



MÁSTER EN GESTIÓN Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TRABAJO FIN DE MASTER

**SEGUIMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS
EN LA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS
RESIDUALES DE VALLADOLID.**

JESICA MATAS GARCÍA
JULIO, 2012

PEDRO ANTONIO GARCÍA ENCINA, profesor del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Valladolid, y BEATRIZ RODRIGUEZ GUTIERREZ, Jefe de Planta de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Valladolid, Aguas de Valladolid S.A.

INFORMAN:

Que Dña. JESICA MATAS GARCÍA ha realizado bajo nuestra dirección el Trabajo Fin de Máster titulado *Seguimiento y optimización de procesos en la Estación depuradora de aguas residuales de Valladolid.*

Valladolid, 11 de Julio de 2012

Fdo. Pedro Antonio García Encina

Fdo. Beatriz Rodríguez Gutierrez

Reunido el Tribunal designado por el Comité Académico del Máster en Gestión y Tecnología Ambiental, para la evaluación de Trabajos Fin de Máster, y después de estudiar la memoria y atender a la defensa del trabajo “*Seguimiento y optimización de procesos en la Estación depuradora de aguas residuales de Valladolid*”, presentado por el alumno D^a. *Jesica Matas García*, decidió otorgarle la calificación de _____.

Valladolid, 11 de Julio de 2012

El Presidente

El Secretario

Fdo.:

Fdo.:

Vocal

Fdo.:

ÍNDICE

RESUMEN.....	2
ANTECEDENTES GENERALES	3
OBJETIVOS	9
METODOLOGÍA Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	10
JUICIO CRÍTICO	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26
ANEXOS.....	27
ANEXO I: DIAGRAMAS DE LAS LÍNEAS DE AGUA, FANGO Y GAS DE LA E.D.A.R.....	28
ANEXO II: EVOLUCIÓN DE CAUDAL CON RESPECTO AL NIVEL DE BOMBEO (EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO)	29
ANEXO III: INFORME TÉCNICO DE CONTROL DE EQUIPO DE PREPARACIÓN Y CONSUMO DE POLIELECTROLITO	30
ANEXO IV: GRÁFICOS EVOLUCIÓN SEQUEDAD DE FANGOS.....	34

RESUMEN

A lo largo del periodo de prácticas en la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Valladolid (Aguas de Valladolid) se han realizado actividades en diferentes materias relacionadas con los procesos que se desarrollan en las instalaciones.

Las tareas desarrolladas han guardado relación con las diferentes líneas que componen las instalaciones; agua, fango y gas; lo que ha permitido adquirir una visión integrada de las diferentes áreas de la planta, en las que las tres líneas se encuentran totalmente interrelacionadas.

Aunque se han desarrollado diversas actividades, la ocupación principal durante mi estancia en las instalaciones ha sido la de profundizar en determinados procesos que presentaban una problemática y cuyo objeto fundamental era el de optimizarlos.

Es el ejemplo de los estudios de seguimiento desarrollados en relación a la evolución de la sequedad de los fangos en los últimos meses y su posible interrelación con otros parámetros como el modo de preparación y el consumo de floculante en la fase de deshidratación de fangos, o los análisis realizados en la fase de pretratamiento de agua en relación a la tecnología actualmente empleada para medición de caudales y posibles alternativas.

Estos estudios se han desarrollado paralelamente con otras diferentes actividades que se ejecutan habitualmente en las instalaciones y que sin ellas, el buen funcionamiento de la depuradora y la optimización en los procesos no sería posible. Es el caso de tareas como; los reconocimientos diarios de las instalaciones para controlar el buen funcionamiento de las instalaciones, colaboraciones en el área de mantenimiento de instalaciones y equipos o la prevención en riesgos laborales (especialmente en materia de seguridad y salud laboral) y actividades relacionadas con la gestión ambiental.

Todas las tareas anteriormente mencionadas y que aportan una formación eminentemente práctica, se han completado con una formación de carácter algo más teórico, como es el caso de la documentación recibida en relación al Plan de explotación de la EDAR, información específica de determinados procesos e instalaciones (área de mantenimiento) o reglamentaciones específicas de equipos.

Tanto la formación teórica como práctica, han permitido desarrollar ampliamente los conocimientos en estas materias a lo largo de estos meses de estancia en Aguas de Valladolid.

ANTECEDENTES GENERALES

Aguas de Valladolid S.A, compañía perteneciente al grupo Agbar, se encarga de la gestión de los servicios públicos de Valladolid relacionados y comprendidos en el ciclo integral del agua. La empresa, se encuentra englobada dentro del grupo Aquagest, encargada de gestionar dichos servicios en la región de Castilla y León, (excepto en el caso de León que recibe la denominación social de Aguas de León.)

Aquagest, lleva más de cuarenta años presente en Castilla y León, cuenta con más de seiscientos empleados y satisface las necesidades de más de setenta y cinco municipios de la región, gestionando todas las etapas del ciclo integral del agua, desde el abastecimiento de agua potable a la población, hasta la depuración de las aguas antes de su vertido final.

La gestión de Aguas de Valladolid en el municipio de Valladolid, se inició en el año 1997, cuando el Ayuntamiento de Valladolid adjudicó a la compañía, por aquel entonces denominada AGUALID,U.T.E, la concesión del Servicio Municipal de Alcantarillado y Agua Potable del municipio. Ocho años después se amplió la concesión y se incluyó la depuración de aguas residuales y el control de vertidos. No obstante, también posee la concesión de otros municipios de Valladolid en los que se ha considerado conveniente la gestión de dichos servicios por la entidad.

Los principales servicios que ofrece y gestiona la compañía actualmente son: abastecimiento de agua potable, depuración de aguas residuales, alcantarillado y saneamiento, control de vertidos y las gestiones propias de los servicios a abonados. Además Aguas de Valladolid colabora en diferentes tipos de proyectos, especialmente de Investigación y Desarrollo (I+D) con diferentes entidades investigadoras y Universitarias.

La empresa gestiona en el municipio, la explotación de dos plantas de potabilización y una estación depuradora de aguas residuales, junto con sus correspondientes laboratorios que permiten analizar las características del agua potable (que se distribuye diariamente desde el Canal del Duero y el Canal de Castilla) y las características finales de las aguas depuradas que se vierten al río Pisuerga.

La mejora continúa en sus procesos, actividades, calidad y eficiencia, se garantizan con la certificación del sistema de gestión de Aguas de Valladolid conforme a la ISO 9001, por un organismo externo e independiente. Posee además la certificación del sistema de Gestión ambiental conforme a la ISO 14001, verificando por tanto no solo el cumplimiento de los objetivos de la Política de Calidad de la empresa sino también de la Política Medioambiental.

PLAN REGIONAL DE SANEAMIENTO

El Plan Director de saneamiento y depuración de la ciudad fue cofinanciado por la Junta de Castilla y León, y el Ayuntamiento de Valladolid, con la ayuda económica del Fondo Europeo de Desarrollo Regional de la Unión Europea (FEDER).

Su construcción pretendía solventar la problemática hasta entonces existente en el sistema de saneamiento de la ciudad, que en ese momento evacuaba por diferentes colectores al río Pisuerga. El Plan director comenzó a ejecutarse en 1991, llevándose a cabo la construcción de las principales unidades del sistema de saneamiento:

- ❖ Colector de la margen izquierda del río Pisuerga: recoge las aguas del colector de la margen derecha y desemboca en el pozo de entrada de la EDAR.
- ❖ Colector de la margen derecha del río Pisuerga; cuya conducción cruza el río (mediante tuberías de sifón).
- ❖ Estación depuradora de Aguas Residuales (EDAR), situada en el Camino Viejo de Simancas, Km.3

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE VALLADOLID

Aguas de Valladolid tiene prevista la gestión de la explotación de la EDAR hasta el año 2017. Entre los principales objetivos de la explotación no se encuentra solo la de mantener un alto rendimiento de depuración en todos los parámetros sino que además se opta por la valorización de los residuos generados en el proceso de depuración de las aguas residuales.

La estación depuradora recibe las aguas residuales de los colectores de la población del municipio, además de las que pudieran llegar por convenio entre el Ayuntamiento de Valladolid y otros municipios del alfoz.

Se ha diseñado una planta de tratamiento que podría tratar un 25% más de vertido sin necesidad de tener que modificar la instalación.

La planta cuenta con cuatro edificios principales y varios centros de transformación:

- ❖ Edificio de control: Oficinas del personal, laboratorios, vestuarios, taller, almacén, salas de control informático. Unido a él existe una sala con los equipos de producción de aire para el tratamiento biológico.
Desde una sala de control se conoce en todo momento la situación de los equipos y los parámetros de procesos de la planta gracias a un software informático.
- ❖ Edificio de recepción de visitas
- ❖ Edificio industrial: equipos de pretratamiento, deshidratado y espesado de fangos, desodorización, equipos de calentamiento...
- ❖ Edificio de digestión: Permite el acceso a la parte superior de los digestores y en su interior se encuentran los equipos necesarios para el proceso de digestión anaerobia.
- ❖ Tres centros de transformación: bombeo de agua bruta, zona de secado térmico y cogeneración y resto de equipos.

La depuradora está organizada en tres líneas conectadas entre sí: **Agua, fango y gas.**
Ver Anexo I: Diagramas de línea de agua (fig. 1.1.), fango (fig. 1.2) y gas (fig.1.3)

LINEA DE AGUA

La línea de agua está constituida por las siguientes unidades:

- ❖ *Obra de llegada (pozo de gruesos).*
- ❖ *Tanque de Tormentas.*
- ❖ *Pozo Intermedio.*
- ❖ *Desbaste (reja de gruesos y tamices de fino).*
- ❖ *Desarenado -Desengrasado en canal aireado.*
- ❖ *Decantación Primaria Lamelar.*
- ❖ *Tratamiento Biológico de Fangos Activados A₂O.*
- ❖ *Decantación secundaria.*
- ❖ *Obra de salida agua tratada y vertido.*

A continuación se desarrollan cada una de las unidades de la línea de agua:

POZO DE LLEGADA (POZO DE GRUESOS)

Las aguas residuales del colector llegan al pozo de llegada donde una estación de bombeo compuesta por siete bombas sumergidas elevan el agua 19 metros. En el pozo se recogen los sólidos de gran tamaño y arenas. El pozo cuenta con una cuchara bivalva para recoger los gruesos, que posteriormente se almacenaran en contenedores y serán llevados a vertedero.

TANQUE DE TORMENTAS

Cuando se supera el caudal máximo admisible (3,05 m³/s), el exceso de caudal en el pozo de llegada rebosa a un segundo canal hacia el tanque de tormentas. Presenta forma de carrusel y está equipado con aceleradores de corriente y bombas eyectoras que suministran aire para que el agua almacenada este en circulación y en condiciones asépticas hasta que se incorporen al tratamiento.

PRETRATAMIENTO

POZO INTEMEDIO

El agua es conducida al edificio de pretratamiento, que se inicia con el pozo intermedio. Consta de seis bombas centrifugas que elevan el agua 3 metros para comenzar el desbaste (de este modo las siguientes etapas, discurren por gravedad).

DESBASTE

El desbaste se inicia con la separación de los sólidos, el agua pasa por cinco canales independientes equipados con una reja de gruesos y un tamiz de finos de 50 mm y 3mm de luz respectivamente. Las rejas y tamices son auto-limpiantes, y los residuos retenidos (detritus) se transportan mediante tornillos compactadores para ser depositados en contenedores.

DESARENADORES-DESENGRASADORES

La separación de arenas y grasas se lleva a cabo en 4 canales rectangulares e independientes de 802 m^3 de volumen unitario, y constan de soplantes que le permiten llevar a cabo la desmenución de las grasas y la decantación de las arenas.

Las grasas flotan en la superficie, siendo posteriormente arrastradas con el carro de traslación mediante una barredera, enviándolas a un equipo concentrador de grasas. Cuando el carro se mueve en la dirección opuesta se recogen las arenas del fondo mediante una bomba sumergida instalada en el puente del desarenador.

TRATAMIENTO PRIMARIO

DECANTACIÓN PRIMARIA

La decantación primaria se realiza mediante vertederos de pared gruesa tipo Neyrpic. Los decantadores (cuatro líneas) son de tipo lamelar, de sección de nido de abeja, con una inclinación de 60° . Entre estas lamelas se hace pasar agua de abajo hacia arriba, el agua decantada fluye por dos canales longitudinales centrales y el fango que cae al fondo es empujado por una cadena de rasquetas hacia unas pocetas de donde se purga.

TRATAMIENTO SECUNDARIO

REACTOR BIOLÓGICO (FANGOS ACTIVOS, A_2O)

El objetivo del proceso es la eliminación de la contaminación carbonosa y los nutrientes (nitrógeno y fósforo) presentes en las aguas.

El agua procedente de decantación se reparte equitativamente en tres reactores biológicos tipo A_2O , en los que cada una de las líneas se divide en tres cámaras anaerobias, tres anóxicas (con agitadores sumergibles) y cuatro óxicas (parrilla de difusores de membrana). La concentración de oxígeno en estas últimas cámaras se controla mediante sondas de medida de oxígeno disuelto. El licor mezcla procedente de las líneas del tratamiento biológico es llevado a un canal común y conducido a dos obras de reparto que alimentan los decantadores secundarios.

DECANTACIÓN SECUNDARIA

Los decantadores secundarios (ocho unidades circulares de succión de 45 m), pretenden separar los sólidos del licor mezcla. La alimentación de cada decantador se hace de manera independiente mediante regulación del caudal con compuertas. Están dotados de un carro de traslación con barrederas de flotantes superficial con paralelo de acceso y funcionamiento automático. El licor mezcla se introduce por la parte inferior del decantador y sale por unas aberturas en la columna central, mientras que el agua clarificada se recoge en un canal perimetral y pasa a través de vertederos hacia las obras de reparto que llegan a la obra de salida.

El caudal de fangos de salida de cada decantador es conducido por un canal hasta el depósito de fangos biológicos.

OBRA DE SALIDA

El agua clarificada sale de los decantadores y es conducida a la obra de salida, donde discurre por un canal parshall con indicador, registrador y totalizador de control. El canal finaliza en un doble vórtice por donde se produce la salida al colector para su vertido final en el río Pisuerga.

LINEA DE FANGOS

La línea de fangos permite la estabilización y reducción del volumen de lodos producidos en las decantaciones primarias y secundarias de la línea de aguas. Está constituida por las siguientes estructuras:

- ❖ *Purga y Tamizado de fangos primarios y purga de fangos biológicos en exceso.*
- ❖ *Mezcla de fangos (fangos mixtos).*
- ❖ *Cinco centrifugas para espesamiento de fangos mixtos.*
- ❖ *Digestión Anaerobia.*
- ❖ *Tres centrifugas para deshidratación de fangos.*

PURGA Y TAMIZADO DE FANGOS PRIMARIOS, Y PURGA DE BIOLÓGICOS

Los fangos primarios obtenidos de los decantadores primarios se extraen y son impulsados para comenzar una etapa de tamizado. El fango sufre una filtración estática (rototamices) para eliminar las partículas fibrosas que pudieran provocar daños en los equipos en fases posteriores del tratamiento.

Los sólidos retenidos son recogidos y llevados a vertedero, el fango tamizado se envía al depósito para mezcla de fangos. Por otro lado, los fangos biológicos en exceso procedentes de la decantación secundaria se conducen a la cámara de fangos mezclados donde se unirán a los fangos primarios.

MEZCLA DE FANGOS: FANGOS MIXTOS

Los fangos primarios ya tamizados se mezclan y homogenizan con los fangos biológicos en exceso antes del proceso de espesado. El fango mixto es bombeado por cinco bombas volumétricas de tornillo helicoidal hasta cinco centrifugas de espesamiento.

ESPEAMIENTO DE FANGOS

El espesamiento de fangos permite disminuir el volumen de estos antes de estabilizarlos. El proceso se da por medio de una centrifugación (en decantador cilíndrico girando), que precipita el lodo por las paredes del cilindro. Se emplea polielectrolito catiónico para mejorar el proceso. El fango espesado es conducido a un depósito desde donde se bombea a digestión.

DIGESTIÓN ANAEROBIA

Se trata de un proceso biológico en el que someten a los fangos a diferentes fases: hidrolítica, acetogénica y metanogénica. La digestión se lleva a cabo en tres digestores primarios calorifugados (T^a 35-38°C) con tiempos de retención de 24 días.

Una buena mezcla es imprescindible para conseguir valores uniformes de concentración, temperatura, transferencia de materia...La agitación del fango se produce con lanzas de digestión dispuestas radialmente y ancladas en la cúpula del digestor. El biogás obtenido sirve como combustible. El fango que sale de los digestores primarios va a los digestores secundarios que funcionan como depósitos de almacenamiento y que permiten regular el volumen de fango enviado a deshidratación.

DESHIDRATACIÓN MECÁNICA

El fango digerido en los digestores se bombea a tres centrifugas de deshidratación que también emplean polielectrolito catiónico para acondicionamiento químico, que ayuda a eliminar el agua del fango ya estabilizado, y permite que sea más manejable y transportable. El fango de salida se transporta con un tornillo transportador a dos bombas que impulsan el fango a una tolva de almacenamiento.

LINEA DE GAS

La línea de gas permite un aprovechamiento de los gases obtenidos en la digestión anaerobia de los fangos para los equipos instalados en la planta (agitación en digestión primaria y calentamiento de fangos) y también se emplea como combustible de alimentación de motores para generar electricidad (recuperación energética). Está compuesta por las siguientes unidades: *Almacenamiento de gasómetros, motogeneración y calderas.*

- ❖ *Recogida y almacenamiento de biogás:* Los digestores tienen un conjunto de válvulas para salida de gas a motores y a gasómetros. El biogás producido se almacena en dos gasómetros de doble membrana con capacidad de 4300 m³, cuentan con una soplante de aire de apoyo y válvulas de seguridad. Si se dan niveles altos en el gasómetro entra en funcionamiento una antorcha que quema gases en exceso, hasta que los niveles sean normales.
- ❖ *Cogeneración:* La cogeneración es la producción y aprovechamiento simultáneos de electricidad y calor. La EDAR dispone de tres motores alternativos para esta función.

OBJETIVOS

A lo largo del periodo de prácticas se han desarrollado diferentes objetivos, los cuales se encuentran expuestos a continuación:

- ❖ Profundizar en determinados aspectos problemáticos que se dan en las instalaciones de manera generalizada, y que requieren un análisis detallado de la situación para el planteamiento de posibles soluciones.

Se trata del objetivo principal desarrollado en la planta de tratamiento. Consiste en el control y seguimiento de determinadas situaciones para intentar solventar una determinada problemática y permitir optimizar el proceso.

- ❖ Reconocimiento de las instalaciones para vigilar el buen funcionamiento de la planta y detectar posibles incidencias.
- ❖ Análisis de datos analíticos y de producción de la planta de tratamiento.
- ❖ Ampliación de conocimientos y experiencia en materia de Prevención en Riesgos Laborales, especialmente en Seguridad y Salud Laboral, y Gestión ambiental.
- ❖ Colaboración en el Área de Mantenimiento.

METODOLOGÍA Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La metodología seguida puede desarrollarse mediante cuatro puntos principales que engloban diferentes materias tratadas a lo largo del periodo de prácticas:

1. Reconocimiento de las instalaciones de tratamiento.
2. Análisis de procesos, seguimiento y optimización. (Objetivo principal)
3. Control de datos analíticos y de producción.
4. Colaboraciones en el área de prevención, mantenimiento y gestión ambiental.

1. RECONOCIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE TRATAMIENTO

El reconocimiento diario de las instalaciones de tratamiento, es fundamental para realizar un correcto control de los procesos operativos que se dan en la planta. Permite establecer una visión más detallada de cada una de las etapas, más allá de la adquirida de manera académica con anterioridad o de la proporcionada al comienzo de las prácticas con el estudio de la diferente documentación aportada por la empresa.

Es imprescindible conocer y controlar los diferentes procesos que se analizan y estudian de manera analítica y estadística, y que serían difíciles de entender o comprender en su totalidad sin las visitas diarias y reconocimientos in-situ, constituyendo una actividad fundamental para el posterior desarrollo del trabajo en la planta.

En un primer momento se realizaron una serie de visitas técnicas de la planta junto con grupos de estudiantes y especialistas en la materia que visitaron la instalación guiados por técnicos de la EDAR, para posteriormente iniciar los reconocimientos con la Jefe de Planta de la EDAR, a un nivel más específico. El objetivo principal, era el de una vez conocidas las instalaciones y procesos que se dan, comenzar a analizar de manera detallada las diferentes operaciones, tecnologías, instalaciones...llevando cabo revisiones y controles y siendo capaz de detectar incidencias o anomalías.

No cabe duda, de que este aspecto repercutirá el desarrollo de las actividades posteriores ejercidas en la planta. Influirá en el principal objetivo llevado a cabo, el estudio de determinados procesos para realizar análisis más detallados en la materia, con el fin de realizar un mejor seguimiento y posible optimización del proceso. También permitirá un mejor desarrollo de las tareas relacionadas con el área de mantenimiento, tratamiento de datos de diferentes procesos, la Prevención en Riesgos Laborales y Seguridad y Salud laboral.

2. ANÁLISIS, SEGUIMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

El desarrollo del análisis, seguimiento y optimización de algunos procesos de la depuradora, ha supuesto el objetivo principal y de mayor dedicación del conjunto de las tareas desarrolladas en la planta de tratamiento.

Las actividades de análisis realizadas se han centrado en el seguimiento de tres procesos principalmente: *Tecnología de medición de caudales de entrada a pretratamiento, preparación de polielectrolito e influencia en la sequedad de fangos* y por último, *evolución de la sequedad de los fangos*.

A. ESTUDIO DE POSIBILIDAD DE IMPLANTACIÓN DE UNA SONDA DE MEDICIÓN DE CAUDAL (PARA MEDICIÓN DEL CAUDAL DE ENTRADA A PRETRATAMIENTO) Y SUSTITUCIÓN DEL CANAL PARSHALL ACTUAL

Actualmente, el caudal de entrada a pretratamiento es medido con un canal parshall situado justo antes de la entrada del pozo intermedio en el edificio de pretratamiento. Justo después del canal de medida, se realiza en el pozo el bombeo del agua para ascenderla tres metros e incorporarla al proceso de desbaste, de este modo todas las etapas de depuración posteriores se dan por gravedad.

Esto implica, que el canal parshall se vea afectado en el momento en que se produce el bombeo en pretratamiento, de tal modo que las medidas de caudal en ese momento no corresponden con el valor real de entrada, sino que dan más elevadas debido a los movimientos provocados por el bombeo. Ante esta problemática, se ha buscado la posibilidad de disponer de otros dispositivos y tecnologías, para evaluar el caudal real de entrada.

La medida por la que se ha optado en un primer momento, y objeto de análisis, es la colocación de una sonda, que comercializa la empresa *Mejoras energéticas.S.A.* La sonda toma medidas de velocidad del agua y con la sección del canal por el que fluye el agua se puede conocer el caudal de agua cada minuto. Esta es la diferencia fundamental con el canal Parshall, que mide el caudal en función del nivel de agua en la sección (que en este caso se ve influenciado por el bombeo) y no en función de la velocidad como lo hace la sonda.

Procedimiento

Se realizó una prueba con la sonda el día 25 de Mayo junto con un técnico de la empresa comercializadora. Se sumergió la sonda en el canal unos metros antes del canal parshall, y junto con un software informático se recibieron datos cada minuto desde las 11:17 a.m hasta las 12:28 a.m.

Se ha realizado un análisis de los caudales recogidos por la sonda, y se ha establecido una comparativa con los caudales obtenidos en ese mismo momento con el canal parshall, que son recogidos por un programa informático denominado SCADA que además proporciona los datos del nivel de pozo aproximadamente cada 5 segundos.

Una vez seleccionados los datos, se ha procedido a realizar un gráfico de líneas que relaciona los caudales obtenidos con el nivel de bombeo. En ambos casos se verá si los valores del caudal se ven influenciados por las variaciones de altura del bombeo en el pozo.

Análisis de resultados

(Ver Anexo II. Evolución del caudal con respecto al nivel del bombeo.)

De manera general al analizar la grafica se observa que:

- o Nivel de bombeo:
Durante la toma de datos han existido tres bombeos que han elevado el caudal del pozo de 270 cm aproximadamente a 457 cm.
- o Caudales:

En la gráfica se aprecian dos variaciones comunes importantes en los caudales.

- Al inicio se observa en el caudal del canal (SCADA) una disminución drástica de caudal de 13400 m³/h a 5200 m³/h. Eso se debe a que disminuyó el caudal entrante en el canal cerrando la compuerta que conecta con el pozo de llegada para colocar adecuadamente la sonda y comenzar a ver si emitía datos correctamente. Esto corresponde con los primeros datos de la sonda en los que se refleja que va tomando datos más o menos estables con la situación. Después la compuerta se abrió y se dejó ir pasando agua lentamente hasta alcanzar los caudales medios habituales.
- Posteriormente en torno a las 12:04, se aprecia una disminución drástica de caudal llegando a descender por debajo de 300 m³/hora (caudal sonda) hasta las 12:14, para luego volver a ascender hasta los valores normales medios. Esta repentina bajada se debe a un cierre inmediato de otra compuerta (por necesidades de tratamiento) y su posterior abertura.

Analizando las diferencias entre los caudales recogidos por los dos sistemas:

- Canal Parshall: A partir de las 11:26 se comienza a ver una estabilidad en el caudal (tras la circulación habitual de agua) hasta las 11:36, cuando se comienza a producir un bombeo y el caudal recogido asciende drásticamente a 9400 m³/hora (hasta las 11:40), debido al movimiento de las aguas en la zona de medida. Esta influencia del nivel de bombeo se volverá a apreciar dos veces más en el periodo de toma de muestras; en torno a las 11:59 y a las 12:19.

Por lo que se ve claramente la influencia que ejerce el bombeo en el canal parshall y la medida de caudales con éste.

- Sonda: La sonda a partir de las 11:24 comienza a recoger datos de caudales más o menos constantes con variaciones consideradas como normales. No se aprecian y a diferencia de los datos recogidos con el canal parshall variaciones grandes es presencia de los tres bombeos sufridos en el periodo de tiempo de medida. Sino que solo se reflejan las variaciones naturales sufridas por el caudal y por la abertura y cierre de compuertas explicado anteriormente.

Discusión y Conclusiones:

A pesar de que los datos proporcionados por la sonda no son tan afinados y constantes como los del canal parshall en situaciones de estabilidad y sin bombeo. (Ver por ejemplo en la gráfica la estabilidad del tramo desde las 11:27 a las 11:35 o desde las 11:45 a las 11:57 en el dato del SCADA). La sonda presenta la gran ventaja de que no se ve afectada por las variaciones de bombeo del pozo, mostrando caudales constantes en el tiempo que no permitía mostrar el canal parshall.

Además la sonda muestra niveles medios de caudal más bajos que los proporcionados por el canal, esto demuestra que aún en condiciones de estabilidad (sin bombeo) existe una acumulación en las proximidades del canal que hace aumentar el nivel de agua y por tanto el nivel de caudal recogido por los monitores del parshall.

Los datos proporcionados por la sonda satisfacen las necesidades de la planta en cuanto a establecer un valor aproximado real del caudal de entrada a pretratamiento. Por ello la estación depuradora optará seguramente por la adquisición e instalación de la sonda para las medidas de caudal a la entrada de pretratamiento y dejará de emplear el canal parshall usado hasta el día de hoy.

B. ESTUDIO Y SEGUIMIENTO DE LA PREPARACIÓN DE POLIELECTROLITO E INFLUENCIA CON LA SEQUEDAD DE FANGOS

El polielectrolito es usado en el proceso de espesado y deshidratado de fangos, actuando como floculante. Su empleo en deshidratación para acondicionamiento químico permite la eliminación de agua del fango ya estabilizado, y repercute en que sea más manejable y transportable para su gestión. El polielectrólito es un floculante sintético catiónico, que permite la separación de fases líquido/sólido en diferentes procesos químicos y especialmente en procesos de tratamientos de agua.

El proceso de deshidratado de fangos se lleva a cabo con tres centrifugas. En ellas se alimenta el fango procedente de digestión anaerobia de manera automática. El caudal de polielectrolito es inyectado por medio de bombas dosificadoras en la entrada del fango a las centrifugas de deshidratación. Después el fango ya secado se transporta con tornillos trasportadores colocado bajo ellas a dos bombas que impulsan el fango

hacia una tolva de almacenamiento de fango deshidratado donde se descarga a un camión para ser evacuado.

Diariamente se recogen muestras a la salida de estas centrifugas y se analizan en el laboratorio de la EDAR donde se mide el porcentaje de sólidos totales. Desde finales del pasado año, se ha observado un descenso de la sequedad de los fangos.

El polielectrolito empleado en el proceso necesita una preparación previa antes de su uso. El modo de preparación y el empleo de polielectrolito, puede afectar al proceso de sequedad de los fangos.

El último informe de preparación y uso de polielectrolito de la EDAR se realizó en 2008 por un técnico de Chemipol, empresa comercializadora de polielectrolito. Se ha propuesto la elaboración de un informe que refleje la situación actual del proceso y que cumpla cuatro objetivos fundamentales:

(Ver Anexo III. Informe técnico de polielectrolito de 2012)

- a) *Estudiar el modo de preparación y empleo de polielectrolito, analizando las instalaciones y tomando muestras in situ que permitan calcular su consumo.*
- b) *Análisis de la sequedad de fangos a la salida del proceso. Establecer la influencia de polielectrolito en la fase de deshidratación con centrifugas.*
- c) *Establecer comparaciones de consumo de polielectrolito con respecto a los consumos reflejados en el informe de 2008.*
- d) *Analizar los datos obtenidos. Determinar si existe una influencia clara entre el modo de empleo de polielectrolito en centrifugas y la sequedad de los fangos.*

Procedimiento y análisis

- a) Estudio de preparación y empleo de polielectrolito, analizando las instalaciones y tomando muestras in situ en los equipos que permitan calcular su consumo.

(Anexo III. Apartado 1)

Esta parte del estudio, se ha desarrollado en las instalaciones de la depuradora donde se encuentra el equipo de preparación de polielectrolito para deshidratación de fangos. Las muestras se han realizado en el periodo comprendido entre el 28 de mayo y el 5 de junio del presente año.

El equipo de preparación de polielectrolito dispone de un equipo de dosificación automático de polielectrolito, este equipo está formado por:

- ❖ *Una tolva de recepción de polielectrolito, compuesta por: tornillo dosificador y boquilla dispersora para la salida de agua potable.*
- ❖ *Armario eléctrico que permite trabajar automáticamente al grupo dosificador.*
- ❖ *Caudalímetro de medida de agua para preparación de la solución.*
- ❖ *Regulador de la presión de agua de entrada.*
- ❖ *Electroválvula de apertura y cierre de entrada.*

El polielectrolito preparado (mezclado con el agua) se va almacenando en un depósito temporal (depósito de preparación), que consta de una subdivisión con 3 compartimentos: zona de mezcla el polielectrolito con el agua mediante una agitación lenta, una zona de maduración de la mezcla agitada lentamente, y otra zona de maduración sin agitación.

Después se hace pasar a un depósito donde se llevará a cabo una dilución necesaria para conseguir un perfecto reparto flocular. Este depósito contiene un compartimento en 3 zonas; en la primera se produce otra dilución con agitación, le sigue una zona de maduración agitada lentamente y finalmente una zona de dosificación.

Teniendo en cuenta la estructura del equipo y las diferentes fases del proceso se ha realizando los siguientes análisis.

ZONA DE PREPARACIÓN

- Comprobación de la dosificación de floculante (tornillo dosificador).
- Comprobación del tiempo de dosificación de polielectrolito de manera automática y el tiempo de dosificación de agua.

ZONA TRASVASE Y DILUCIÓN

- Medidas de caudal entrante de agua a dilución.
- Comprobación del tiempo de dosificación para dilución de polielectrolito preparado y del caudal de agua.
- Comprobación del tiempo de parada del proceso.
- Medidas del caudal de dosificación diluido final (último subcompartimento).
- Establecer balances para calcular el caudal de polielectrolito preparado entrante desde el primer depósito a partir de los caudales y tiempos calculados anteriores.
- Establecer el consumo de polielectrolito en cada dosificación tras dilución.
- Calculo de la concentración de salida de preparación y de dilución.

- b) Análisis de la sequedad de fangos a la salida del proceso. Establecer la influencia de polielectrolito en la fase de deshidratación con centrífugas. (Anexo III. Apartado 2 y 3)

Se realizaron diversas pruebas de sequedad con las centrífugas los mismos días en los que se llevaron a cabo las pruebas con polielectrolito. Se realizaron las siguientes acciones:

- Toma de datos de entrada de fango a centrífugas de deshidratación.
- Se manipularon los variadores de frecuencia de las bombas de inyección de polielectrolito para ver variaciones en el proceso.
- Se realizaron en el laboratorio pruebas de sequedad de fangos tomados de las centrífugas.
- Se cotejaron las diferencias de sequedad entre los fangos de salida de las diferentes centrífugas.

- c) Establecer comparaciones de consumo de polielectrolito con respecto a los consumos reflejados en el informe de 2008. (Anexo III. Apartado 4)

A partir de los datos calculados en los apartados anteriores se ha establecido un balance que permite calcular la materia solida de entrada a deshidratación y ver el rendimiento de floculante por cada tonelada de materia seca. Estableciendo una comparativa con el año 2008.

- d) Discusión y conclusiones: Analizar los datos obtenidos. Determinar si existe una influencia clara entre el modo de empleo de polielectrolito en centrifugas y la sequedad de los fangos.

Los valores obtenidos en el análisis nos muestran que el polielectrolito sale prácticamente igual de concentrado (tras preparación) que el año 2008, siendo la concentración final (ya diluido) un poco mayor que la de 2008, pero muy similar. Los valores del proceso de preparación son muy similares para ambos informes. Los caudales a dilución son menores que los empleados anteriormente, por lo que se ha disminuido por tanto el tiempo de alimentación de polielectrolito a dilución.

En cuanto al balance general, la media de materia solida de entrada a deshidratación es menor que en el año 2008, siendo también menor la concentración que presenta el fango de entrada.

El balance final establece un rendimiento de floculante de 7,84 (Kg floculante/Tn de materia seca), frente a un 7,23 del año 2008. Por lo que el consumo de polielectrolito se ha visto incrementado ligeramente en este ultimo año.

Los datos de sequedad para la centrifuga nº 3 siempre son menores que para las otras dos (en torno a un 1% menos de sequedad), presentando esta última un nivel de sequedad siempre por debajo del 20%.

En cuanto a la relación de la sequedad con el polielectrolito y las centrifugas, se ha determinado que:

- No se aprecian variaciones importantes de preparación de polielectrolito que puedan influir en el proceso de secado.
- Tampoco se ha relacionado con cantidades de floculante insuficiente, ya que el escurrido es perfecto.
- No se ha apreciado mejoras significativas al variar las frecuencias manuales de las centrifugas con respecto a dosificación de polielectrolito.
- La sequedad de los fangos es menor en la salida de la centrifuga nº 3. La disminución de la sequedad con respecto a las otras centrifugas probablemente sea debido a problemas mecánicos de la propia centrifuga y no de las bombas que alimentan o del floculante.

C. ANÁLISIS Y SEGUIMIENTO DE LA SEQUEDAD DE FANGOS

Como se ha comentado con anterioridad, desde finales del pasado año, se ha observado un descenso de la sequedad de los fangos. Por ello, se ha procedido a realizar un tratamiento de este parámetro desde el año 2010, cuando los datos se encontraban más estables, con el fin de mostrar de manera más sencilla la evolución de este parámetro, y otros con los que pueda albergar relación.

Procedimiento

1. Los datos de sequedad han sido extraídos de la base de datos de la EDAR. Se ha seleccionado el parámetro de Sequedad (*Sólidos totales*) del periodo comprendido entre Enero de 2010 y Mayo de 2012.
Se han realizado medias mensuales de cada año y se han representado en gráficos de líneas realizando una comparativa de la evolución del periodo.
2. Se han seleccionado los datos diarios de *Sólidos Volátiles* con los que puede establecer relación la sequedad del fango, representándolos gráficamente.
3. Posteriormente, se ha realizado otra representación gráfica con la *sequedad, sólidos volátiles y la Temperatura media de los digestores*.

Análisis de resultados

(Ver Anexo IV: Evolución de la Sequedad de fangos)

1- Tras analizar las series de datos de los diferentes años en cuanto a sequedad y su representación grafica, se ha observado las siguientes conclusiones:

(Ver figura 4.1. Anexo IV)

- 2010: Los sólidos totales (en %) se encuentran siempre por encima del 20%, con un promedio en sequedad del 22,75% y acercándose casi al 24 % especialmente entre los meses de abril y agosto. Desciende posteriormente hasta valores del 21,4% recogidos el último mes del año.
- 2011: Aunque existen algunos valores mensuales más altos cercanos al 25% en mayo y junio, la media anual es algo menor (especialmente en el último semestre) que en el caso del año anterior, con un promedio de 22,62 %, descendiendo el último mes del año por debajo del 20%. Las diferencias con los valores del anterior año son más marcadas a partir del mes de octubre donde se aprecia un mayor descenso de sequedad.
- 2012: Los valores de sequedad se encuentran por debajo del 21 %, presentando valores medios de 19,4 %, y aunque en abril y mayo se aprecia un ligero ascenso los valores mensuales están muy por debajo de los valores de 2011 y 2012.

- Comparativa del periodo: Se observa claramente que los valores del presente año se encuentran muy por debajo de los de años anteriores. Los descensos de sequedad comenzarían a ser considerables a partir de octubre del pasado año.

2. Se ha realizado una comparativa de la sequedad y los sólidos volátiles, obteniéndose los siguientes resultados: (Ver figura 4.2. Anexo IV)

La sequedad del fango guarda una proporción con los sólidos volátiles. De tal modo que a mayor cantidad de sólidos volátiles, menor es la sequedad de los fangos, ya que deshidratan peor.

Se ha observado una tendencia (no considerada como habitual o normal) de incremento en sólidos volátiles a partir de noviembre de 2011 presentando sus mayores valores entre enero y marzo del presente año. Se dan porcentajes de volátiles máximos en torno al 62% en este último año, frente a los valores en torno al 55%(máximo) del año 2010, cuando los valores estaban más estabilizados. Los valores medios recogidos para 2010 fueron de 52,5% frente al actual promedio de 60,5%.

Se da la tendencia por tanto de un incremento importante en los sólidos volátiles en el presente año paralelo a la disminución de la sequedad de los fangos objeto de estudio.

3. La tercera parte del análisis de sequedad, pretende ver la evolución sufrida en la temperatura de los digestores anaerobios desde el año 2010, a la vez que se observa la tendencia de la sequedad. (Ver figura 4.3. Anexo IV)

Se puede intuir que el ascenso de los sólidos volátiles en el fango puede deberse a algún problema relacionado con la digestión anaerobia de los fangos, antes de la entrada a centrífugas de deshidratado. La planta cuenta con tres digestores primarios, por lo que se ha calculado una media de las temperaturas diarias de los tres digestores.

Al analizar el gráfico con la evolución anual de los tres parámetros, se refleja la influencia de la temperatura de los digestores en el parámetro de la sequedad y los sólidos volátiles. Siendo esta relación proporcional con la sequedad, e inversamente proporcional con los volátiles.

Analizando la evolución anual de la temperatura, se refleja como es lógico, los incrementos correspondientes con las épocas más calurosas del año, y los descensos en las épocas más frías.

De este modo se podría decir que la temperatura presenta ciclos en función de los meses, por ejemplo al analizar la temperatura en 2010, se observa que entre enero y marzo se dan T^a de 36°C de media. En Abril comienza a darse un importante incremento hasta julio llegando a alcanzar temperaturas de 38°C. A partir de Agosto, estos valores comienzan a descender hasta diciembre con temperaturas de 33,7°C.

Este ciclo se repetiría de manera similar para los años posteriores aunque las oscilaciones de temperaturas entre máximas y mínimas no se dan de forma tan marcada, siendo los rangos de temperatura de entre 34,3-36,5 °C para 2011 y de 35-36,1°C para 2012, no alcanzando en ningún momento los valores de 37-38°C característicos de 2010. Se aprecia por tanto una ligera disminución de la temperatura en los digestores que desde mediados del año 2011 hasta el presente día.

Discusión y Conclusiones

Desde 2011 se aprecia un importante descenso en la sequedad de los fangos, que corresponde con un marcado ascenso de los sólidos volátiles. Las temperaturas de los digestores por su parte, son más algo más bajas que en años anteriores, coincidiendo con la disminución en los porcentajes de sequedad. Por tanto el proceso llevado a cabo en los digestores puede influir (al menos en parte) en el proceso de sequedad de los fangos al aumentar los sólidos volátiles.

Esta evolución de disminución de la sequedad, podía deberse también a un aumento de la carga de volátiles entrante en el proceso. En la posterior tabla se recogen los datos de cargas para el periodo de estudio:

Año	Carga Volátiles (Kg SV/año)	Carga Volátiles (Kg SV/día)
2010	5913750	16200
2011	5934564	16259
2012	7258878*	19833**

*** El dato mostrado para 2012 corresponde con la media diaria del periodo (enero-mayo) por lo que la media diaria calculada puede no corresponder con la media real anual si se tomaran los 12 meses del año, y este dato podría verse disminuido.*

** El dato mostrado para 2012 corresponde con la media anual extrapolada del periodo (enero-mayo).*

Se aprecia un aumento considerable de carga volátil a la entrada del proceso en el presente año con respecto a los anteriores donde los valores son bastante similares. No obstante estos datos se han extrapolado a partir de las medias diarias de los primeros cinco meses de este año, por lo que no se puede confirmar que coincidan con la media definitiva que se obtendrá a finales de año con los datos diarios de todo el año, donde los valores medios pueden verse disminuidos frente a los obtenidos.

Por tanto se intuye el aumento de la entrada carga volátil a tratamiento pero no se puede confirmar aún que la sequedad esté relacionada con este incremento por no disponer de datos cotejados.

Se puede intuir tras el análisis de los datos anteriores (especialmente de temperaturas) que además de un posible aumento de carga volátil en el proceso, pueda existir algún problema relacionado con el proceso anaerobio de los digestores.

3. CONTROL DE DATOS ANALÍTICOS Y DE PRODUCCIÓN

El registro de datos y su tratamiento constituyen una herramienta clave para el buen funcionamiento y optimización de procesos e instalaciones.

El control de datos analíticos y de producción llevado a cabo, se ha realizado por medio de diferentes bases de datos de las que dispone la EDAR.

Los datos registrados y analizados se pueden englobar en dos grupos: *datos de producción y energía*, y *datos analíticos*:

- ❖ Datos de producción y energía:
 - Datos energéticos.
 - Datos consumos de polielectrolito.
 - Datos de motogeneración y producción de biogás.

- ❖ Datos analíticos:
 - Línea de fangos.
 - Línea de aguas.

Las bases de datos con las que se ha trabajado, son fundamentalmente de tipo Excel, aunque también se ha empleado Access y aplicaciones propias del sistema informático de la red de Aguas de Valladolid.

Los datos relacionados con producción, consumos y energía han sido almacenados en diferentes bases de datos Excel ya existentes y otras de creación nueva durante el periodo de prácticas, que permitían controlar los diferentes procesos. Se han recogido los siguientes parámetros y características:

- Energía: Energía consumida en el pozo de llegada y turbos, energía importada (cogeneración y biogás), energía exportada (cogeneración y biogás al igual que en el caso anterior). Se registra en todos los casos tanto energía activa como reactiva.

Los datos energéticos son completados además con una aplicación informática denominada *Zivercom*. Se trata de un software que permite la recogida de datos energéticos de los contadores de energía de las principales instalaciones (acometida, biogás, cogeneración y cuarto-horaria) y permiten completar la base de datos Excel de energía en los periodos de fin de semana cuando los operarios de la planta no recogen los datos de manera manual.

- Consumos de polielectrolito: Consumo de polielectrolito (Kg) para espesado y deshidratación, fango de entrada a espesado y a deshidratación y consumo de polielectrolito para ambos procesos.

- Motogeneración y producción de biogás:
 - Motogeneración: Total de horas en funcionamiento de la semana de motogeneración, contador de energía, energía generada, potencia media, horas/día, energía/eliminación SV.
 - Biogás: Sólidos totales y sólidos volátiles, eliminación de SV, SV/ST, producción de biogás y Energía generada (biogás).

En el caso de los datos analíticos, se han registrado los siguientes parámetros:

- Línea de aguas: pH, conductividad, turbidez, alcalinidad, detergentes, grasas, nitrógeno total, NKT, nitritos, nitratos, amonio, ST,SV, SSV, DBO5,DQO, fósforo total, sulfatos y metales.

Se ha empleado la aplicación informática “LIMS”- “*Sampled Management*” donde se almacenan los datos de laboratorio de análisis de aguas de muestras de la depuradora llevados a cabo en el laboratorio de la Planta potabilizadora de aguas de las Eras. Después, los datos son extraídos en un Excel para su almacenamiento.

- Línea de fangos: Temperatura de los digestores anaerobios, caudal de fangos de entrada, sequedad de fangos y sólidos volátiles.

Los datos son almacenados en la *Base de datos (EDAR)*: Archivo tipo Access, donde se almacenan los datos analizados en el laboratorio de la EDAR en relación a la línea de fangos

En la base de datos EDAR, se almacenan además todos los datos relacionados con la explotación de la planta, incluyendo: línea de aguas (procedentes del programa LIMS), línea de gas, y datos energéticos y de producción almacenados con anterioridad en otras bases de datos y aplicaciones. La aplicación permite la consulta de datos y la elaboración de informes de las diferentes materias.

4. COLABORACIONES EN PREVENCIÓN EN RIESGOS LABORALES, MANTENIMIENTO Y GESTIÓN AMBIENTAL.

A. PREVENCIÓN EN RIESGOS LABORALES Y SEGURIDAD LABORAL

La Prevención en Riesgos Laborales, y especialmente la Seguridad y Salud Laboral es un aspecto prioritario en el desarrollo de las actividades de la empresa, por lo que Aguas de Valladolid mantiene contratado su servicio de Prevención con Mutua Fraternidad-Muprespa (servicio de prevención ajeno).

No obstante, y con el fin de implementar de manera continua la política de Seguridad y Salud Laboral de la empresa, se realizan en el contexto de la propia instalación, actividades relacionadas con esta materia integrándola con el resto de áreas de la empresa.

Una de las actividades principales desarrolladas a lo largo de las prácticas fue la de asistir y colaborar en una serie de reuniones semanales, en las que el jefe de planta reunía a un número limitado de trabajadores (cinco o seis, en función de las personas que formaran el turno de ese momento) para tratar cuestiones relacionadas con la Salud y Seguridad Laboral. De tal modo que al rotar los turnos semanalmente todos los trabajadores participen en ellas.

En estas reuniones se hacía participe a los empleados de diferentes aspectos relacionados con la PRL, entre ellos:

- ❖ Nuevos aspectos en materia de prevención, reglamentaciones, normativas, recomendaciones, u otros aspectos relacionados con el servicio de prevención ajeno contratado.
- ❖ Observaciones que se hayan realizado con anterioridad o incidencias menores que se deban corregir para evitar futuras incidencias mayores o accidentes.
- ❖ Proporcionar a los empleados de una mayor información y documentación en esta materia, medidas de seguridad, vestuario adecuado...
- ❖ Fomentar a los trabajadores para que aporten nuevas ideas, observaciones y sugerencias que mejoren el sistema de prevención y aporten una mayor seguridad en sus actividades cotidianas.
- ❖ Comprobar que cada uno de los trabajadores dispone de todos los medios materiales (entre ellos EPI) necesarios para desarrollar sus tareas con la seguridad adecuada.

Todos los miembros de la organización están cada vez más involucrados en el cumplimiento de la normativa de seguridad y salud en el trabajo. Estas reuniones semanales son solo un ejemplo más de la integración de esta materia en todos los procesos de la actividad laboral.

B. ÁREA DE MANTENIMIENTO

Las operaciones de mantenimiento y su planificación constituyen un aspecto imprescindible para asegurar el óptimo funcionamiento de las instalaciones. Por ello, es necesario llevar a cabo una estricta planificación en las tareas de mantenimiento que se precisen realizar. A continuación se expone las principales tareas desarrolladas en el periodo de prácticas:

- Planificación de las tareas de mantenimiento semanales:

El proceso consiste en seleccionar de una base de datos anual las tareas a realizar en una determinada semana teniendo en cuenta la periodicidad correspondiente (trimestral, mensual, quincenal o semanal). La selección de las tareas semanales es transferida a una plantilla que posteriormente se imprimirá y que constituye el índice de tareas que se debe realizar dicha semana.

Después, se procede a seleccionar e imprimir las plantillas de cada una de las tareas que se deben realizar. Estas plantillas son entregadas a los operarios encargados de las tareas de mantenimiento de la planta durante esos siete días.

La semana siguiente las hojas con cada una de las tareas realizadas son entregadas, rellenas y firmadas por los operarios, y en ellas se reflejan las actividades realizadas y las posibles incidencias observadas.

Es imprescindible recoger toda esta información por escrito en la hoja índice, junto con todas las incidencias surgidas y el tiempo empleado en el mantenimiento de cada equipo, para establecer un control exhaustivo de estas actividades, y solventar aquellas incidencias que se hayan podido darse en la semana. Después se entregará al jefe de mantenimiento de la EDAR, para su revisión e implantación de posibles medidas correctoras.

- Reglamentaciones de equipos a presión

El área de mantenimiento viene preparando desde hace varios meses un documento (resumen) y una base de datos que recojan los detalles de la normativa aplicable a los equipos a presión de los que dispone la EDAR.

Aunque el documento-resumen, recoge la normativa de manera general, la base de datos creada pretende centrarse en los artículos y anexos más importantes de la nueva reglamentación (*RD 2060/2008 Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias*) fundamentalmente en cuanto a revisiones y mantenimiento de los equipos aplicable.

Se disponía de una base de datos aplicable a esta materia pero anterior al reglamento del año 2008, por lo que no se incluían en ella todos los requisitos que marca la actual reglamentación, de ahí la necesidad de la creación de una nueva base de datos. Se ha procedido a analizar la base de de datos iniciada por el departamento, prestando

especial atención a la periodicidad necesaria de las revisiones, instrucciones técnicas, y otros requerimientos legislativos, que son los principales puntos que recoge la base de datos.

La base de datos anterior recogía los siguientes aspectos: Tipo de instalación, equipo, clasificación del equipo, potencia de diseño, tipo de fluido, grupo de clasificación de fluido, presión de diseño, volumen, grupo (categoría), periodicidad de inspecciones, fecha última inspección y fecha de la siguiente inspección, años de revisión.

Conforme a la nueva legislación se añadieron algunos campos considerados importantes para mejorar la base de datos, como fueron el caso de:

- Añadir junto al TIPO de equipo, un SUBTIPO (en algunos casos puede ser necesario para marcar algún tipo de diferenciación en los equipos)
- Incluir el nombre del FABRICANTE del equipo (requerido por el reglamento para las futuras inspecciones)
- El reglamento recoge que debe de estar identificada la fecha de la PRIMERA PRUEBA del equipo llevada a cabo, siendo también válida la de instalación o última certificación.
- Incluir varios años, marcando el tipo de inspección, en función del tipo de periodicidad, que le corresponde a cada equipo.

No obstante, no se pudo ampliar más en esta materia debido a la falta de tiempo por finalización del periodo de prácticas, por lo que la base de datos seguirá siendo ampliada e implementada por el área de mantenimiento en lo sucesivo.

C. GESTIÓN AMBIENTAL

Se realizaron colaboraciones en materia de gestión ambiental. La principal actividad desarrollada fue la del reconocimiento de instalaciones de la planta con el fin de cerciorarse de que determinados aspectos de tipo ambiental se estaban cumpliendo de acuerdo a la normativa ISO 14001.

Entre los aspectos ambientales de mayor importancia a tener en cuenta en las instalaciones fue la de confirmar que los reactivos/productos químicos empleados en los diferentes procesos de tratamiento tuvieran en el lugar de almacenamiento y uso: la ficha de seguridad del producto, la ficha con sus características, un cartel señalizador en buen estado con el nombre del producto y una correcta colocación y almacenamiento.

Otras actividades realizadas fueron la de asegurar la correcta segregación de residuos peligrosos y los envases vacíos que los pudieran contener con anterioridad; o la de no permitir depositar envases que contuvieron este tipo de residuos directamente el suelo, sino depositarlos dentro de un bidón para evitar posibles derrames o problemas similares.

JUICIO CRÍTICO

Las actividades realizadas a lo largo del periodo de prácticas en la Estación depuradora de aguas residuales me han permitido desarrollar y aplicar conocimientos adquiridos con anterioridad a lo largo de mi formación académica.

A pesar de haber llevado a cabo tareas muy diferentes entre sí, todas y cada una de ellas han estado relacionadas con materias tratadas en el máster durante el presente año, lo que me ha permitido llevar a la práctica los conocimientos asimilados de manera teórica meses atrás. El hecho de conocer in-situ las instalaciones de la depuradora y conocer sus procesos, permite alcanzar un nivel de detalle mucho mayor en la materia que la mera enseñanza teórica.

Las tareas llevadas a cabo en prevención (seguridad laboral) y en gestión ambiental, me han permitido aplicar los conocimientos teóricos en la planta, viendo las principales problemáticas que se dan en este tipo de instalaciones. Los reconocimientos diarios llevados a cabo en la planta observando las instalaciones, las tareas realizadas en relación al mantenimiento, los análisis en el laboratorio y el tratamiento de datos analíticos y de producción me ha ayudado a adquirir una visión integrada de la planta, en la que cada uno de los procesos están interconectados.

Los estudios realizados en relación al seguimiento y optimización de procesos, me ha permitido obtener una serie de conclusiones de los procesos, tal y como se ha expuesto con anterioridad, pero también extraer una serie de ideas que podrían desarrollarse e implementarse en un futuro. Algunos ejemplos son los que se exponen a continuación:

- En referencia a la prueba de sonda y sustitución del canal parshall, se podrían realizar de nuevo pruebas con la sonda para corroborar su buen funcionamiento. Además se podrían comparar los caudales de entrada a pretratamiento de la sonda y los de salida de depuración (teniendo en cuenta el desfase temporal por el tratamiento).
- En relación a la evolución de la sequedad de los fangos actual, podrían desarrollarse diferentes aspectos: Confirmar y ampliar el estudio de la posibilidad del aumento de la carga volátil a la entrada del proceso de digestión, ampliar el estudio de las características de la digestión anaerobia y analizar detalladamente la evolución de la producción de biogás.

Esta última actividad y objetivo principal de la práctica, es la que me ha permitido aplicar la mayor parte de mis conocimientos y la que me ha exigido ampliarlos más, desarrollando mi formación especialmente en aspectos como la ingeniería química, hidráulica, etapas biológicas y los propios procesos de gestión de aguas.

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Aguas de Valladolid.S.A. *“Estación depuradora de Aguas Residuales de Valladolid: Programa Conoce tu ciudad”*. En colaboración con el Ayuntamiento de Valladolid.
- ❖ Aguas de Valladolid.S.A. *“Manual: Plan de explotación de la Estación depuradora de aguas residuales de Valladolid”*. 3ª Revisión. Preparado por Beatriz Rodríguez Gutiérrez. Aprobado por José Antonio del Rey Martín. Noviembre de 2010.
- ❖ Aguas de Valladolid.S.A. *“Plan Director de Saneamiento y Depuración de Valladolid”*. En colaboración con el Ayuntamiento de Valladolid.
- ❖ Chemipol, S.A. Departamento Técnico Comercial. *“Boletín técnico de Polielectrolito - floculante: Chemifloc-CV/625”*
- ❖ Chemipol, S.A. Departamento Técnico Comercial. *“Informe Técnico de control de equipos de preparación e informe de ensayos en la EDAR de Valladolid.”* 2008.

Bibliografía web:

- ❖ Aguas de Valladolid: www.aguasdevalladolid.com
- ❖ Aquagest: www.aquagest.es
- ❖ Agbar: www.agbar.es
- ❖ Mejoras energéticas: www.mejoras-energeticas.com
- ❖ Chemipol: http://www.chemipol.com/scripts/web/home_c.php

Documentación fotográfica:

- ❖ Archivo fotográfico de la EDAR de Valladolid. Aguas de Valladolid 2008.
- ❖ Imágenes propias, captadas entre el 14 de Mayo y el 26 de Junio de 2012, en las instalaciones de la depuradora.

ANEXOS

- ANEXO I: DIAGRAMAS DE LÍNEAS DE AGUA, FANGO Y GAS DE LA E.D.A.R
- ANEXO II: EVOLUCIÓN DE CAUDAL CON RESPECTO AL NIVEL DE BOMBEO
(EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO)
- ANEXO III: INFORME TÉCNICO DE CONTROL DE EQUIPO DE PREPARACIÓN
Y CONSUMO DE POLIELECTROLITO
- ANEXO IV: GRÁFICOS DE LA EVOLUCIÓN SEQUEDAD DE FANGOS

ANEXO I: DIAGRAMAS DE LAS LÍNEAS DE AGUA, FANGO Y GAS DE LA E.D.A.R

Figura 1.1. Diagrama LINEA DE AGUA

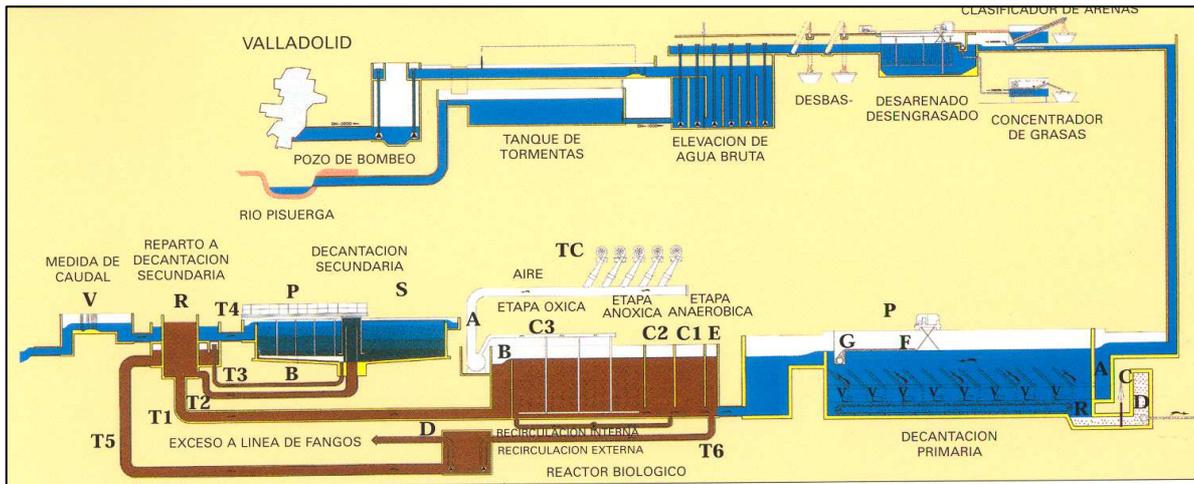
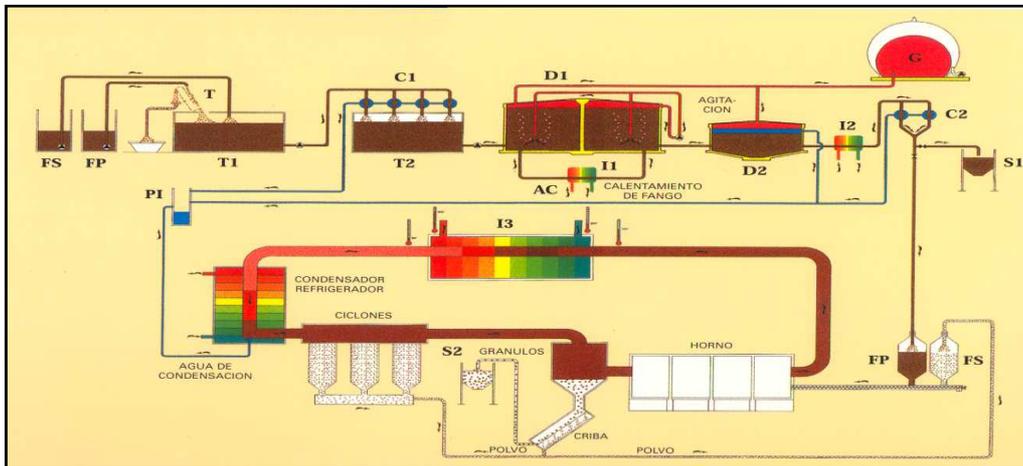
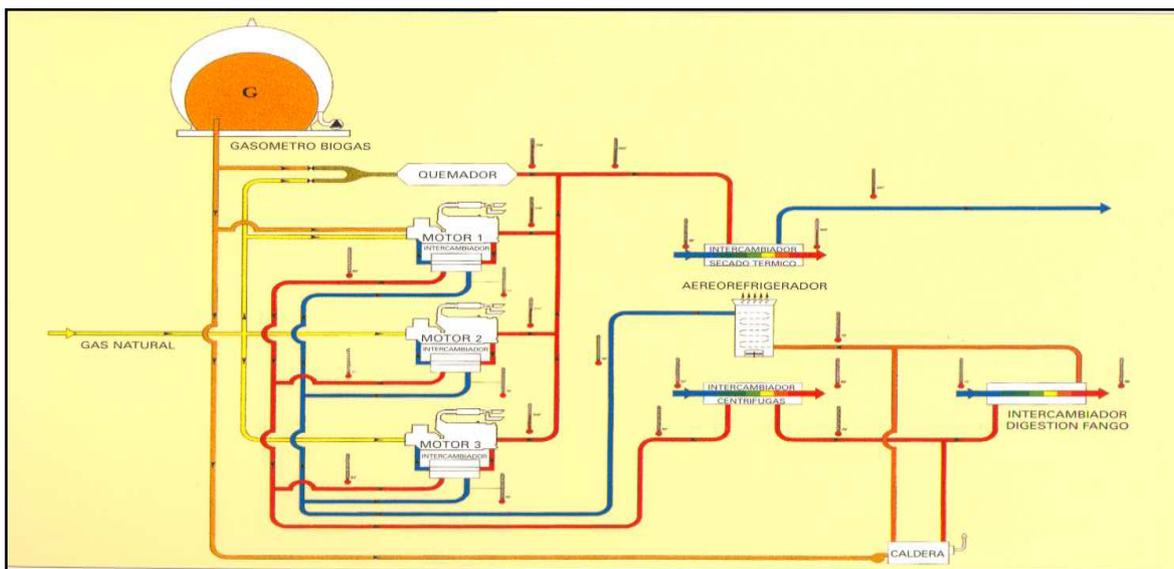


Figura 1.2. Diagrama LINEA DE FANGO



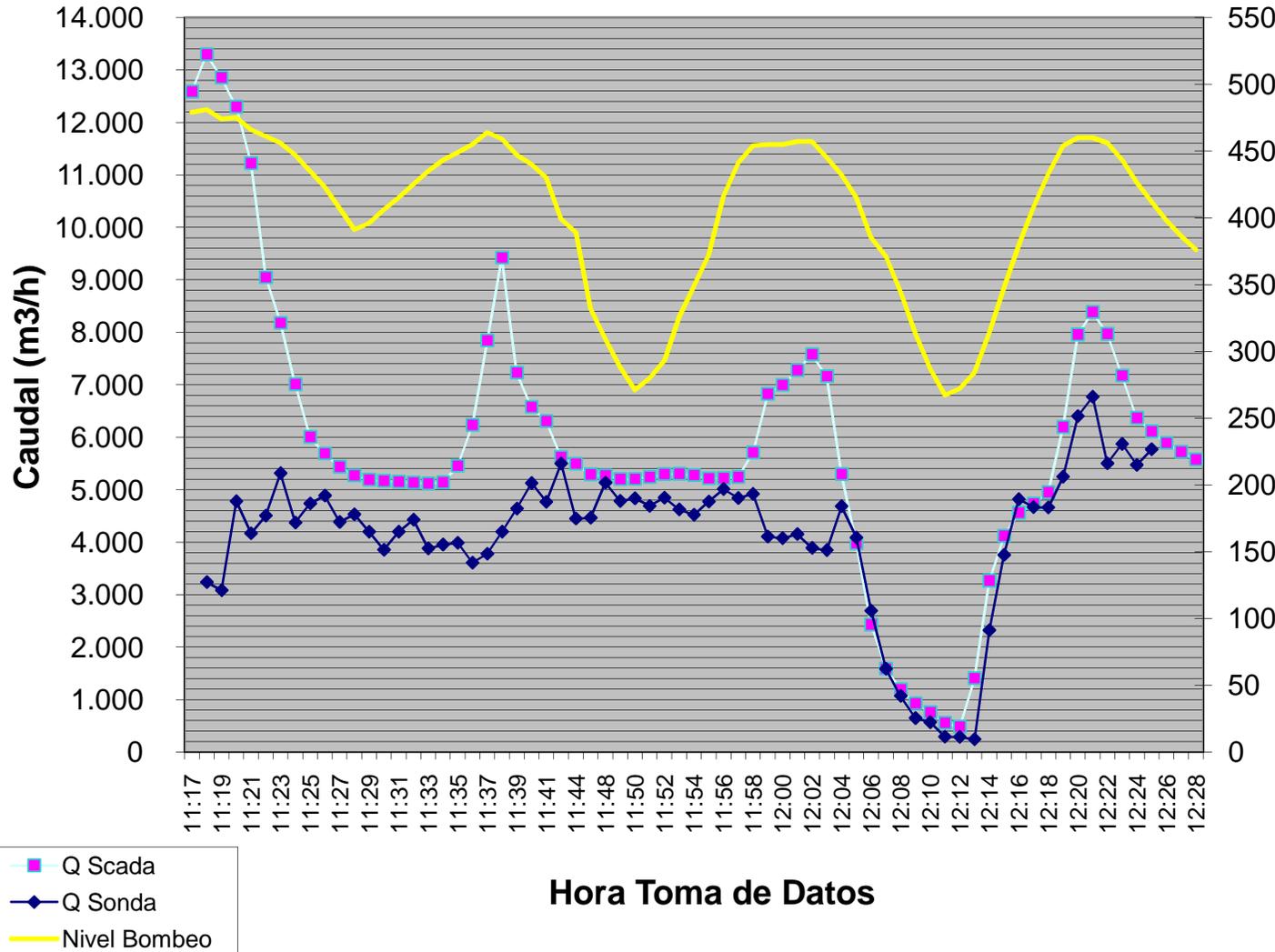
FP	Fango primario
FB	Fango biológico
C1	Cent. Espesado
C2	Cent. Deshidratación
PT	Pozo cabecera
D1	Digestores 1º
I1/I2	Calentamiento fango
I3	Intercambiador calor
D2	Digestores 2º
S2	Silo exterior
FD	Fango digerido
FSR	Fango seco recirculado

Figura 1.3. Diagrama LINEA DE GAS



ANEXO II: EVOLUCIÓN DE CAUDAL CON RESPECTO AL NIVEL DE BOMBEO (EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO)

VARIACIONES DE CAUDAL- NIVEL BOMBEO



Hora	Q_sonda	Q_canal	Nivel	Hora	Q_sonda	Q_canal	Nivel
11:31	4.427	5.151	415	12:02	3.845	7.580	457
11:32	3.880	5.135	425	12:03	4.683	7.163	445
11:33	3.952	5.120	435	12:04	4.089	5.298	432
11:34	3.987	5.142	443	12:05	2.692	3.978	415
11:35	3.608	5.456	449	12:06	1.585	2.430	385
11:36	3.777	6.236	455	12:07	1.068	1.591	371
11:37	4.197	7.843	464	12:08	647	1.194	344
11:38	4.641	9.421	459	12:09	568	928	313
11:39	5.126	7.230	447	12:10	290	758	287
11:40	4.768	6.578	440	12:11	289	557	267
11:41	5.499	6.307	430	12:12	242	484	272
11:43	4.447	5.622	399	12:13	2.321	1.408	284
11:44	4.464	5.495	389	12:14	3.755	3.267	314
11:47	5.133	5.290	332	12:15	4.819	4.120	348
11:48	4.783	5.268	309	12:16	4.666	4.560	380
11:49	4.835	5.204	288	12:17	4.660	4.733	408
11:50	4.690	5.205	271	12:18	5.246	4.953	433
11:51	4.848	5.243	280	12:19	6.403	6.194	454
11:52	4.623	5.298	293	12:20	6.772	7.956	460
11:53	4.521	5.302	326	12:21	5.502	8.388	460
11:54	4.775	5.278	349	12:22	5.874	7.970	456
11:55	5.012	5.217	372	12:23	5.473	7.173	443
11:56	4.841	5.221	416	12:24	5.770	6.368	426
11:57	4.919	5.243	441	12:25		6.110	412
11:58	4.106	5.711	454	12:26		5.891	398
11:59	4.075	6.825	455	12:27		5.720	386
12:00	4.152	6.996	455	12:28		5.576	376
12:01	3.889	7.278	457				

ANEXO III: INFORME TÉCNICO DE CONTROL DE EQUIPO DE PREPARACIÓN Y CONSUMO DE POLIELECTROLITO

INFORME TÉCNICO (Fecha: Junio de 2012)
Jessica Matas García

CONTROL EQUIPO DE PREPARACIÓN DE POLIELECTROLITO E INFORME DE ENSAYOS
E.D.A.R. VALLADOLID - AGUAS DE VALLADOLID
Días de las pruebas 28 Mayo-5 Junio 2012.

1. EQUIPO DE PREPARACIÓN Y MADURACIÓN DE POLIELECTROLITO

1. A PREPARACIÓN DEL FLOCULANTE.

Equipo AUTOFLOC 8590 (14399/2)
Graduación rotámetro agua preparación (l/h): 1.000 – 20000
Volumen compartimento de preparación (l): 2500
Volumen compartimento de maduración (l): 2500
Volumen compartimento de dosificación (l): 5000
Nº de agitadores: 3
Volumen efectivo total polipack (l): 10.000
(* Capacidad máximo de diseño polipack (l/h): 5.000
(* HRT 120 minutos de maduración

Caudal de agua de entrada: ROTAMETRO INDICACIÓN: 8.000 L/HORA
Frecuencia tornillo dosificador: 30.

Se da una variación de la dosificación del tornillo, dato medio muestras: 13,72 grs./sg.
Tiempo de dosificación cada ciclo: 10 minutos = 8232 gr. /ciclo
Caudal de agua de entrada por ciclo: 8000 l/hora tiempo 16 minutos: 2133 litros/ciclo.
Concentración preparación: $8232 / 2133 = 3.86$ g/litro



Figuras 3.1 y 3.2. Equipo de dosificación y preparación de polielectrolito.

1. B TRASVASE Y DILUCIÓN DEL FLOCULANTE.

Equipo de trasvase compuesto por dos bombas seepex de 2.000 litros/hora.
Caudal de dilución de agua es de 2000 litros/hora, el caudal de floculante preparado es de 3259 litros/hora. El caudal total de entrada a dilución es de 5259 litros/hora
Concentración final del floculante = $3.86 * 3259 / 5259 = 2,39$ g/litro



Figuras 3.3, 3.4 y 3.5. Contenedor de dilución de polielectrolito. Detalles del primer subcompartimento donde se introduce el caudal de polielectrolito concentrado y del último subcompartimento, zona de dosificación.

2. PRUEBAS EN CENTRÍFUGAS

Situación inicial:

Tres centrifugas trabajando con un caudal medio de entrada de 63.67 m³/h (21.88+20.98+20.81)

Datos de sequedad: (datos medios medidos en el laboratorio de la EDAR los días de las pruebas)

Nº Centrifuga	Caudal entrada medio	Ecurrido	% Sequedad
1	21,88 m ³ /h	Perfecto	20,53
2	20,98 m ³ /h	Perfecto	20,29
3	20,81 m ³ /h	Perfecto	19,83

Figura 3.6. Tabla datos de sequedad y caudal medio de las centrifugas de deshidratación.



Figura 3.7 y 3.8. Centrifugas de deshidratación. Detalle del punto de toma de muestras para sequedad.

3. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

CENTRÍGUGAS Y BOMBAS DE INYECCIÓN DE POLIELECTROLITO

En la situación de caudal medio (63.67 m³/hora) las bombas de alimentación a la centrífuga nº 1 se encuentra al máximo del variador de frecuencia manual, la de la centrífuga nº 2 (con variador electrónico) se encuentra a 73.5 Hz (correspondiendo al 100%) y la centrífuga nº 3 (variador manual) se encuentra a -9 vueltas del 100%.

POLIELECTROLITO (PREPARACIÓN-DILUCIÓN)

Las bombas de trasvase del equipo de preparación de polielectrolito al de dilución trabajan por ciclos. Durante 12 minutos trabajan en el trasvase, posteriormente paran 3 minutos. (Ciclos de 15 minutos).

El caudal máximo de trasvase de floculante es de 3259 litros/hora y el caudal de trasvase real en el momento que alimentamos 63.67 m³/hora de fangos es de 2564 litros/hora. (a una concentración de preparación de polielectrolito de 3.86 gramos/litro).

Una vez diluido, la concentración de salida del floculante es de 2,39 gramos/litro.

SEQUEDAD

La sequedad de las centrífugas no se ve modificada por las variaciones de caudal.

La centrífuga nº 3 da un valor por debajo de las otras dos, una de las posibilidades es que el floculante que la llega sea insuficiente, pero si esta fuese la causa también tendría que verse un empeoramiento del escurrido y esto no ocurre, por lo que se ha desechado esta posibilidad.

Con el fin de establecer la causa concreta de la de la disminución de sequedad de esta centrífuga, se ha optado por variar la frecuencia manual de la bomba de la centrífuga durante los días de las pruebas (cambiando a rangos de entre -8 vueltas y -10 vueltas).

- A “-10 vueltas” por regla general se obtienen peores resultados de sequedad.
- A “-9 y -8 vueltas” se obtienen mejores resultados, pero se aprecia una mayor sequedad a -9 vueltas, que es la frecuencia habitual.

A continuación se muestra una tabla con los principales resultados de sequedad de las centrífugas y la evolución al variar la frecuencia manual de la centrífuga nº 3.

<i>DIA</i>	<i>HORA</i>	<i>CENTR.</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>% ST</i>	<i>DIA</i>	<i>HORA</i>	<i>CENTR.</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>% ST</i>
28-may	12:00	1	100%	19,69	01-jun	12:00	1	100%	20,94
		2	73,5 Hz	20,39			2	73,5 Hz	20,79
		3	-9 vueltas	19,25			3	-8 vueltas	19,76
30-may	10:30	1	100%	20,30	04-jun	10:35	1	100%	20,45
		2	73,5 Hz	20,95			2	73,5 Hz	18,82
		3	-10 vueltas	19,50			3	-10 vueltas	19,18
31-may	10:30	1	100%	21,23	05-jun	11:00	1	100%	20,59
		2	73,5 Hz	20,69			2	73,5 Hz	20,07
		3	-9 vueltas	21,37			3	-10 vueltas	19,24
31-may	12:30	3	-8 vueltas	19,92	<i>(Día 29 Mayo. Centrífugas de deshidratación paradas)</i>				
		3	-9 vueltas	20,59	<i>(Días 2-3 Junio. No realizadas las pruebas. Fin de semana)</i>				

Figura 3.9. Tabla de datos de sequedad de las centrífugas. Evolución al variar la frecuencia manual de la centrífuga nº3.

Se puede intuir tras los datos obtenidos, que es posible que la disminución de la sequedad en la centrífuga nº 3 (en torno al 1% menos de sequedad frente a las otras dos centrífugas), sea debido a problemas mecánicos de la propia centrífuga, y no de la bomba que la alimenta o del floculante dosificado.

BALANCE GENERAL

Al no disponer de medidor de caudal en las bombas de floculante a centrifugas no se puede establecer un balance para cada centrífuga, realizando un balance del conjunto:

BALANCE	
Caudal fango entrada (m3/hora)	63,67
Concentración fango entrada (Kg/m3)	19,83
Materia sólida entrada (Kg/h)	1262
Consumo de floculante (Kg/h)	9.89
Rendimiento floculante (Kg floculante/Tn materia seca)	7.84

Figura 3.10. Balance general de consumo de polielectrolito

$$\text{Materia sólida de entrada (kg/h)} = 63.67 * 19.83 = 1262$$

$$\text{Consumo floculante (Kg/h)} = 2564 * 3.86 = 9.89$$

$$\text{RENDIMIENTO floculante} = 7.84 \text{ KGS floculante} / \text{TN materia sólida}$$

4. COMPARATIVA CON INFORME DE 2008

A continuación se muestra una tabla-resumen con los diferentes resultados obtenidos en los informes de 2012 y 2008.

COMPARATIVA DE RESULTADOS	2012	2008
PREPARACIÓN FLOCULANTE		
Caudal de agua entrada (l/h)	8000	8000
Frecuencia del tornillo dosificador	30	30
Dosificación polielectrolito (g/s)	13,72	13,25
Dosificación poli. ciclo (g/ciclo) (dosificación poli = ciclo 10 min)	8232	7950
Caudal entrada por ciclo (l/ciclo) (dosificación agua= ciclo 16 min)	2133	2133
Concentración de preparación de Polielectrolito	3,86	3,73
CAUDALES DILUCIÓN		
Caudal de entrada a dilución (caudal de agua) (l/h)	2.000	3.000
Caudal de entrada a dilución de poli preparado(l/h)	3.259	3.900
Caudal de entrada total a dilución(l/h)	5.259	6.900
Tiempo de alimentación de agua y polielectrolito (min.)	11	18
Tiempo de parada (min.)	3	3
Caudal entrada a dilución DE POLI (REAL=48 Min. /1 hora)	2.564	3.340
CONCENTRACIONES DE POLI		
Concentración de preparación de POLI inicial (g/l)	3,86	3,73
Concentración final de del floculante (diluido) (g/l)	2.39	2,11
BALANCE GENERAL		
Caudal fango entrada (m3/hora)	63,67	73,30
Concentración fango entrada (Kg/m3)	19,83	23,50
Materia sólida entrada (Kg/h)	1262,42	1722,55
Consumo de floculante (g/h)	9890	12458
Rendimiento floculante (Kg floculante/Tn materia seca)	7,84	7,23

Figura 3.11. Comparativa de resultados de los informes de 2012 y 2008.

ANEXO IV: GRÁFICOS EVOLUCIÓN SEQUEDAD DE FANGOS

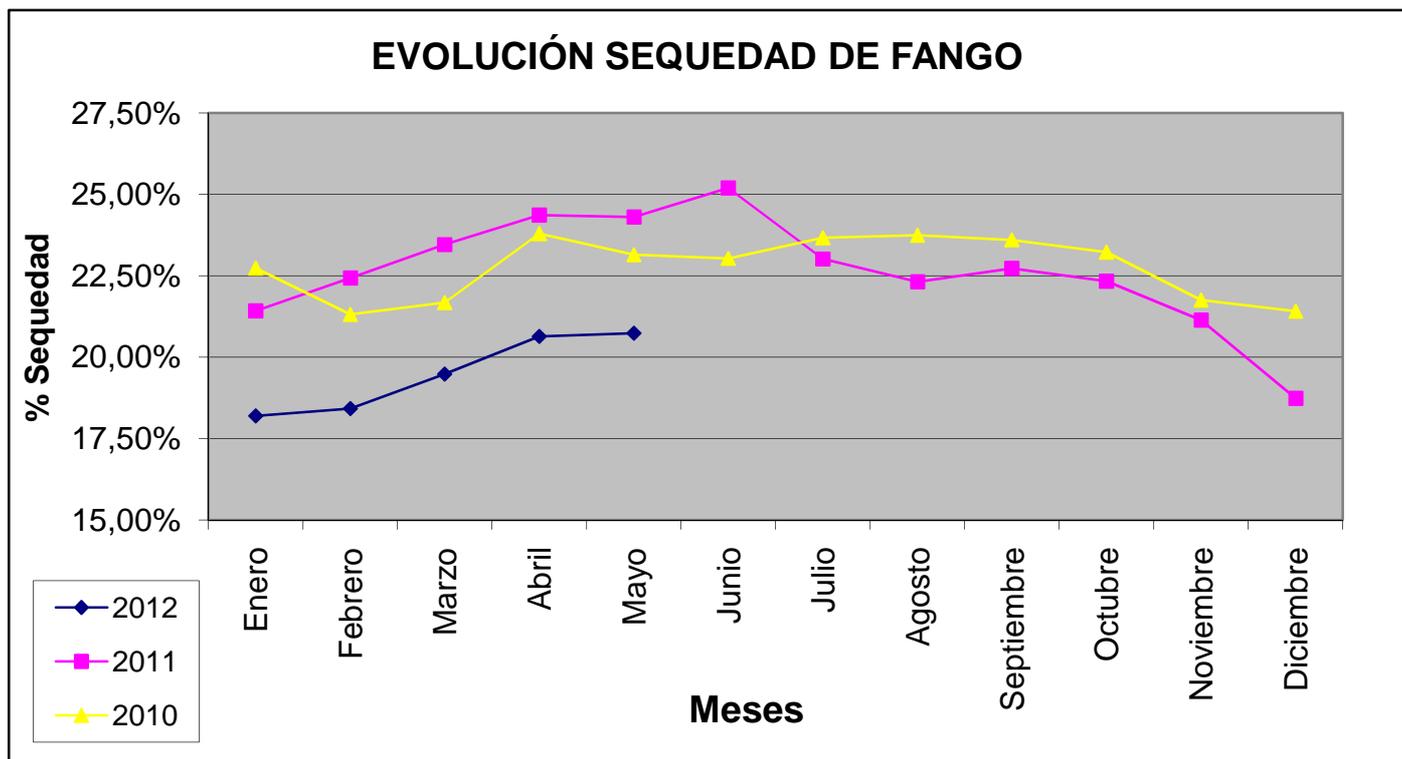


Figura 4.1. Evolución de la sequedad de fango anual (Comparativa 2010, 2011 y 2012)

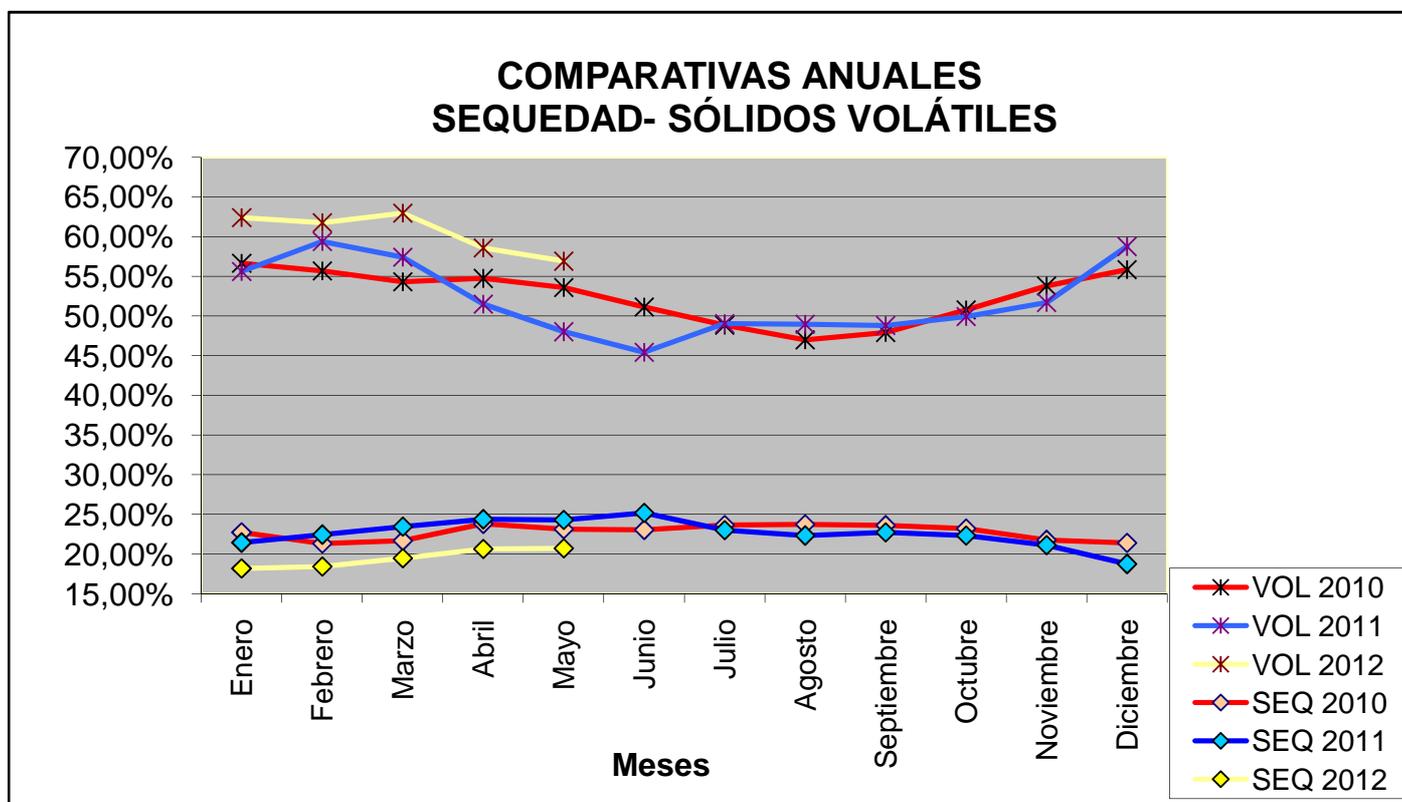


Figura 4.2. Evolución de la sequedad de fango frente a la evolución de Sólidos Volátiles (Comparativa 2010, 2011 y 2012)

EVOLUCIÓN SEQUEDAD - VOLÁTILES- TEMPERATURA

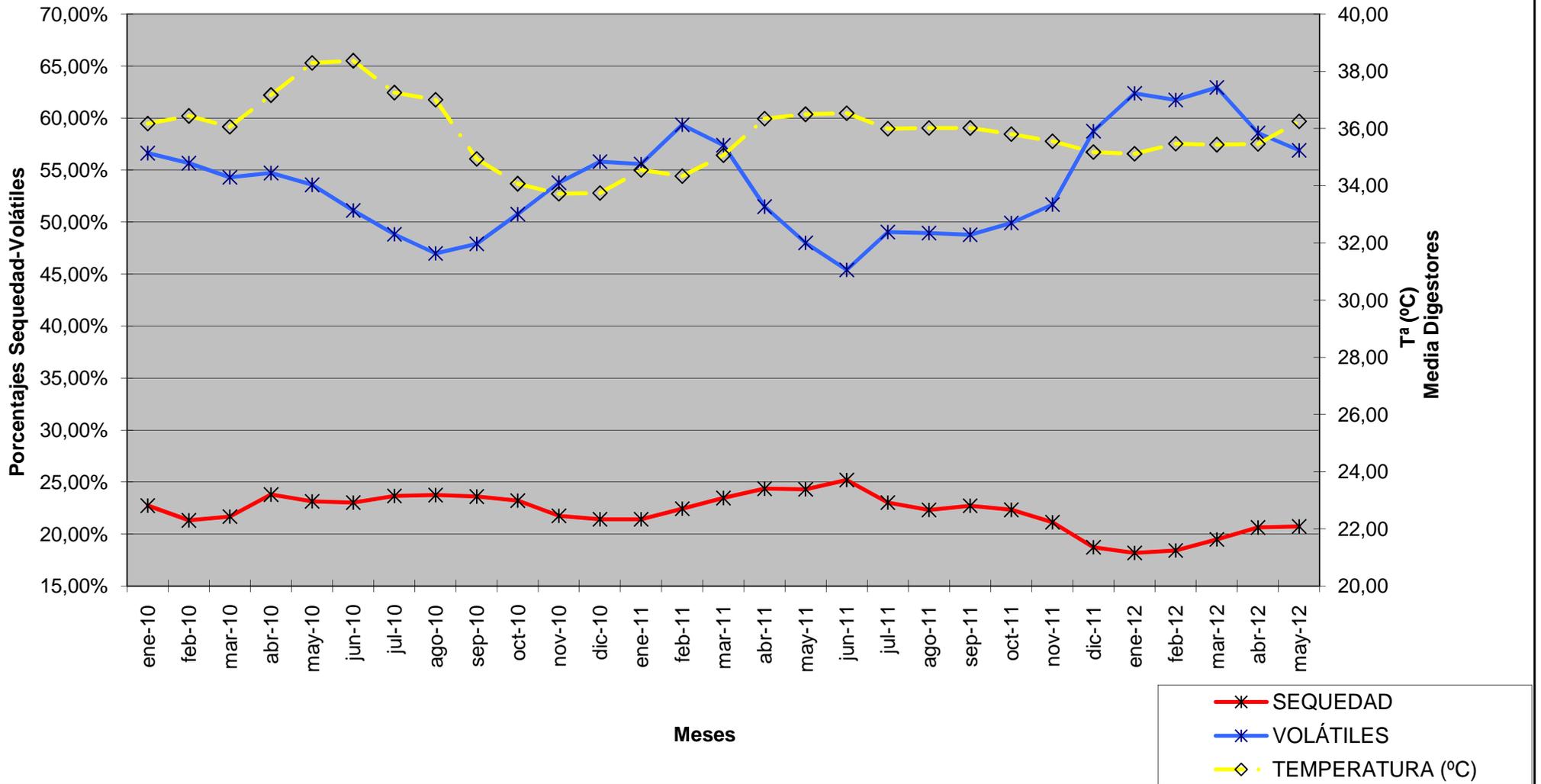


Figura 4.3. Evolución de la sequedad de fango frente a la evolución de Sólidos Volátiles y Temperatura media de los digestores anaerobios (Comparativa 2010, 2011 y 2011)