo:	RT-280
Accionamiento:	Neumático
Potencia motor:	2 kW
Velocidad de salida:	300 rpm
Protección:	IP-55
Aislamiento:	Clase B

Incluyendo conducción de descarga de residuos

Prensa de residuos

Marca:	DEGREMONT
Tipo:	RT-280
accionamiento:	neumático
Potencia motor:	2 kW
velocidad de salida:	300 RPM
Protección:	IP-55
Aislamiento:	Clase b

Incluyendo conducción de descarga de residuos

Conjunto de tuberías y accesorios para la interconexión entre desbaste y depósito de almacenamiento recogida de agua de la prensa.

Material	PVC
Presión:	10 atm.

2 ud Soplante de émbolos rotativos (1reserva)

Marca:	MPR
tipo:	SEM 1 M
Forma constructiva:	GCN
Caudal máximo:	94 Nm ³ /h

presión:	300mbar
Motor eléctrico	
Pot. Instalada:	2.2kw
Pot. Absorbida:	1.4kw
Velocidad:	3000 rpm
Protección	IP 55
Velocidad de la soplante	3000 rpm
Accionamiento	transmisión por correas

Materiales:

Estator y émbolos:	GC 20
Ejes:	acero aleado F-1252
Engranajes:	acero aleado F-1540
Conducción de salida:	DN 50

Accesorios:

Filtro de aire:
 Silenciador de aspiración e impulsión
 válvula de seguridad
 válvula de retención
 Soportes anti vibratorios

1 ud Conducción de aire entre soplantes y difusores sumergidos

Materiales:	acero galvanizado
Zona aérea:	PVC
Zona sumergida:	
Incluyendo:	accesorios, válvulas, y soportes

10 ud Difusor burbuja gruesa inatacables

Marca:	Degremont
Tipo:	vibrair
Material:	ceramico

2 ud Electrobomba "V inox."

Marca:	Ideal
Modelo:	Tiger
Caudal:	1 m ³ /h
Altura:	5 m.c.a.
Rendimiento:	68%
Paso de sólidos:	30 mm
Poten. Motor:	0.8 CV

Materiales:

Cuerpo:	hierro fundido
Eje:	AISI 303
Rodete y cuerpo:	AISI 303
Cierre mecánico:	

Incluso conexión de descarga para acoplamiento a tubería 1 ½ " y cadena para izado

3 ud Reguladores de nivel

Marca:	MOMA
Tipo:	Flotador
Tensión:	220 vol.

1 ud Conjunto de tuberías y válvulas para la conexión y descarga desde las bombas sumergidas hasta la torre de stripping, construida en PVC de 6 atm.

1 ud Torre de stripping de amoniaco de las siguientes características:

Depósito:	Polietileno
Diámetro:	1200 mm
Altura:	1200 mm

Incluyendo conexiones embridadas para

Torre de stripping

Instalación de aire

Aspiración de bomba de recirculación

Rebose
Vaciado
Detectores de nivel

Torre de stripping

Diámetro:	500 mm
Altura:	2000 mm
Conexión inferior:	embridada
Salida superior:	tipo chimenea
Relleno:	anillos Raching

Ventilador

Marca:	Sodeca
Tipo:	HT-30-4T
Caudal máximo:	1800 m ³ /h
Pot motor:	0.10 Kw
Tensión:	220/380
Velocidad:	1410 rpm
Nivel sonoro:	59dB(A)
Materiales:	
Cuerpo:	polipropileno
Difusor y rodete:	Noryl
Soporte y carcasa motor:	Aluminio

Ajuste de pH >11.

Sonda medida:

Marca:	CRF
Tipo:	S-TB-50
Instalación en tubería	

Regulador-controlador:

Marca:	CRF
--------	-----

Tipo:	RE-PA-80
Señal de salida:	4-20 mA
Disposición en panel	

Bomba dosificadora de Sosa

Caudal máximo:	10 l/h
Presión:	5kg./cm ²
Marca:	ASTRAL
Tipo:	Membrana
Dosificación:	regulable
Modelo:	1288
Pot Motor:	85 w

Depósito de almacenamiento de sosa

Volumen:	300 litros.
Material:	Polietileno
Forma:	cilindrica
Incluyendo tapa y válvula de vaciado	

2 Ud Reguladores de nivel.

Marca:	MOMA
Tipo:	Flotador
Tensión:	220 vol.

Colector de aspiración de la bomba de recirculación
interna de agua en PVC

Conexión de llegada de agua bruta, en PVC

Colector de impulsión de bomba de recirculación, incluso
accesorios para la instalación de sonda de pH, en PVC

Toma de aire

Juntas, soportes, etc.

Totalmente instaladas tanto eléctrica como mecánicamente

1 UD ajuste pH<8

Deposito para la mezcla y el ajuste de pH

Volumen:	1 m ³
Material:	Poliéster laminado
Forma:	Cilíndrica
Placa anti vortex	
Soporte para agitador	

Agitador para el depósito de mezcla

Marca:	MOMA
Modelo:	CHRS 300/185
Longitud:	1000 mm
Diámetro hélice:	300 mm
Motor:	
Potencia:	0,25 CV
Tensión:	380/220 Voltios
Velocidad:	1500 rpm
Protección:	IP 44

Sonda de medida:

Marca:	CRF
Tipo:	S-SB-55
Instalación sumergida:	

Regulador-controlador

Marca:	CRF
Tipo:	RE-PA-80
Señal de salida:	4-20 mA
Disposición en panel	

Bomba dosificadora de Acido (clorhídrico+fosfórico)

Caudal máximo:	10 l/h
Presión:	5kgr./cm ²
Marca:	Astral
Tipo:	Membrana
Dosificación:	regulable
Modelo:	1288
Pot motor:	85 W

Depósito de almacenamiento de acido

Volumen:	300 litros
Material:	Polietileno
Forma:	cilíndrica
Incluyendo tapa y válvula de vaciado	

2 UD Bombas de laminación(1 de reserva)

Marca:	Asoin
Modelo:	KPM 50
Caudal:	1 m ³ /h
Altura máxima:	4 m.c.a.
Paso:	1.5 mm

Motor

Potencia:	1CV
Tensión:	380/220
velocidad:	1500 rpm
Protección:	IP 44

3 UD Reguladores de nivel

Marca:	MOMA
Tipo:	Flotador
Tensión:	220 vol.

1 UD Conjunto de tuberías

Colector de aspiración de la bomba de laminación

Material: PVC
Diámetro: 1 ½"
Incluyendo válvulas de aislamiento, accesorios, soportes etc

Colector de impulsión de bomba de laminación hasta biológico

Material: PVC
Diámetro: 1 ½"
Incluyendo válvulas de aislamiento, accesorios, soportes etc

2 UD Soplantes para tratamiento biológico (1 de reserva)

Marca: MPR
Modelo: Embolos rotativos
Tipo: SEM 4 M
Forma constructiva: GCN
Caudal máximo: 196 Nm³/h
Presión: 500mbar

Motor eléctrico:

Pot. Instalada: 5.5 KW
Pot. Absorbida: 3.7 KW
Velocidad: 3000 rpm
Protección: IP 55
Velocidad de soplante 3000rpm
Accionamiento: transmisión por correas

Materiales:

Estator y émbolos: GC 20
Ejes: Acero aleado F-1252
Engranajes: Acero aleado F-1540
Conducción salida: Dn 65

Accesorios:

Filtro de aire
Silenciador de aspiración e impulsión
Válvula de seguridad
Válvula de retención
Soportes anti vibratorios.

1 UD Conducción de aire entre soplantes y difusores sumergidos.

Materiales
Zona aérea acero galvanizado
Zona sumergida: PVC
Incluyendo: accesorios, válvulas, y soportes

8 UD Difusores dobles burbuja fina inatascables

Marca: Tecnair
Tipo: Hyotube 1500

Material:

Tubo soporte: PP
Membrana: EPDM +SANTORENE
Diámetro: 67 mm
Longitud: 750 mm
Caudal medio unitario: 3-9 Nm³/h
Caudal máximo: 18 Nm³/h
Peso unitario: 900g.

1 UD conducción de agua entre cuba de aeración y depósito de agua tratada

Material: PVC
Diámetro: 90 mm
Conexión para encolar

1 UD automática para la salida de agua del tratamiento biológico

Accionamiento:	eléctrico
Tipo de válvula:	bola
Diámetro:	90 mm
Material:	PVC
Tensión:	220 vol
Protección:	
Enclavamiento con el funcionamiento de la soplante	

2 UD Electrobomba para alimentación de filtración

Marca:	Ideal
Modelo:	MINI 80
Caudal:	4,5 m ³ /h
Altura:	14 m.c.a.
Rendimiento:	68%
Paso de sólidos:	30mm
Potencia motor:	0.8 CV

Materiales:

Cuerpo:	polipropileno
Eje:	AISI 420
Cierre mecánico	
Incluso conexión de descarga para acoplamiento a tube- 2 " y cadena para izado.	

3 UD Reguladores de nivel.

Marca:	MOMA
Tipo:	Flotador
Tensión:	220 vol

1 UD Conjunto de tuberías y válvulas para la conexión y descarga desde la bombas de filtracion hasta filtros

Material:	PVC
-----------	-----

Presión: 6 atm
Diámetro: 2"

**1 UD Equipo de filtración de agua tratada compuesto por
2 filtros (1 de reserva) de las siguientes características**

Marca: Calplast
Material: Poliester laminado
Diámetro: 415 mm
Sílex: varias granulometrías
Lavado: Válvula multivia manual

1 UD Conjunto de tuberías

Colector de aspiracion de la bomba de filtración

Material: PVC
Diámetro: 2"
Incluyendo válvulas de aislamiento, accesorios, soporte
etc.

Colector de impulsión de bomba de filtración hasta depò-
sito de agua tratada o punto de destino del agua

Material: PVC
Diámetro: 2"
Incluyendo válvulas de aislamiento y retención, accesorios, soporte
etc.

8.2. Datos de partida de los equipos

A continuación describiremos los parámetros que debemos tener o conseguir en los distintos sectores de nuestra estación.

Características del vertido

Caudal diario 3 m³/día

D.B.O.5 (demanda biológica de oxígeno en 5 días)	2500 mg/l
D.B.O.5 (demanda biológica de oxígeno en 5 días)	7,5kg/día
S.S.T. (solidos suspendidos totales)	3000 mg/l
S.S.T. (solidos suspendidos totales)	9 kg/día
S.S.V.	2250 mg/l
DQO (demanda química de oxígeno)	6000 mg/l
DQO (demanda química de oxígeno)	18 kg/día
pH	8.3
D.B.O.5 Salida	<100 mg/l
S.S.T. Salida	<20 mg/l

Ajuste de PH y stripping amoniacal

Ajuste de pH	>11
Reactivo	Sosa, más dispersante
Volumen del depósito de sosa	300 litros
Caudal de la bomba dosificadora	2 l/h
Nº de unidades (funcionamiento más reserva)	

Stripping amoniacal

Carga hidráulica	2 m/h
Diámetro teórico	287,8 mm
Diámetro adoptado torre	300 mm
Velocidad del aire	2 m/s
Caudal aire teórico	4000 m ³ aire/m ³ agua
Caudal de aire	520 m ³ /h
Caudal aire adoptado	750 m ³ /h
Caudal agua recirculado	0,75 m ³ /h
Altura de torre	2,5 m
Volumen deposito inferior	1 m ³

Ajuste de pH

Ajuste de pH	< 8,5
Reactivo	ácido clorhídrico o sulfúrico
Volumen del depósito de sosa	300 litros
Caudal de la bomba dosificadora	2 L/h
Nº de unidades (funcionamiento más reserva)	2

Tratamiento biológico

Datos de partida

Caudal medio diario	3 m ³ /día
DBO5 entrada aireación	7,50 kg/día
DBO5 entrada aireación	2500 mg/l
rendimiento eliminación DBO5	96%
Concentración	4,0 kg/m ³
Números de líneas	1
Altura de agua	3,8 m

Datos de los volúmenes del reactor

	0,05 kgDBO/kg
Carga másica	mlss x día
Carga volúmica	0,20 kg DBO5/m ³ dia
Volumen necesario	37,50 m ³
producción de fangos en exceso	3,75 kgMLSS/día
Producción de fangos en exceso volátiles	2,06 kgMVSS/día
Producción de fangos / DBO5 eliminada	0,52
Masa de fangos en cuba	150 kg
Edad del fango	40 días
Tiempo de retención hidráulico a caudal medio	300h

Datos con la oxigenación con soplante y difusores

Capacidad de los equipos de producción de aire

Caudal de aire necesario medio	192 Nm ³ /h
Nº de soplantes en servicio	1
Caudal unitario máximo adoptado del soplante	200 Nm ³ /h
Suministro de aire con la soplante a caudal máximo	200 Nm ³ /h
Potencia máxima absorbida de la soplante	2 KW
Potencia máxima instalada de la soplante	3 KW

Filtración para el riego

Filtración sobre la arena

Caudal de filtración	1 m ³ /h
Superficie de filtración	0,2 m ²
Altura de le cho filtrante.	0,5 m
Diámetro del filtro	500 mm
Nº de filtros	1
Funcionamiento	Automát/lav. Man
duración del tiempo de filtración	3h/d
Duración del tiempo de lavado	5min
Ciclo entre lavados	15h
Volumen de agua de lavado	0,2 m ³

Tratamientos de fangos

Secado de fangos

Producción de fango máxima	3,75 kgMS/día
Tipo de secado	Sacos filtrantes
Dosificación de polímero	si
Preparación del reactivo	Manual
Volumen del depósito	100
Volumen unitario del saco	100 litros
Nº de sacos	2
Capacidad unitaria	10 kg/saco por día

Duración del ciclo de secado

6 días

8.3. Esquemas eléctricos

Cuadro 01, alimentación.

Cuadro 02, Reja de desbaste.

Cuadro 03, prensa de residuos.

Cuadro 04, bombeos.

Cuadro 05, dosificación de reactivos.

Cuadro 06, bombeo a stripping.

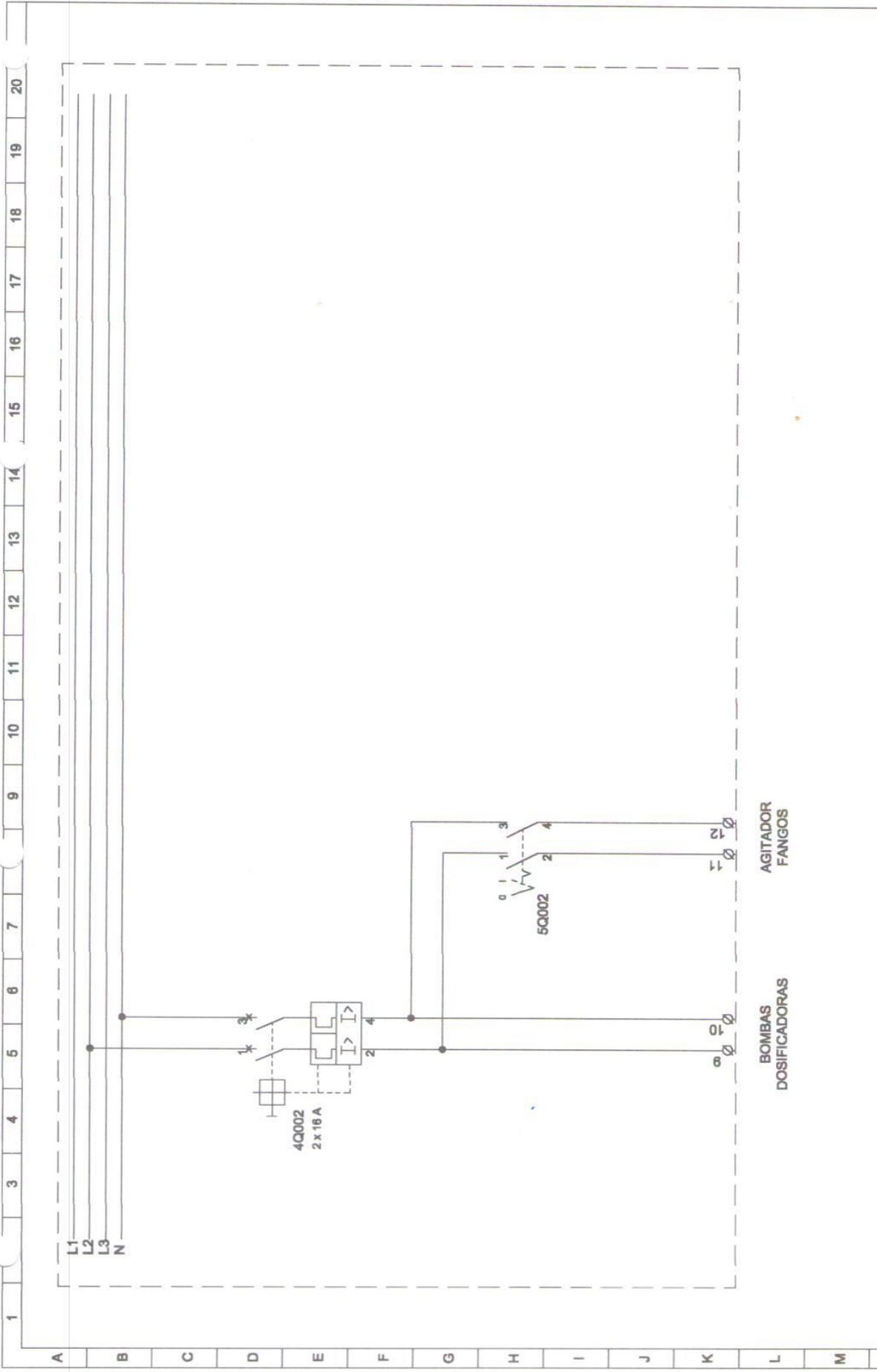
Cuadro 07, bomba recirculación stripping.

Cuadro 08, ventilador.

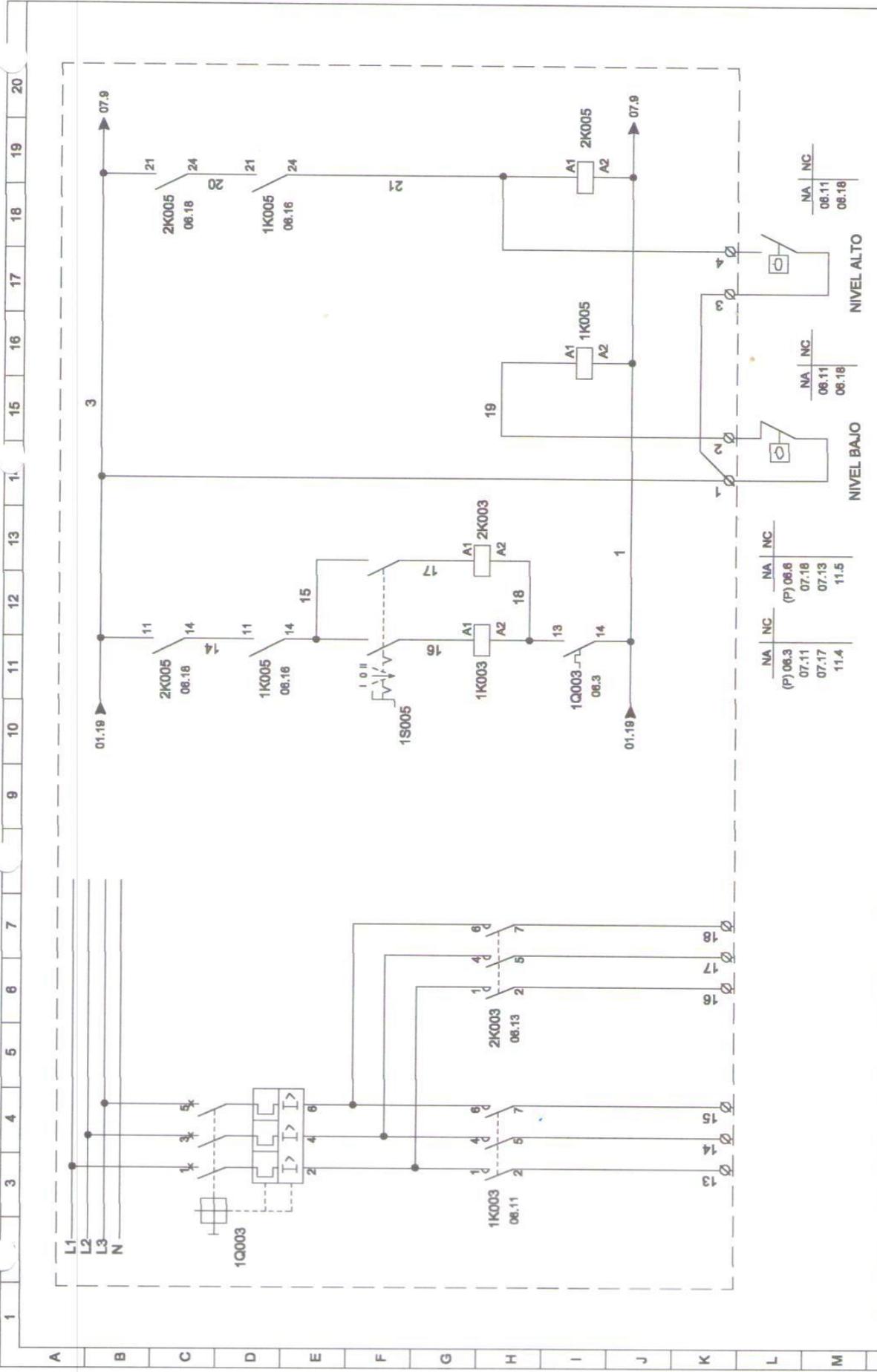
Cuadro 09, soplantes.

Cuadro 10, bombas de filtración.

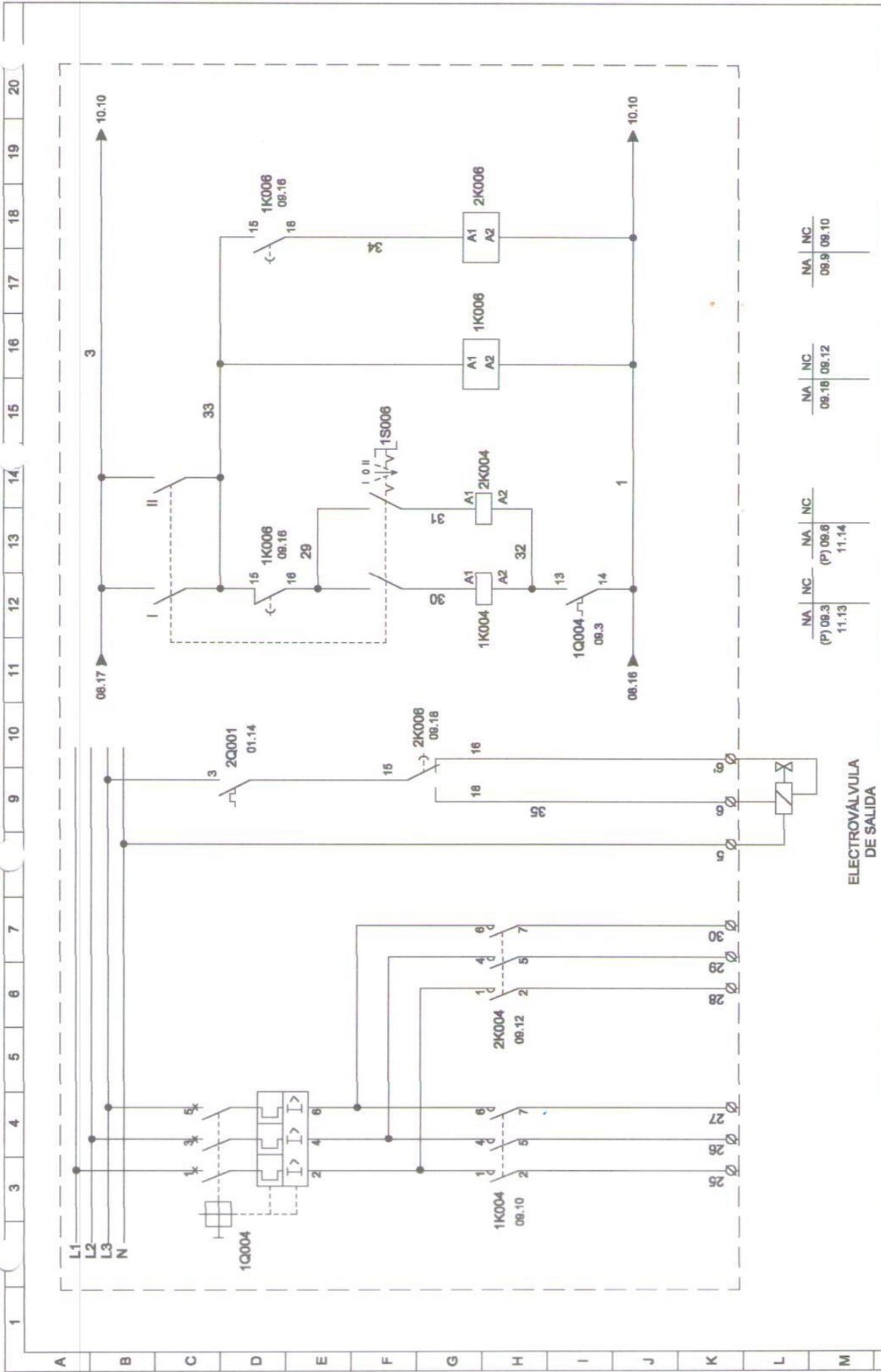
Cuadro 11, señalización cuadro eléctrico.



	Dibujado:	A.I.U.	OBRA: OF-1535 TENERIFE NORTE	TITULO: DOSIFICACIÓN REACTIVOS	HOJA 05	REV. 01 21-12-00 FECHA	PRIMERA EMISION OBSERVACIONES
	Revisado:	H.P.M.					
Aprobado:	J.I.G.						

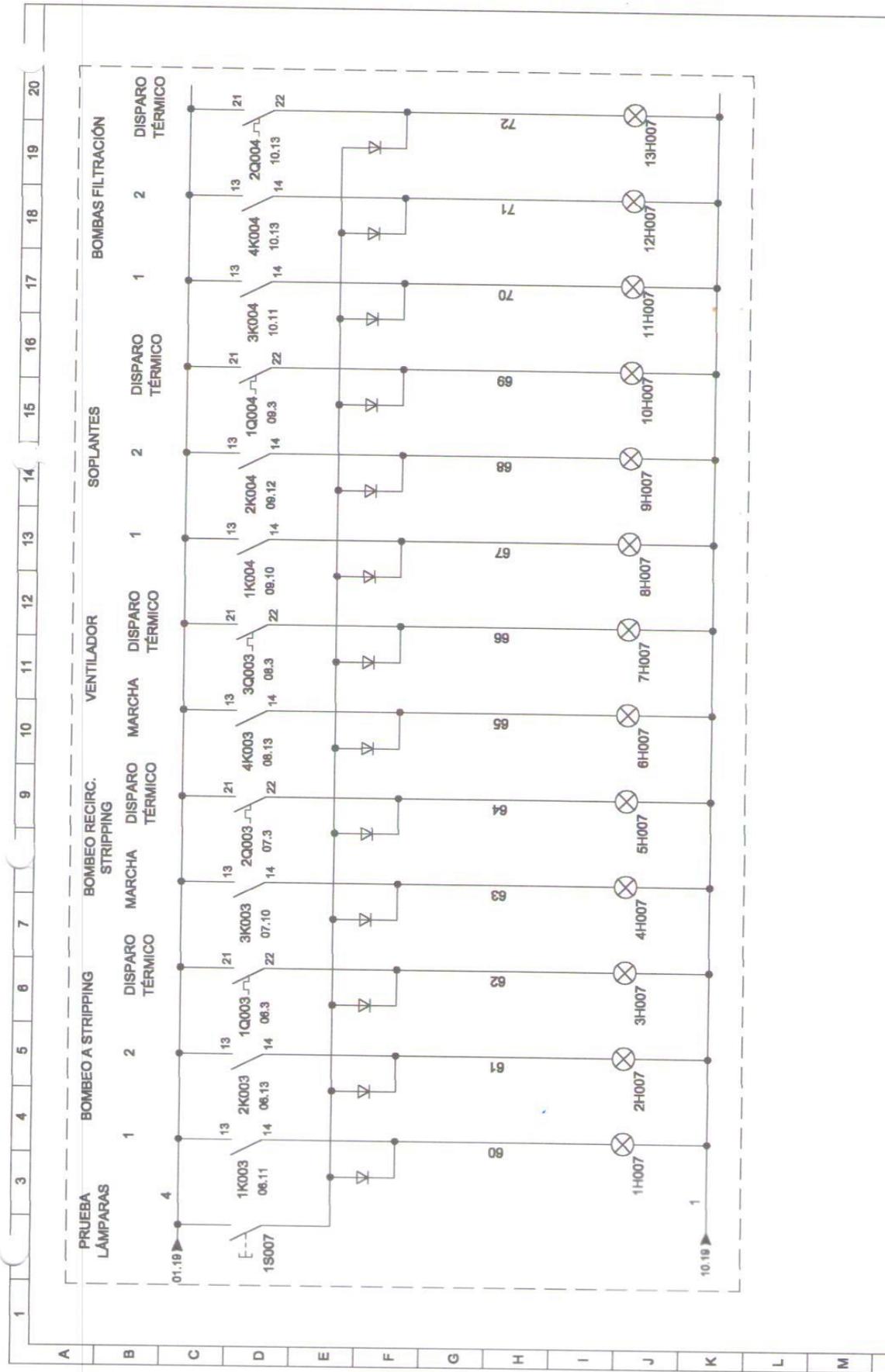


	Dibujado: A.L.U.	OBRA: OF-1535 TENERIFE NORTE	TITULO: BOMBEO A STRIPPING	HOJA 06	REV. 01 21-12-00 FECHA	PRIMERA EMISION OBSERVACIONES
	Revisado: H.P.M. Aprobado: J.I.G.					

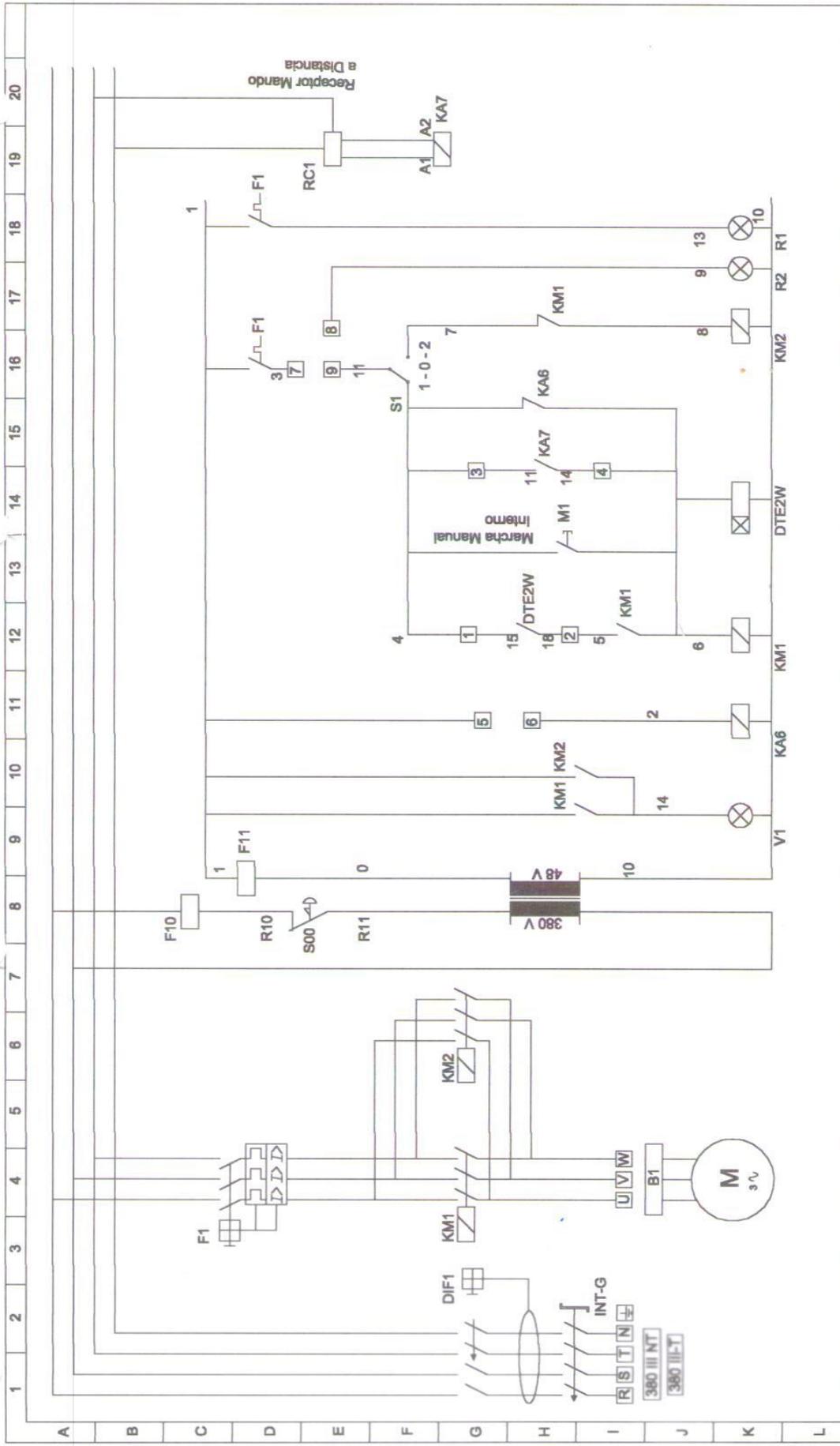


ELECTROVÁLVULA DE SALIDA

Dibuja: A.I.U. Revisado: H.P.M. Aprobado: J.I.G.	OBRA: OF-1535 TENERIFE NORTE	TITULO: SOPLANTES	HOJA 09	REV. 01 21-12-00 FECHA	PRIMERA EMISION OBSERVACIONES
				NA NC (P) 08.3 11.13 NA NC (P) 08.6 11.14 NA NC 08.18 08.12 NA NC 08.9 08.10	



	Dibujado: A.L.U.	OBRA: OF-1535 TENERIFE NORTE	TÍTULO: SEÑALIZACIÓN	HOJA 11	REV. 01	24-12-00	FECHA	PRIMERA EMISION	OBSERVACIONES
	Rev/Isado: H.P.M.				APROBADO: J.I.G.				



DENOMINACIÓN DEL PLANO ACAD --> STEP -6 960758 MEVA (SPE)	1/2 - REGULADOR DE PARADA	5/6 - DETECTOR DE POSICIÓN	7/9 - N.C. SENSOR DE ESFUERZO
	3/4 - REGULADOR DE MARCHA	7/8 - N.A. SENSOR DE ESFUERZO	10/11 - DETECTOR DE POSICIÓN
Dibujado:	OBRA:	TÍTULO:	HOJA:
Revisado:	PARTEOBRA:	TITULOPLANO	NUMPLANO
Aprobado:		\$1	
			PRIMERA EMISION
			OBSERVACIONES

Permiso de divulgación del Trabajo Final de Grado

El alumno **Jesús A. Rodríguez Melian**, autor del trabajo final de Grado titulado “**Incluir el título del TFG**”, y tutorizado por el/los profesor/es **Beatriz Añorbe Díaz**, a través del acto de presentación de este documento de forma oficial para su evaluación (registro en la plataforma de TFG), manifiesta que **PERMITE**) la divulgación de este trabajo, una vez sea evaluado, y siempre con el consentimiento de su/s tutor/es, por parte de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval Universidad de La Laguna y de la Universidad de La Laguna, para que pueda ser consultado y referenciado por cualquier persona que así lo estime oportuno en un futuro.

Esta divulgación será realizada siempre que ambos, alumno y tutor/es del Trabajo Final de Grado, den su aprobación. Esta hoja supone el consentimiento por parte del alumno, mientras que el profesor, si así lo desea, lo hará constar en futuras reuniones, una vez finalizado el proceso de evaluación del mismo.

Nota: Este documento será obligatorio presentarlo como última hoja del documento final del TFG.