

## **ANEJO 13**

### **AUTOMATISMOS, CONTROL Y PUESTA EN MARCHA DEL PROCESO**

## 1. AUTOMATISMO Y CONTROL DEL PROCESO

### 1.1. AUTOMATISMOS

#### INSTRUMENTACIÓN

##### **Indicación en scada**

La instalación incluirá los siguientes transmisores:

- Medidas de caudal
  - Caudal de agua tratada
- Medidas de nivel
  - En pozo de bombeo de agua bruta
- Medida de oxígeno disuelto
  - En el reactor biológico

##### **Indicación local**

- Medida de presión
  - En cada una de las bombas de agua bruta
  - En impulsión de soplantes

##### **Alarmas y enclavamientos**

- Alto nivel de agua en obra de conexión de pozo de bombeo
- Bajo nivel de agua en pozo de bombeo de agua bruta
- Bajo nivel de agua en cada uno de los canales de tamizado
- Alto nivel de agua en cada uno de los canales de tamizado

- Bajo nivel en grupo de preparación de polielectrólito para deshidratación de fangos (enclavamiento de las bombas y alarma en sala de control)
- Alto y bajo nivel en bombeo de reboses (control de arranque y parada de bombas)

#### **Regulación de caudal en bombas**

- Dos variadores de frecuencia en bombas de agua bruta
- Variadores de frecuencia en bombas dosificadoras de polielectrolito a centrifugadoras si existen

#### **Controles automáticos**

- Control automático de bombeo (arranque y parada de bombas y velocidad de bombas), en función del nivel de agua en el pozo. Consigna de nivel constante.
- Control automático tamices (limpieza temporizada o en continuo).
- Control automático del aporte de oxígeno del reactor biológico
- Control automático de la presión de aire al reactor biológico
- Purga automática de los fangos del decantador secundario, controlados por temporizadores.
- Funcionamiento automático de la centrifugadora.

#### **Control y automatismo**

##### **Autómatas programables**

Todas las señales analógicas y digitales del proceso, a excepción de algunos mandos locales de operación discrecional, se procesan a través de un autómata programable o PLC

El PLC tiene su propio programa y la programación puede realizarse mediante ordenador.

##### **Sistema informático de supervisión**

El sistema informático está compuesto por:

1- Scada con pantalla táctil:

Basándose en la información recibida de la planta a través del mismo se puede realizar las siguientes funciones:

- VISUALIZACIÓN DE SEÑALES D/A.
- REGISTRO EN IMPRESORA DE INCIDENCIAS E INFORMES
- ACTUACIÓN SOBRE ELEMENTOS DE PLANTA
- ARCHIVO HISTÓRICO.

## 1.2. CONTROL DEL PROCESO

### Control del proceso biológico.

#### - Oxígeno disuelto.

La sonda se mantendrá siempre limpia, la correcta lectura de esta es imprescindible para un control adecuado de la aireación de los reactores.

En caso de que la eliminación de materia orgánica (DQO y DBO<sub>5</sub>) sea insuficiente se modificarán las consignas de trabajo para aumentar la aireación. Igualmente, siempre que la calidad del agua tratada sea buena, se disminuirá la aireación en caso de que haya un exceso de nitratos o el fango de la V30 flote o se rompa.

#### - MLSS en los reactores.

Mantener la carga de sólidos adecuada en los reactores supone optimizar el equilibrio entre la estabilidad del proceso, las necesidades de oxígeno para garantizar la calidad del vertido y el consumo por respiración endógena.

fango biológico o secundario tiene concentración menor de 0,3-0,5 %

Se buscare mantener la concentración mínima en los reactores que nos de la edad de fango mínima suficiente para completar los procesos de nitrificación – desnitrificación.

#### - Control microbiológico del proceso.

Complemento del control químico del proceso, los bioindicadores nos dan información del estado del proceso. Nos permite optimizar el proceso, detectar futuros problemas antes incluso de que se manifiesten y controlar problemas por proliferación de filamentosas.

- **Recirculación externa.**

El valor óptimo para la recirculación externa se situaría entre el 80 - 200 % del caudal de entrada. Su regulación es fundamental en el control del nivel de MLSS en el reactor biológico, la concentración adecuada de la purga de fangos en exceso y el control del proceso de desnitrificación en los decantadores secundarios. Se mantendrá en el mínimo necesario para garantizar la concentración de MLSS deseada con objeto de buscar el punto óptimo de consumo energético.

- **Purga de fangos en exceso.**

Se regularan para mantener la concentración adecuada de MLSS en el reactor, o lo que es lo mismo, la Edad del Fango mínima deseada, teniendo en cuenta los tiempos de retención necesarios para un funcionamiento adecuado del sistema de espesamiento de fangos.

- **Nitrógeno total.**

Con la edad de fango ajustada para completar el proceso de nitrificación – desnitrificación, regularemos la aireación para mantener una concentración de amonio para cumplir la calidad de vertido, controlando a su vez la concentración de nitratos, si es elevada supone una aireación o recirculación en exceso. Se vigilará la concentración de N-NO<sub>3</sub> a la salida del reactor intentando que éste se sitúe en valores inferiores a 4 ppm, con objeto de optimizar el consumo energético de la instalación aprovechando al máximo el oxígeno contenido en los nitratos

### **Control de línea de fangos.**

**ESPEADOR POR GRAVEDAD:** Si la concentración del fango espesado es menor del 2% o pérdida de sólidos con el escurrido es alta, se ajustaran las condiciones de trabajo, disminuyendo el caudal de fangos y/o aumentando la dosis de polielectrolito, observando la evolución, respetando el tiempo de retención del espesador antes de realizar una nueva variación.

Si el valor de la concentración en la muestra de purga del espesador es inferior al valor de 50 g/l disminuir el tiempo de purga 30 seg., observando su evolución durante al menos dos días antes de realizar una nueva actuación.

Un control adecuado del espesamiento de los fangos supone un ahorro energético importante: en horas de bombeos, menos horas necesarias de deshidratación.

#### - **DESHIDRATACIÓN DE FANGOS:**

Se controlara periódicamente por el personal de mantenimiento , el cumplimiento de las condiciones de operación: alimentación de fango y dosificación de polielectrolito, para conseguir los requerimientos de sequedad y calidad del escurrido, optimizando los consumo de energía y reactivos y los costes de mantenimiento.

- **Ratio Kg Polielectrolito/Tn m.s.**

Si el ratio aumenta revisar posibles variaciones en la calidad del fango, preparación adecuada de la disolución de polielectrolito y parámetros de funcionamiento de la centrífuga

## **2. PUESTA EN MARCHA**

### **ESTACIÓN DEPURADORA ARRANQUE INICIAL**

1. Colocar todos los selectores en "0".
2. Comprobar sentido de giro e intensidades de motores
3. Comprobar que las válvulas de aire de la soplante están abiertas.
4. Comprobar la válvula limitadora de presión situada en la impulsión de la soplante (arrancar manualmente la soplante y comenzar a cerrar lentamente las válvulas de aireación y de recirculación de fangos hasta que dispare la válvula limitadora (ajustar/regular en caso necesario, normalmente en el cuerpo de la válvula limitadora se indica la presión de disparo).
5. Comprobar que no existen fugas de aire.
6. Programar el arranque/paro de la soplante en función del medidor de oxígeno o mediante el reloj situado en el cuadro con ciclos iniciales de 4h marcha, 2h paro. La programación final será aquella

que permita mantener unos niveles de oxígeno en el biológico entre 1,5 y 2 ppm (medida a realizar con analizador portátil de oxígeno, no incluido en el alcance de suministro).

7. Colocar todos los interruptores en automático.
8. Regular las líneas de aireación del siguiente modo:
  - Aireación del Reactor Biológico: Regular la válvula de modo que se produzca una transferencia suave de oxígeno a través de los difusores (no debe haber burbujeo fuerte en la superficie de agua).
  - Comprobar que la In de la soplante está dentro de lo indicado en la placa de características.

Durante el arranque puede que la válvula de seguridad de la soplante dispare, cerrándose una vez la soplante se estabiliza y alcanza el régimen de trabajo continuo.

#### 9. Regulación de la recirculación

- Recirculación de fangos mediante bomba: la recirculación al inicio de la puesta en marcha se mantendrá parada hasta la 5 semana, se comenzara recirculando un 100% del caudal y la misma se ira regulando de acuerdo a la concentración de fangos en el decantador.

#### 10. Regulación de la purga de fangos

- Purga de fangos mediante bomba: la purga al inicio de la puesta en marcha se mantendrá parada hasta que no se detecte acumulo de fango en el decantador no se extraerá fango del mismo , para ello se introducirá una pértiga de metracrilato en el mismo para ver el nivel de fangos. En función del mismo se procederá a su extracción

### **PUESTA EN MARCHA**

La puesta en marcha de la estación depuradora deberá realizarse siguiendo las instrucciones que se describen a continuación:

- La aireación debe funcionar todo el tiempo que haya sido programado, lo cual requiere que la alimentación de corriente al cuadro esté permanentemente conectada y el interruptor general en posición "ON" (piloto de corriente general encendido). El funcionamiento de la aireación se realizara en automático en función de los niveles de oxígeno de la balsa regulados con el oxímetro se mantendrá el oxígeno entre 1,5 y 2 ppm a la salida del reactor , también se establecerá un temporizador en la soplante para que pueda funcionar por tiempos en el caso que se requiera

- El crecimiento de los fangos activados se hará patente después del período inicial de puesta a régimen estable, lo que se traducirá en una paulatina eliminación de la formación de espuma (al principio muy abundante) y en la obtención de un efluente transparente.

El crecimiento de los fangos activados debe comprobarse periódicamente mediante el siguiente ensayo: tomar una muestra de agua de la cámara de aireación cuando se encuentra con la soplante en marcha y llenar con ella una probeta de vidrio de un litro, dejar en reposo durante 30 minutos al cabo de los cuales se observará una neta separación de dos capas:

- Una de fangos en la parte inferior.
- Otra de agua clara sobrenadante.

En sucesivos ensayos realizados, al cabo de varios días, se observará que la altura alcanzada por los fangos irá aumentando progresivamente.

Cuando los fangos alcancen un 60-70% del volumen total de la probeta, conviene efectuar una extracción de los mismos al espesador y de ahí la centrifuga, tras la cual, en los nuevos ensayos de decantación, se deberá encontrar un volumen de fangos del 20% al 40%.

- Una vez alcanzado el régimen estable del proceso biológico (eliminación de espumas, efluente claro, decantación de fangos nítida en la probeta) se puede reducir algo el caudal de recirculación regulando la bomba de recirculación
- Será recomendable hacer analíticas trimestrales de los MLSS y MLSV del biológico para ver la concentración de fango y si se están llevando a cabo bien las purgas.
- Semestralmente sería recomendable realizar análisis microbiológicos del estado de la fauna bacteriana
- El fango acumulado en el espesador será enviado mediante bombas mono a la centrifuga para su secado
- Trimestralmente se recomienda hacer análisis de sólidos del fango espesado.
- El preparador de poli solo se pondrá en funcionamiento cuando se ponga en marcha la centrifuga .
- En principio está previsto centrifugar un día a la semana , se preparará el polielectrolito a concentraciones de 2-3 g/l para llevar a cabo la deshidratación.



- 
- Para la elección del polielectrolito adecuado y la concentración de preparación se realizarán ensayos de deshidratación a nivel de laboratorio o in situ .
  - Semestralmente es recomendable analizar la sequedad del fango extraído en centrifuga
  - Se realizará análisis trimestral de la muestra del influente y efluente para verificar los rendimientos de la Edar así como el cumplimiento de los límites de vertido exigidos

### 3. CONTROL Y EXPLOTACIÓN

En el siguiente estudio, se pondrá de manifiesto las variables de control a seguir en la E.D.A.R MERCAGRANADA, en función del caudal de entrada y la carga contaminante. Se trata de una planta diseñada para un caudal medio de 55 m<sup>3</sup>/día.

La carga contaminante de entrada a la Edar es elevada al tratarse de un agua residual industrial.

La producción de fangos biológicos será de 48-50 kg/día, los cuales se eliminarán a través del secado mediante centrifuga obteniendo una sequedad del 19-22%.

Con el fin de conseguir una estabilización total del fango obteniendo unos volátiles inferiores a 55% se jugará con el oxígeno y la edad del fango.

**Los valores de IVF se mantendrán < 200.**

#### **MICROFAUNA**

Protozoos ciliados móviles sésiles y nadadores

Nematodos y rotíferos aislados

Filamentos Nocardia (influyente con alto contenido en grasas)

<b>LINEA DE AGUA</b>		
agua tratada	m <sup>3</sup> /día	55
DBO	mg/l	1.080
SS	mg/l	380
<b>REACTOR BIOLÓGICO</b>		
Concentración sólidos suspendidos (Cc)	ppm	3500-4500
Carga másica (Cm)	(Kg DBO/Kg MLSS)	0,09-1,3
Edad del fango ( $\theta$ )	días	10-12
Oxígeno disuelto (O <sub>2</sub> )	ppm	1,5
% Recirculación externa	%	100-130%
Concentración sólidos suspendidos rec. ext (Cr)	ppm	6500

**LINEA DE FANGOS**

<b>ESPEZAMIENTO</b>		
Concentración fango espesado por gravedad	%	3
kg de fangos biológicos producidos	kg/día	48-50

<b>DESHIDRATACION</b>		
Fango deshidratado	kg/día	1,40
Sequedad	%	19-22
MS	%	19-22

Se admitirán como variaciones tolerables aquellas que representen el +/- 5 % respecto al valor indicado.

### 3.1. ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

- 1- Se verificará diariamente el funcionamiento de todos los equipos de la instalación
  - Bombeo inicial
  - Agitador
  - Medidores de nivel
  - Funcionamiento rototamiz
  - Funcionamiento de la soplante del biológico
  - Verificación funcionamiento de bomba de recirculación de fango
  - Verificación de funcionamiento de fangos en exceso.
  
- 2- Todas las incidencias se anotarán diariamente en un parte indicando las mismas y las actuaciones llevadas a cabo para su solución.

A continuación, se citan las variables que, se anotarán en el parte diario:

A) EN EL CONJUNTO DE LA EDAR:

- Caudal medio diario (m<sup>3</sup>/h)

B) EN EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO:

- V-30
- % de recirculación de fangos
- Caudal de fangos en exceso (se estimará en función de las horas de funcionamiento de la bomba y el caudal de la misma)

C) EN EL SECADO DE FANGOS:

- Tiempo funcionamiento secado (h/día)
- Consumo de polielectrolito (kg/t)
- Toneladas de fango retiradas y periodicidad

Esta información se podrá utilizar para muy diversos fines. Así se podrán obtener toda una serie de datos estadísticos, como la evolución temporal, correlación, valores medios, etc., de todas las variables definidas para la planta depuradora en cuestión; pudiendo actuar sobre las variables de control

**PLAN DE CONTROL ANALÍTICO**

<b>INFLUENTE</b>	
<b>Parámetros</b>	<b>Frecuencia</b>
DBO <sub>5</sub>	semestral
DQO	semestral
SS	semestral
P <sub>T</sub>	semestral
N <sub>T</sub>	semestral
N-NO <sub>3</sub>	semestral
N-NH <sub>4</sub>	semestral
P O <sub>4</sub> 3-	semestral
Aceites y grasas	semestral

<b>EFLUENTE</b>	
<b>Parámetros</b>	<b>Frecuencia</b>
DBO <sub>5</sub>	mensual
DQO	mensual
SS	mensual
P <sub>T</sub>	mensual
N <sub>T</sub>	mensual
Aceites y grasas	mensual
N-NH <sub>4</sub>	mensual

<b>BIOLOGICO</b>	
<b>Parámetros</b>	<b>Frecuencia</b>
SSL	mensual
SSV	mensual
V <sub>30</sub>	diario
IVF	mensual
T <sup>a</sup>	diario
Microscopia	Anual
pH	mensual

<b>RECIRCULACIÓN</b>	
<b>Parámetros</b>	<b>Frecuencia</b>
SSL	mensual
SSV	mensual

<b>LODO DESHIDRATADO</b>	
<b>Parámetros</b>	<b>Frecuencia</b>
ST,SV	semestral

### 3.2. CONTROL DEL PROCESO EN CAMPO

#### Control del proceso biológico.

- **Oxímetro de campo (Medida de oxígeno en campo)**

La sonda se mantendrá siempre limpia, la correcta lectura de esta es imprescindible para un control adecuado de la aireación de los reactores.

En caso de que la eliminación de materia orgánica (DQO y DBO<sub>5</sub>) sea insuficiente se modificarán las consignas de trabajo para aumentar la aireación. Igualmente, siempre que la calidad del agua tratada sea buena, se disminuirá la aireación en caso de que haya un exceso de nitratos o el fango de la V30 flote o se rompa.

- **MLSS en los reactores.**

Mantener la carga de sólidos adecuada en los reactores supone optimizar el equilibrio entre la estabilidad del proceso, las necesidades de oxígeno para garantizar la calidad del vertido y el consumo por respiración endógena.

fango biológico o secundario tiene concentración menor de 0,3-0,5 %

Se buscará mantener la concentración mínima en los reactores que nos de la edad de fango mínima suficiente para completar los procesos de nitrificación – desnitrificación.

- **Control microbiológico del proceso.**

Complemento del control químico del proceso, los bioindicadores nos dan información del estado del proceso. Nos permite optimizar el proceso, detectar futuros problemas antes incluso de que se manifiesten y controlar problemas por proliferación de filamentosas.

- **Recirculación externa.**

El valor óptimo para la recirculación externa se situaría entre el 80 - 200 % del caudal de entrada. Su regulación es fundamental en el control del nivel de MLSS en el reactor biológico, la concentración adecuada de la purga de fangos en exceso y el control del proceso de desnitrificación en los decantadores secundarios. Se mantendrá en el mínimo necesario para garantizar la concentración de MLSS deseada con objeto de buscar el punto óptimo de consumo energético.

- **Purga de fangos en exceso.**

Se regularan para mantener la concentración adecuada de MLSS en el reactor, o lo que es lo mismo, la Edad del Fango mínima deseada, teniendo en cuenta los tiempos de retención necesarios para un funcionamiento adecuado del sistema de espesamiento de fangos.

- **Nitrógeno total.**

Con la edad de fango ajustada para completar el proceso de nitrificación – desnitrificación, regularemos la aireación para mantener una concentración de amonio para cumplir la calidad de vertido, controlando a su vez la concentración de nitratos, si es elevada supone una aireación o recirculación en exceso. Se vigilará la concentración de N-NO<sub>3</sub> a la salida del reactor intentando que éste se sitúe en valores inferiores a 4 ppm, con objeto de optimizar el consumo energético de la instalación aprovechando al máximo el oxígeno contenido en los nitratos

**Control de línea de fangos.**

**ESPESADOR POR GRAVEDAD:** Si la concentración del fango espesado es menor del 2% o pérdida de sólidos con el escurrido es alta, se ajustaran las condiciones de trabajo, disminuyendo el caudal de fangos y/o aumentando la dosis de polielectrolito, observando la evolución, respetando el tiempo de retención del espesador antes de realizar una nueva variación.

Si el valor de la concentración en la muestra de purga del espesador es inferior al valor de 50 g/l disminuir el tiempo de purga 30 seg., observando su evolución durante al menos dos días antes de realizar una nueva actuación.

Un control adecuado del espesamiento de los fangos supone un ahorro energético importante: en horas de bombeos, menos horas necesarias de deshidratación.

- **DESHIDRATACIÓN DE FANGOS:**

Se controlara periódicamente por el personal de mantenimiento, el cumplimiento de las condiciones de operación: alimentación de fango y dosificación de polielectrolito, para conseguir los requerimientos de sequedad y calidad del escurrido, optimizando los consumo de energía y reactivos y los costes de mantenimiento.



---

- **Ratio Kg Polielectrolito/Tn m.s.**

Si el ratio aumenta revisar posibles variaciones en la calidad del fango, preparación adecuada de la disolución de polielectrolito y parámetros de funcionamiento de la centrífuga