

EXPEDIENTE ACLM/M/SE/083/15

**ESTUDIO PARA LA ELIMINACIÓN DE SULFHÍDRICO
EN LAS ESTACIONES DEPURADORAS
DE AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA 3 DE
CASTILLA-LA MANCHA.**



Septiembre de 2.016

**ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO.
(Albacete)**

REDACCIÓN DEL DOCUMENTO ESTUDIO.

ÍNDICE DEL ESTUDIO.

1. OBJETO.	2
2. ANTECEDENTES.	2
3. ALCANCE DEL ESTUDIO.	2
4. NORMAS Y REFERENCIAS.	3
5. ÁMBITO, CONTENIDO Y METAS BÁSICAS DEL ESTUDIO.	6
6. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EDAR EN ESTUDIO.	8
6.1. ESTADO ACTUAL.	8
6.2. PROBLEMÁTICA DE LA EDAR DE MONTEALEGRE.	8
7. BASES DE PARTIDA.	10
7.1. VOLÚMENES DE DISEÑO.	10
7.2. CARACTERÍSTICAS DEL H2S.	11
7.3. RESULTADOS PREVISTOS.	11
8. CONDICIONANTES DE LAS ACTUACIONES A EJECUTAR.	13
8.1. EMPLAZAMIENTO.	13
8.2. CONDICIONANTES Y AFECCIONES A LA PLANTA.	13
9. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.	14
9.1. VOLÚMENES DE CÁLCULO.	14
9.2. EQUIPO PROPUESTO.	14
9.3. TUBERÍAS DE EXTRACCIÓN.	14
9.4. SISTEMA DE DETECCIÓN.	15
9.5. SELLADO DE ARQUETA DE VERTIDOS.	15
10. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.	16
11. REPORTAJE FOTOGRÁFICO.	18
12. PLANOS.	22
13. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS A INSTALAR.	23
14. PLAZOS DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA	25
15. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS.	26

1. OBJETO.

En el presente documento estudio se definen la totalidad de las actuaciones precisas para la ejecución y puesta en servicio de los trabajos de **“ELIMINACIÓN DE SULFHÍDRICO EN LAS ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA 3 DE CASTILLA LA MANCHA. ACLM/M/SE/083/15**

2. ANTECEDENTES.

Con fecha 9 de Noviembre de 2.015, la Agencia del Agua de Castilla-La Mancha, aprueba el gasto de contrato menor cuyo objeto es: **“SERVICIOS PARA LA REALIZACIÓN DE UN ESTUDIO PARA LA ELIMINACIÓN DE SULFHÍDRICO EN LAS ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA 3 DE CASTILLA-LA MANCHA”** número de expediente ACLM/M/SE/083/15, a la empresa **SYAT, S.L.** cuyo contenido es desarrollado en el presente documento.

Al citado contrato corresponden los trabajos que nos ocupan particularmente en este estudio referidos a la **E.D.A.R. MONTEALEGRE DEL CASTILLO. (Albacete).**

3. ALCANCE DEL ESTUDIO.

Se definen las obras necesarias a nivel de estudio, siendo los principales elementos que lo conforman:

- Sistema de detección de ácido sulfhídrico. (H₂S).
- Sistema de extracción de ácido sulfhídrico. (H₂S).

El presente estudio define con claridad los procesos necesarios, para cumplir con los objetivos expuestos en el apartado anterior, pretendiendo realizar una instalación que sea coherente con las metas básicas de este estudio y que se puedan resumir en:

- Buena relación coste/calidad.
- Introducción de técnicas experimentadas con resultados óptimos.
- Establecer el equilibrio entre costes de primera inversión y los de mantenimiento.
- Facilitar la explotación y mantenimiento de la instalación.
- Reducir los costes de mantenimiento.
- Ofrecer un aspecto estético y agradable de la instalación.

4. NORMAS Y REFERENCIAS.

Se contemplan, a continuación como resumen de las más importantes, el conjunto de disposiciones legales (leyes, reglamentos, etc.) y las normas que se han tenido en cuenta para la realización del presente estudio.

- Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público (R.D. 3/2011, de 14 de Noviembre).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1403/1986 sobre el estudio de seguridad e higiene en el trabajo.
- R.D. 374/2001, sobre la “Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo” indica en el apartado 5 del artículo 3 que “la evaluación de riesgos derivados de la exposición por inhalación a un agente químico peligroso deberá incluir la medición de las concentraciones del agente en el aire, en la zona de respiración del trabajador, y su posterior comparación con el valor límite ambiental que corresponda”. También se menciona que los procedimientos de medida a utilizar se establecerán siguiendo la normativa específica que sea de aplicación, incluyendo aquella relativa a los requisitos exigibles a los instrumentos de medida, y que en todo caso se utilizarán métodos validados que proporcionen resultados con el grado de fiabilidad requerido.
- Norma UNE-EN 482:2012 “Requisitos generales de los procedimientos de medida” indica que las mediciones cuyo objeto es la comparación con los valores límite de exposición profesional son aquellas que proporcionan información exacta y fiable sobre la concentración media ponderada en el tiempo de un agente químico específico en el aire que puede ser inhalado, o bien permiten su predicción. Los requisitos más resaltables recogidos en esta norma, exigibles a los métodos de toma de muestra y análisis para este tipo de determinaciones se resumen en:
 - ✓ El intervalo de medida del método incluirá, en todos los casos, el valor límite ambiental (VLA) correspondiente. En el caso de los valores límite de exposición diaria (VLA-ED) deberá extenderse al menos de 0,1 VLA-ED a 2 VLA-ED. En cuanto a los valores límite de corta duración (VLA-EC), el intervalo de medida se extenderá al menos de 0,5 VLA-EC a 2 VLA-EC.

- ✓ El tiempo de muestreo debe ser menor o igual que el periodo de referencia del valor límite, para aquellos métodos de medida cuyos resultados tienen por objeto la comparación con los valores límite.
- ✓ La incertidumbre expandida debe situarse entre los límites especificados en la norma UNE-EN 482:2012: “La incertidumbre expandida debe ser $\leq 30\%$ ($\leq 50\%$ en el caso de mezclas de partículas en suspensión en el aire y de vapores) para el intervalo de 0,5 VLA-ED a 2 VLA-ED y $\leq 50\%$ para el intervalo de 0,1 VLA-ED a 0,5 VLA-ED” en el caso de los valores límite de exposición diaria. En el caso de los valores límite de corta duración, “la incertidumbre expandida debe ser $\leq 50\%$ para el intervalo de 0,5 VLA-EC a 2 VLA-EC”.
- Norma UNE-EN 482 indica que el método debería cumplir, de forma general, las normas europeas específicas elaboradas por el Comité Técnico 137 de CEN (Comité Europeo de Normalización) “Evaluación de la exposición en los lugares de trabajo” relativas a los requisitos exigibles a los procedimientos y equipos de medida utilizados en la toma de muestra y el análisis. Todas estas normas han sido adoptadas como normas españolas:
 - ✓ En todos aquellos métodos que utilicen sistemas de muestreo activo, las bombas de muestreo personal cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN 1232, y en el caso de las bombas para caudales superiores a 5 l/min, lo establecido en la norma UNE-EN 12919.
 - ✓ Los métodos para la determinación de gases y vapores presentes en la atmósfera de trabajo cumplirán además la UNE-EN 1076, si utilizan tubos adsorbentes o la UNE-EN 838, si utilizan muestreadores pasivos por difusión.
 - ✓ Los métodos para la determinación de agentes químicos presentes en la atmósfera como materia particulada y que requieran de selectores de tamaños para la toma de muestra tendrán en cuenta las normas UNE-EN 481 y UNE-EN 13205.

- ✓ Los procedimientos para la determinación de metales y metaloides deberán observar además los requisitos de la norma UNE-EN 13890. Es de gran importancia, a la hora de seleccionar un método, el que se tengan en cuenta las consideraciones expuestas.

Como consecuencia del “Mandato” de la Comisión de la UE al Comité Europeo de Normalización (CEN) en cumplimiento de lo establecido en la Directiva 98/24/EC de “Agentes Químicos”, sobre la necesidad de disponer de métodos normalizados para la medida y evaluación de las concentraciones en aire en los lugares de trabajo en relación con los límites de exposición profesional, se ha desarrollado el proyecto BC/CEN/ENTR/000/2002-16 - Analytical Methods for Chemical Agents.

Como resultado de este proyecto se dispone actualmente de una Guía de carácter no vinculante que contiene una selección de métodos de toma de muestras y análisis que cumplen total o parcialmente los requisitos recogidos en la norma europea EN 482.

5. ÁMBITO, CONTENIDO Y METAS BÁSICAS DEL ESTUDIO.

En las depuradoras de aguas residuales, como consecuencia de los diferentes tratamientos a los que se ven sometidas las aguas, se generan en diferentes puntos de la instalación, gases nocivos para el ser humano, que deben ser tratados para asegurar unas correctas condiciones de trabajo para los operarios que trabajan en estas plantas, Es por ello que existen diferentes sistemas de neutralización de gases según los diferentes contaminantes que se puedan registrar en este tipo de instalaciones.

La generación de estos gases está considerada como una forma específica de contaminación atmosférica. Uno de los compuestos más comunes y que mayores problemas causa es el **ácido sulfhídrico H₂S**, por tratarse de un gas corrosivo de olor desagradable y con un límite de detección excesivamente bajo. El ácido sulfhídrico va acompañado de otros compuestos fundamentalmente órgano sulfurados y amoníaco.

El presente estudio acomete la eliminación de ácido sulfhídrico en la EDAR de Montealegre del Castillo, mediante un sistema de aspiración por extractor y conductos de impulsión hasta un filtro de carbón EXISTENTE en la EDAR, donde se retiene las partículas contaminantes antes de enviar a la atmósfera. Además de ser una de las tecnologías más rentables es de las más respetuosas con el medio ambiente. También es necesario el sellado de las arquetas y conductos que comuniquen la sala con otras dependencias para evitar la transmisión de olores

Aparte del fin fundamental indicado para conseguir los resultados exigidos, se han considerado a la hora de diseñar y proyectar el presente proyecto como metas básicas las siguientes:

- Obtener un equilibrio en sentido técnico y económico que permita el funcionamiento óptimo de la instalación.
- Dar la solución idónea respecto a la línea adoptada, dimensionando en sentido amplio el sistema, para que puedan absorber las variaciones que pudieran presentarse sobre los parámetros básicos establecidos.
- Realizar una correcta distribución de los diversos elementos del sistema atendiendo: a la secuencia lógica del proceso, a las características de las instalaciones y a la obtención de una fácil y eficaz explotación, con unos gastos de mantenimiento reducidos.

- Dar una calidad a las instalaciones que nos permitan una relación calidad-precio que se ajuste a este tipo de actuaciones, atendiendo sobre todo al cometido que éstas van a desempeñar, y teniendo en cuenta la zona en la que se ubican las instalaciones.
- Dotar a las instalaciones de la flexibilidad suficiente para facilitar las maniobras de operación y mantenimiento.
- Proyectar las instalaciones de manera que forme un conjunto armónico, tanto en equipamiento como en acabado.

6. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EDAR EN ESTUDIO.

6.1. ESTADO ACTUAL.

Actualmente la población **Montealegre del Castillo** cuenta con una Estación Depuradora de Aguas Residuales, (EDAR), con los siguientes procesos:

- Pretratamiento compacto con desarenado – desengrasado.
- Tratamiento biológico mediante 1 reactor tipo carrusel.
- Recirculación de fangos y decantador secundario.
- Espesador de fangos por gravedad.
- Deshidratación mediante centrifugado.
- Tolla de fango deshidratado.

6.2. PROBLEMÁTICA DE LA EDAR DE MONTEALEGRE.

Tras varias visitas a las instalaciones y con la centrifuga en funcionamiento, se observa que existen varios puntos donde el analizador portátil de H₂S indicaba alguna pequeña concentración en puntos determinados tanto en la sala de deshidratación como salas adjuntas. Por lo que se hace recomendable la instalación de un sistema que extraiga directamente el H₂S producido en la centrifuga de fangos.

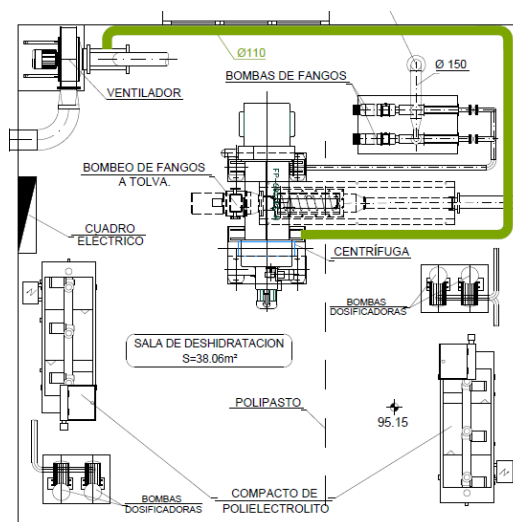
7. BASES DE PARTIDA.

Los datos adoptados como bases de partida, se han obtenido mediante el análisis, de la información recogida en la propia EDAR.

Cabe resaltar que la planta ya dispone de un sistema de extracción y eliminación de olores, mediante un torre de carbón activo para un caudal de 2.100 m³/h.

7.1. VOLÚMENES DE DISEÑO.

El principal punto de generación de H₂S, de la **EDAR de Montealegre del Castillo**, se localiza en el edificio de explotación, donde se encuentra el tratamiento de los fangos de la planta.



ZONA 3.- E.D.A.R. DE MONTEALEGRE. (Albacete)

CALCULO JUSTIFICATIVO DE LA INSTALACION

	Longitud	Anchora	Altura	Volumen	Nº de renova.	Volumen a renovar
Sala de deshidratación	8,30	6,00	4,00	199,20	10,00	1.992,00
Volumen total a desodorizar						1.992,00

Caudal del ventilador existente **2.100 m³/h**

7.2. CARACTERÍSTICAS DEL H₂S.

El ácido sulfhídrico o sulfuro de hidrógeno (H₂S) es un gas en disolución acuosa (es soluble en agua), más pesado que el aire. Es inflamable, incoloro, tóxico y odorífero (su olor es como el de la materia orgánica en descomposición). El punto de ebullición de este ácido es 212,86 K, que equivalen a aproximadamente -60 °C, por lo que en condiciones normales de presión y temperatura se encuentra como gas.

Sus principales características pueden ser:

- Masa molar de 34,1 g/mol
- Solubilidad en el agua de 0,33
- Punto de inflamabilidad de 190,6 K (unos -83 °C)
- Su ingesta puede provocar náuseas y vómitos
- Su inhalación es peligrosa, pudiendo ser mortal
- En la piel puede causar picazón y dolor, mientras que en los ojos puede causar quemaduras

La percepción del olor del H₂S varía dentro de la población humana, en un rango de 0,008-0,2 ppm (Amoore, 1983; Beauchamp, 1984). Es extremadamente nocivo para la salud, ya que bastan 20-50 ppm en el aire para causar malestar agudo, que conllevaría a la asfixia y a la muerte, por sobreexposición. En un índice de toxicidad, se le sitúa justo por debajo del ácido cianhídrico (HCN).

7.3. RESULTADOS PREVISTOS.

Las recomendaciones y reglamentos son actualizados periódicamente a medida que se dispone de información adicional.

Algunos reglamentos actuales indican:

- Máximo de 20 ppm para el ácido sulfhídrico en el aire de trabajo
- 50 ppm durante un periodo máximo de diez minutos sin que ocurra exposición adicional (según la OSHA).
- Además, el NIOSH recomienda un límite de exposición máximo (REL) de 10 ppm durante un periodo de diez minutos.
- Los Valores Límite Ambientales de Exposición Diaria (VLA-ED) y de Exposición de Corta Duración (VLA-EC) son 5 y 10 ppm, respectivamente, debido a su alta toxicidad.

Además, el ácido sulfhídrico puede dañar gravemente tanto el acero como el hormigón, así como deteriorar muy rápidamente los equipos electrónicos expuestos a su ataque.

Niveles de exposición de sulfuro de hidrógeno (en ppm) y resultado en seres humanos:

- 0,13 → Olor mínimo perceptible
- 4,60 → Se detecta fácilmente, olor moderado
- 10 → Comienzan a irritarse los ojos
- 27 → Olor intenso y desagradable, pero tolerable
- 100 → Tos, irritación ocular, pérdida del sentido del olfato después de 2 a 5 minutos
- 200-300 → Conjuntivitis aguda (inflamación en los ojos) e irritación del tracto respiratorio tras una hora de exposición
- 500-700 → Pérdida de la conciencia, cese (interrupción o pausa) de la respiración y muerte
- 1000-1200 → Pérdida inmediata de la conciencia, cese rápido de la respiración y muerte en pocos minutos. La persona puede fallecer incluso si se la aleja inmediatamente del lugar hacia el aire fresco.

Valores límite de inmisión de sulfuro de hidrógeno (H₂S)

Valores límite

30 minutos	100 µg/m ³	media semihoraria
24 horas	40 µg/m ³	media de valores semihorarios

8. CONDICIONANTES DE LAS ACTUACIONES A EJECUTAR.

8.1. EMPLAZAMIENTO.

Dado que el equipo ya está instalado no se moverá y partiremos de ahí con las conducciones.

8.2. CONDICIONANTES Y AFECCIONES A LA PLANTA.

Los condicionantes posibles que se han planteado para diseñar el sistema, se ha basado en función de los siguientes criterios:

- Diseño teniendo en cuenta los parámetros de contaminación medidos.
- Diseño siguiendo el volumen del edificio.
- Dotar a la instalación de la mayor flexibilidad operativa y funcional posible.
- Dejar espacio disponible para permitir posibles actuaciones futuras, de manera que su ejecución futura no interfiera en el normal funcionamiento de las instalaciones en servicio.

Además se han tenido en cuenta las posibles afecciones al resto de procesos existentes en la planta en especial al trazado de las conducciones para la extracción de gases, ya que estas al ir sustentadas sobre los muros interiores, no deben interferir en el trazado de los distintos elementos existentes en el edificio.

También se tendrán en cuenta las afecciones a las instalaciones eléctricas y de control.

9. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

9.1. VOLÚMENES DE CÁLCULO.

El caudal del equipo instalado en la EDAR de Montealegre del Castillo es de 2.100 m³/h y la justificación de la validez se desarrolla en el apartado 10 de este mismo documento.

9.2. EQUIPO PROPUESTO.

Para el caso que nos ocupa, los principales contaminantes presentes en la atmósfera de trabajos serán el H₂S y los mercaptanos. **Para la neutralización de estos contaminantes se propone adaptar el sistema de tratamiento por carbón activo existente en la planta.**

Se proyecta la extracción del carbón existente en la torre instalada en la planta, para ello se llevarán a cabo las labores de extracción y retirada del carbón existente.

Previo a la instalación del nuevo carbón, se procederá a revisar, reparar o sustituir el soporte interior del carbón, para posteriormente introducir 600 Kg de carbón especial.

Se instalará además un detector de pérdida de carga en el filtro, para una explotación más sencilla y eficaz.

El sistema de tratamiento de gases por carbón activo presenta una alta eficacia, de hasta un 98%, cuando el equipo de tratamiento se diseña para unas determinadas condiciones de velocidad de paso y tiempo de contacto del gas con el carbón activo, para permitir la adsorción de este último de contaminantes como el H₂S y los mercaptanos.

9.3. TUBERÍAS DE EXTRACCIÓN.

La tubería de aspiración desde la centrifuga, será de polipropileno para ventilación, homopolímero color gris RAL7032, según norma DIN 8077. Diámetro 250 mm. Presión de trabajo .50 Atm. Espesor 3,5 mm. El trazado de esta se realizará de forma lógica y cercana al punto de emisión de los gases referidos, al objeto de captar el mayor volumen de posible de estos.

9.4. SISTEMA DE DETECCIÓN.

La planta ya cuenta con un sistema de detección.

9.5. SELLADO DE ARQUETA DE VERTIDOS.

Se pondrá especial atención al sellado de las arquetas de vertido de los escurridos del edificio de fangos y de comunicación de cables eléctricos, para ello se sellarán estos con espuma de poliuretano.

En el punto 13 de este documento, se incluye una ficha con una extensa descripción de los principales elementos a instalar.

10. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

ZONA 3.- E.D.A.R. DE MONTEALEGRE. (Albacete)

CALCULO JUSTIFICATIVO DE LA INSTALACION

	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Nº de renova.	Volumen a renovar
Sala de deshidratación	8,30	6,00	4,00	199,20	10,00	1.992,00
Volumen total a desodorizar						1.992,00

Caudal del ventilador 2.100 m3/h

CÁLCULO DE LA TORRE DE ADSORCIÓN

Diámetro de la torre 1,20 m
 Volumen de carbón necesario 0,82 m3
 Nº de lechos..... 1,00
 Altura lecho de carbón adoptado 0,80 m
 Volumen de carbón adoptado 0,90 m3
 Peso de carbón necesario 524,77 Kg
 Capacidad de absorcion..... 60 %
 Pérdida de carga en filtro 100,00 Pa
 Presión estática ventilador 3.400,00 Pa
 Presión estática ventilador 160,00 mmca

TIPO DE TUBERIA

Para el exterior e interior PPEH aireaccion

Diámetro(mm)= 250
 Caudal(m3/h)= 2.100,00
 Velocidad(m/s)= 11,884

11. REPORTAJE FOTOGRÁFICO.





12. PLANOS.

13. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS A INSTALAR.

OBRA: EDAR MONTEALEGRE DEL CASTILLO		
EQUIPO: CARBÓN ACTIVO		ORDEN: 01
SERVICIO: ELIMINACION H2S	REVISION: 01	FECHA: 10/09/2016

Carbón

- Granulometría 4 mm
- Capacidad de retención de SH2 22%
- Adsorción CCL4: 65%
- Resistencia mecánica: 98%
- Humedad máxima: 10%
- Densidad: 0.51 Tn/m³
- Cantidad: 6000 kg

14. PLAZOS DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

De acuerdo con las actuaciones descritas anteriormente, el plazo previsto para los trabajos es el siguiente:

- Ejecución de las obras e instalaciones aquí contempladas es de TRES (3) MESES, contados a partir de la firma del Contrato.
- El plazo de garantía será de DOCE (12) MESES, a contar desde la Recepción de las obras.

15. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

1. OBJETO.

En el presente documento estudio se definen la totalidad de las actuaciones precisas para la ejecución y puesta en servicio de los trabajos de **“ELIMINACIÓN DE SULFÚDRICO EN LAS ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA 3 DE CASTILLA LA MANCHA. ACLM/M/SE/083/15**

2. ANTECEDENTES.

Con fecha 9 de Noviembre de 2.015, la Agencia del Agua de Castilla-La Mancha, aprueba el gasto de contrato menor cuyo objeto es: **“SERVICIOS PARA LA REALIZACIÓN DE UN ESTUDIO PARA LA ELIMINACIÓN DE SULFÚDRICO EN LAS ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA 3 DE CASTILLA-LA MANCHA”** número de expediente ACLM/M/SE/083/15, a la empresa **SYAT, S.L.** cuyo contenido es desarrollado en el presente documento.

Al citado contrato corresponden los trabajos que nos ocupan particularmente en este estudio referidos a la **E.D.A.R. MONTEALEGRE DEL CASTILLO. (Albacete).**

3. ALCANCE DEL ESTUDIO.

Se definen las obras necesarias a nivel de estudio, siendo los principales elementos que lo conforman:

- Sistema de detección de ácido sulfúdrico. (H₂S).
- Sistema de extracción de ácido sulfúdrico. (H₂S).

El presente estudio define con claridad los procesos necesarios, para cumplir con los objetivos expuestos en el apartado anterior, pretendiendo realizar una instalación que sea coherente con las metas básicas de este estudio y que se puedan resumir en:

- Buena relación coste/calidad.
- Introducción de técnicas experimentadas con resultados óptimos.
- Establecer el equilibrio entre costes de primera inversión y los de mantenimiento.
- Facilitar la explotación y mantenimiento de la instalación.
- Reducir los costes de mantenimiento.
- Ofrecer un aspecto estético y agradable de la instalación.

4. NORMAS Y REFERENCIAS.

Se contemplan, a continuación como resumen de las más importantes, el conjunto de disposiciones legales (leyes, reglamentos, etc.) y las normas que se han tenido en cuenta para la realización del presente estudio.

- Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público (R.D. 3/2011, de 14 de Noviembre).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1403/1986 sobre el estudio de seguridad e higiene en el trabajo.
- R.D. 374/2001, sobre la “Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo” indica en el apartado 5 del artículo 3 que “la evaluación de riesgos derivados de la exposición por inhalación a un agente químico peligroso deberá incluir la medición de las concentraciones del agente en el aire, en la zona de respiración del trabajador, y su posterior comparación con el valor límite ambiental que corresponda”. También se menciona que los procedimientos de medida a utilizar se establecerán siguiendo la normativa específica que sea de aplicación, incluyendo aquella relativa a los requisitos exigibles a los instrumentos de medida, y que en todo caso se utilizarán métodos validados que proporcionen resultados con el grado de fiabilidad requerido.
- Norma UNE-EN 482:2012 “Requisitos generales de los procedimientos de medida” indica que las mediciones cuyo objeto es la comparación con los valores límite de exposición profesional son aquellas que proporcionan información exacta y fiable sobre la concentración media ponderada en el tiempo de un agente químico específico en el aire que puede ser inhalado, o bien permiten su predicción. Los requisitos más resaltables recogidos en esta norma, exigibles a los métodos de toma de muestra y análisis para este tipo de determinaciones se resumen en:
 - ✓ El intervalo de medida del método incluirá, en todos los casos, el valor límite ambiental (VLA) correspondiente. En el caso de los valores límite de exposición diaria (VLA-ED) deberá extenderse al menos de 0,1 VLA-ED a 2 VLA-ED. En cuanto a los valores límite de corta duración (VLA-EC), el intervalo de medida se extenderá al menos de 0,5 VLA-EC a 2 VLA-EC.

- ✓ El tiempo de muestreo debe ser menor o igual que el periodo de referencia del valor límite, para aquellos métodos de medida cuyos resultados tienen por objeto la comparación con los valores límite.
- ✓ La incertidumbre expandida debe situarse entre los límites especificados en la norma UNE-EN 482:2012: “La incertidumbre expandida debe ser $\leq 30\%$ ($\leq 50\%$ en el caso de mezclas de partículas en suspensión en el aire y de vapores) para el intervalo de 0,5 VLA-ED a 2 VLA-ED y $\leq 50\%$ para el intervalo de 0,1 VLA-ED a 0,5 VLA-ED” en el caso de los valores límite de exposición diaria. En el caso de los valores límite de corta duración, “la incertidumbre expandida debe ser $\leq 50\%$ para el intervalo de 0,5 VLA-EC a 2 VLA-EC”.
- Norma UNE-EN 482 indica que el método debería cumplir, de forma general, las normas europeas específicas elaboradas por el Comité Técnico 137 de CEN (Comité Europeo de Normalización) “Evaluación de la exposición en los lugares de trabajo” relativas a los requisitos exigibles a los procedimientos y equipos de medida utilizados en la toma de muestra y el análisis. Todas estas normas han sido adoptadas como normas españolas:
 - ✓ En todos aquellos métodos que utilicen sistemas de muestreo activo, las bombas de muestreo personal cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN 1232, y en el caso de las bombas para caudales superiores a 5 l/min, lo establecido en la norma UNE-EN 12919.
 - ✓ Los métodos para la determinación de gases y vapores presentes en la atmósfera de trabajo cumplirán además la UNE-EN 1076, si utilizan tubos adsorbentes o la UNE-EN 838, si utilizan muestreadores pasivos por difusión.
 - ✓ Los métodos para la determinación de agentes químicos presentes en la atmósfera como materia particulada y que requieran de selectores de tamaños para la toma de muestra tendrán en cuenta las normas UNE-EN 481 y UNE-EN 13205.

- ✓ Los procedimientos para la determinación de metales y metaloides deberán observar además los requisitos de la norma UNE-EN 13890. Es de gran importancia, a la hora de seleccionar un método, el que se tengan en cuenta las consideraciones expuestas.

Como consecuencia del “Mandato” de la Comisión de la UE al Comité Europeo de Normalización (CEN) en cumplimiento de lo establecido en la Directiva 98/24/EC de “Agentes Químicos”, sobre la necesidad de disponer de métodos normalizados para la medida y evaluación de las concentraciones en aire en los lugares de trabajo en relación con los límites de exposición profesional, se ha desarrollado el proyecto BC/CEN/ENTR/000/2002-16 - Analytical Methods for Chemical Agents.

Como resultado de este proyecto se dispone actualmente de una Guía de carácter no vinculante que contiene una selección de métodos de toma de muestras y análisis que cumplen total o parcialmente los requisitos recogidos en la norma europea EN 482.

5. ÁMBITO, CONTENIDO Y METAS BÁSICAS DEL ESTUDIO.

En las depuradoras de aguas residuales, como consecuencia de los diferentes tratamientos a los que se ven sometidas las aguas, se generan en diferentes puntos de la instalación, gases nocivos para el ser humano, que deben ser tratados para asegurar unas correctas condiciones de trabajo para los operarios que trabajan en estas plantas, Es por ello que existen diferentes sistemas de neutralización de gases según los diferentes contaminantes que se puedan registrar en este tipo de instalaciones.

La generación de estos gases está considerada como una forma específica de contaminación atmosférica. Uno de los compuestos más comunes y que mayores problemas causa es el **ácido sulfhídrico H₂S**, por tratarse de un gas corrosivo de olor desagradable y con un límite de detección excesivamente bajo. El ácido sulfhídrico va acompañado de otros compuestos fundamentalmente órgano sulfurados y amoníaco.

El presente estudio acomete la eliminación de ácido sulfhídrico en la EDAR de Montealegre del Castillo, mediante un sistema de aspiración por extractor y conductos de impulsión hasta un filtro de carbón EXISTENTE en la EDAR, donde se retiene las partículas contaminantes antes de enviar a la atmósfera. Además de ser una de las tecnologías más rentables es de las más respetuosas con el medio ambiente. También es necesario el sellado de las arquetas y conductos que comuniquen la sala con otras dependencias para evitar la transmisión de olores

Aparte del fin fundamental indicado para conseguir los resultados exigidos, se han considerado a la hora de diseñar y proyectar el presente proyecto como metas básicas las siguientes:

- Obtener un equilibrio en sentido técnico y económico que permita el funcionamiento óptimo de la instalación.
- Dar la solución idónea respecto a la línea adoptada, dimensionando en sentido amplio el sistema, para que puedan absorber las variaciones que pudieran presentarse sobre los parámetros básicos establecidos.
- Realizar una correcta distribución de los diversos elementos del sistema atendiendo: a la secuencia lógica del proceso, a las características de las instalaciones y a la obtención de una fácil y eficaz explotación, con unos gastos de mantenimiento reducidos.

- Dar una calidad a las instalaciones que nos permitan una relación calidad-precio que se ajuste a este tipo de actuaciones, atendiendo sobre todo al cometido que éstas van a desempeñar, y teniendo en cuenta la zona en la que se ubican las instalaciones.
- Dotar a las instalaciones de la flexibilidad suficiente para facilitar las maniobras de operación y mantenimiento.
- Proyectar las instalaciones de manera que forme un conjunto armónico, tanto en equipamiento como en acabado.

6. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EDAR EN ESTUDIO.

6.1. ESTADO ACTUAL.

Actualmente la población **Montealegre del Castillo** cuenta con una Estación Depuradora de Aguas Residuales, (EDAR), con los siguientes procesos:

- Pretratamiento compacto con desarenado – desengrasado.
- Tratamiento biológico mediante 1 reactor tipo carrusel.
- Recirculación de fangos y decantador secundario.
- Espesador de fangos por gravedad.
- Deshidratación mediante centrifugado.
- Tolla de fango deshidratado.
- Tanque de tormentas.

6.2. PROBLEMÁTICA DE LA EDAR DE MONTEALEGRE.

Tras varias visitas a las instalaciones y con la centrifuga en funcionamiento, se observa que existen varios puntos donde el analizador portátil de H₂S indicaba parámetros más altos de lo recomendable, saltando la alarma en varias ocasiones dentro de la sala de deshidratación.

6.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS.

Las mediciones realizadas in situ alcanzaron los siguientes parámetros:

- Edificio de deshidratación: 60 ppm
- Exterior: 10 ppm



Valor que sobrepasa los límites establecidos por norma, por todo esto se hace necesaria la instalación de un sistema que elimine estos gases y pueda permitir el normal desarrollo de los trabajos en las instalaciones.

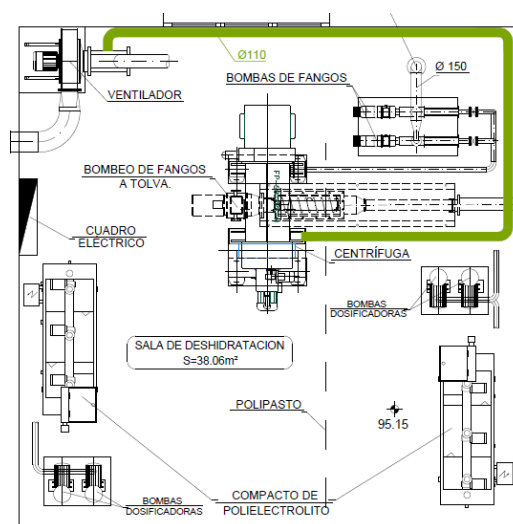
7. BASES DE PARTIDA.

Los datos adoptados como bases de partida, se han obtenido mediante el análisis, de la información recogida en la propia EDAR.

Cabe resaltar que la planta ya dispone de un sistema de extracción y eliminación de olores, mediante un torre de carbón activo para un caudal de 2.100 m3/h.

7.1. VOLÚMENES DE DISEÑO.

El principal punto de generación de H₂S, de la **EDAR de Montealegre del Castillo**, se localiza en el edificio de explotación, donde se encuentra el tratamiento de los fangos de la planta.



ZONA 3.- E.D.A.R. DE MONTEALEGRE. (Albacete)

CALCULO JUSTIFICATIVO DE LA INSTALACION

	Longitud	Anchora	Altura	Volumen	Nº de renova.	Volumen a renovar
Sala de deshidratación	8,30	6,00	4,00	199,20	10,00	1.992,00
Volumen total a desodorizar						1.992,00

Caudal del ventilador existente **2.100 m3/h**

7.2. CARACTERÍSTICAS DEL H₂S.

El ácido sulfhídrico o sulfuro de hidrógeno (H₂S) es un gas en disolución acuosa (es soluble en agua), más pesado que el aire. Es inflamable, incoloro, tóxico y odorífero (su olor es como el de la materia orgánica en descomposición). El punto de ebullición de este ácido es 212,86 K, que equivalen a aproximadamente -60 °C, por lo que en condiciones normales de presión y temperatura se encuentra como gas.

Sus principales características pueden ser:

- Masa molar de 34,1 g/mol
- Solubilidad en el agua de 0,33
- Punto de inflamabilidad de 190,6 K (unos -83 °C)
- Su ingesta puede provocar náuseas y vómitos
- Su inhalación es peligrosa, pudiendo ser mortal
- En la piel puede causar picazón y dolor, mientras que en los ojos puede causar quemaduras

La percepción del olor del H₂S varía dentro de la población humana, en un rango de 0,008-0,2 ppm (Amoore, 1983; Beauchamp, 1984). Es extremadamente nocivo para la salud, ya que bastan 20-50 ppm en el aire para causar malestar agudo, que conllevaría a la asfixia y a la muerte, por sobreexposición. En un índice de toxicidad, se le sitúa justo por debajo del ácido cianhídrico (HCN).

7.3. RESULTADOS PREVISTOS.

Las recomendaciones y reglamentos son actualizados periódicamente a medida que se dispone de información adicional.

Algunos reglamentos actuales indican:

- Máximo de 20 ppm para el ácido sulfhídrico en el aire de trabajo
- 50 ppm durante un periodo máximo de diez minutos sin que ocurra exposición adicional (según la OSHA).
- Además, el NIOSH recomienda un límite de exposición máximo (REL) de 10 ppm durante un periodo de diez minutos.
- Los Valores Límite Ambientales de Exposición Diaria (VLA-ED) y de Exposición de Corta Duración (VLA-EC) son 5 y 10 ppm, respectivamente, debido a su alta toxicidad.

Además, el ácido sulfhídrico puede dañar gravemente tanto el acero como el hormigón, así como deteriorar muy rápidamente los equipos electrónicos expuestos a su ataque.

Niveles de exposición de sulfuro de hidrógeno (en ppm) y resultado en seres humanos:

- 0,13 → Olor mínimo perceptible
- 4,60 → Se detecta fácilmente, olor moderado
- 10 → Comienzan a irritarse los ojos
- 27 → Olor intenso y desagradable, pero tolerable
- 100 → Tos, irritación ocular, pérdida del sentido del olfato después de 2 a 5 minutos
- 200-300 → Conjuntivitis aguda (inflamación en los ojos) e irritación del tracto respiratorio tras una hora de exposición
- 500-700 → Pérdida de la conciencia, cese (interrupción o pausa) de la respiración y muerte
- 1000-1200 → Pérdida inmediata de la conciencia, cese rápido de la respiración y muerte en pocos minutos. La persona puede fallecer incluso si se la aleja inmediatamente del lugar hacia el aire fresco.

Valores límite de inmisión de sulfuro de hidrógeno (H₂S)

Valores límite

30 minutos	100 µg/m ³	media semihoraria
24 horas	40 µg/m ³	media de valores semihorarios

8. CONDICIONANTES DE LAS ACTUACIONES A EJECUTAR.

8.1. EMPLAZAMIENTO.

La zona donde se ubicará la instalación se ha diseñado teniendo en cuenta la situación del edificio de tratamiento de fangos, que como se ha dicho es el principal foco de producción de H₂S. Eligiendo esta ubicación, se ha pretendido una disposición más lógica.

8.2. CONDICIONANTES Y AFECCIONES A LA PLANTA.

Los condicionantes posibles que se han planteado para diseñar el sistema, se ha basado en función de los siguientes criterios:

- Diseño teniendo en cuenta los parámetros de contaminación medidos.
- Diseño siguiendo el volumen del edificio.
- Dotar a la instalación de la mayor flexibilidad operativa y funcional posible.
- Dejar espacio disponible para permitir posibles actuaciones futuras, de manera que su ejecución futura no interfiera en el normal funcionamiento de las instalaciones en servicio.

Además se han tenido en cuenta las posibles afecciones al resto de procesos existentes en la planta en especial al trazado de las conducciones para la extracción de gases, ya que estas al ir sustentadas sobre los muros interiores, no deben interferir en el trazado de los distintos elementos existentes en el edificio.

También se tendrán en cuenta las afecciones a las instalaciones eléctricas y de control.

9. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

9.1. VOLÚMENES DE CÁLCULO.

El caudal del equipo instalado en la EDAR de Montealegre del Castillo es de 2.100 m³/h y la justificación de la validez se desarrolla en el apartado 10 de este mismo documento.

9.2. EQUIPO PROPUESTO.

Para el caso que nos ocupa, los principales contaminantes presentes en la atmósfera de trabajos serán el H₂S y los mercaptanos. **Para la neutralización de estos contaminantes se propone adaptar el sistema de tratamiento por carbón activo existente en la planta.**

Se proyecta la extracción del carbón existente en la torre instalada en la planta, para ello se llevarán a cabo las labores de extracción y retirada del carbón existente.

Previo a la instalación del nuevo carbón, se procederá a revisar, reparar o sustituir el soporte interior del carbón, para posteriormente introducir 600 Kg de carbón especial.

Se instalará además un detector de pérdida de carga en el filtro, para una explotación más sencilla y eficaz.

El sistema de tratamiento de gases por carbón activo presenta una alta eficacia, de hasta un 98%, cuando el equipo de tratamiento se diseña para unas determinadas condiciones de velocidad de paso y tiempo de contacto del gas con el carbón activo, para permitir la adsorción de este último de contaminantes como el H₂S y los mercaptanos.

9.3. TUBERÍAS DE EXTRACCIÓN.

La tubería de aspiración desde la centrifuga, será de polipropileno para ventilación, homopolímero color gris RAL7032, según norma DIN 8077. Diámetro 250 mm. Presión de trabajo .50 Atm. Espesor 3,5 mm. El trazado de esta se realizará de forma lógica y cercana al punto de emisión de los gases referidos, al objeto de captar el mayor volumen de posible de estos.

9.4. SISTEMA DE DETECCIÓN.

La planta ya cuenta con un sistema de detección.

9.5. SELLADO DE ARQUETA DE VERTIDOS.

Se pondrá especial atención al sellado de las arquetas de vertido de los escurridos del edificio de fangos, para ello se sellarán estos con espuma de poliuretano.

En el punto 13 de este documento, se incluye una ficha con una extensa descripción de los principales elementos a instalar.

10. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

ZONA 3.- E.D.A.R. DE MONTEALEGRE. (Albacete)

CALCULO JUSTIFICATIVO DE LA INSTALACION

	Longitud	Anchura	Altura	Volumen	Nº de renova.	Volumen a renovar
Sala de deshidratación	8,30	6,00	4,00	199,20	10,00	1.992,00
	Volumen total sala.....					1.992,00
Centrifuga				40,00	10,00	400,00
	Volumen centrifuga.....					400,00

Caudal del ventilador existente.....	2.100 m3/h
--------------------------------------	-------------------

Dados los datos de lectura de emisión de H₂S tomados en diferentes zonas de la sala y que el punto real de producción y extracción de H₂S es la zona de la centrifuga, se adopta como válido el caudal del ventilador del equipo existente 2.100 m³/h., que es menor del total del volumen de la sala+ centrifuga. Con esto evitamos sobredimensionar el equipo, con el consiguiente ahorro de explotación y diseñando una instalación acorde a las necesidades reales de neutralización.

CÁLCULO DE LA TORRE DE ADSORCIÓN

Diámetro de la torre	1,20 m
Volumen de carbón necesario	0,82 m ³
Nº de lechos.....	1,00
Altura lecho de carbón adoptado	0,80 m
Volumen de carbón adoptado	0,90 m ³
Peso de carbón necesario	524,77 Kg
Capacidad de absorcion.....	60 %
Pérdida de carga en filtro	100,00 Pa
Presión estática ventilador	3.400,00 Pa
Presión estática ventilador	160,00 mmca

CÁLCULO DE LA RED DE TUBERÍAS.

Dado que en la planta ya cuenta con un equipo de desodorización, solo se preve la instalación de la tubería de salida de gases procedentes de la centrifuga.

Conducto de aspiracion interior edificio PPEH

Diámetro(mm)=	250
Caudal(m ³ /h)=	2.100,00
Velocidad(m/s)=	11,884

Conducto de aspiracion centrifuga PPEH

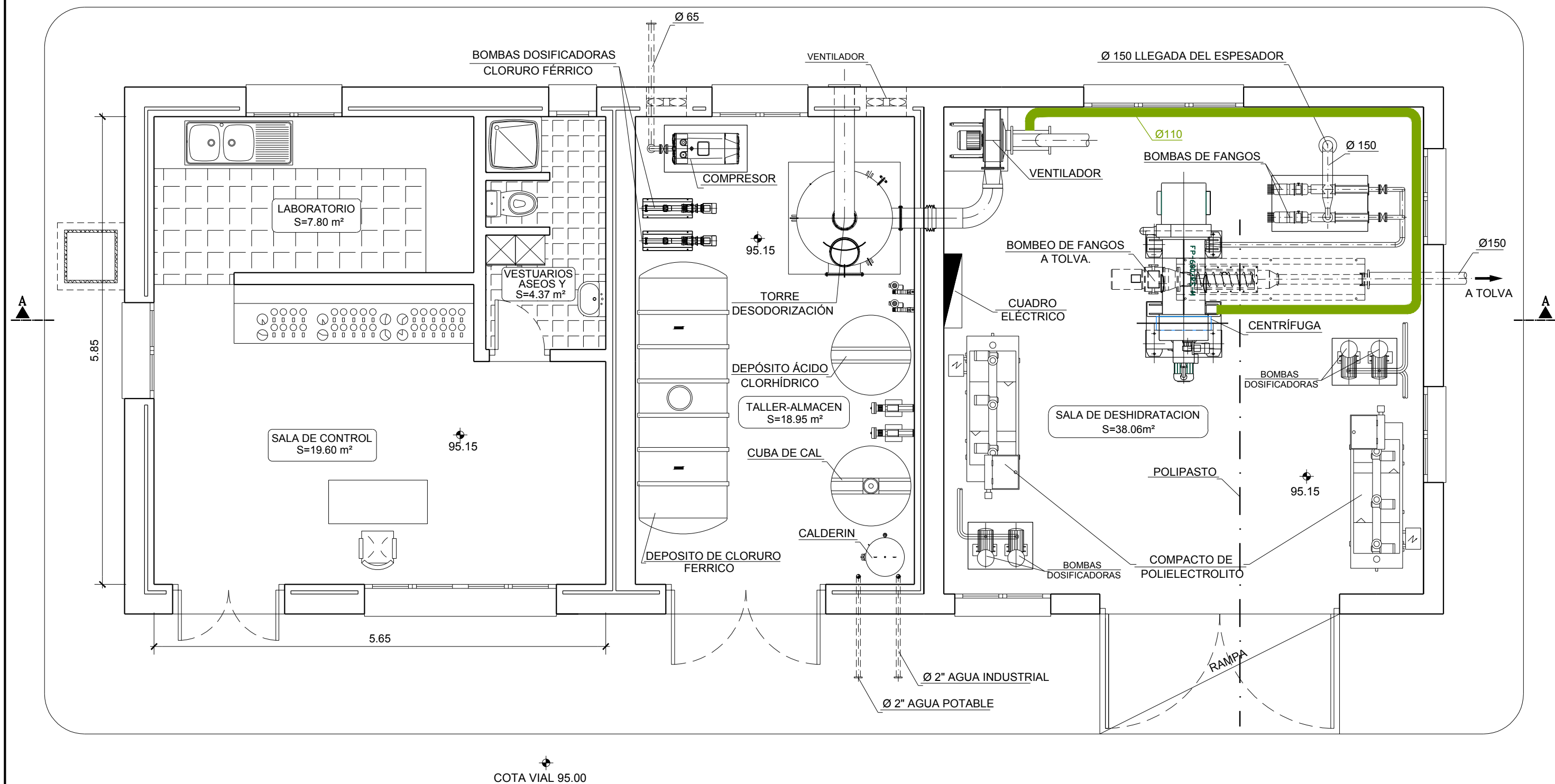
Diámetro(mm)=	110
Caudal(m ³ /h)=	400,00
Velocidad(m/s)=	11,692

11. REPORTAJE FOTOGRÁFICO.



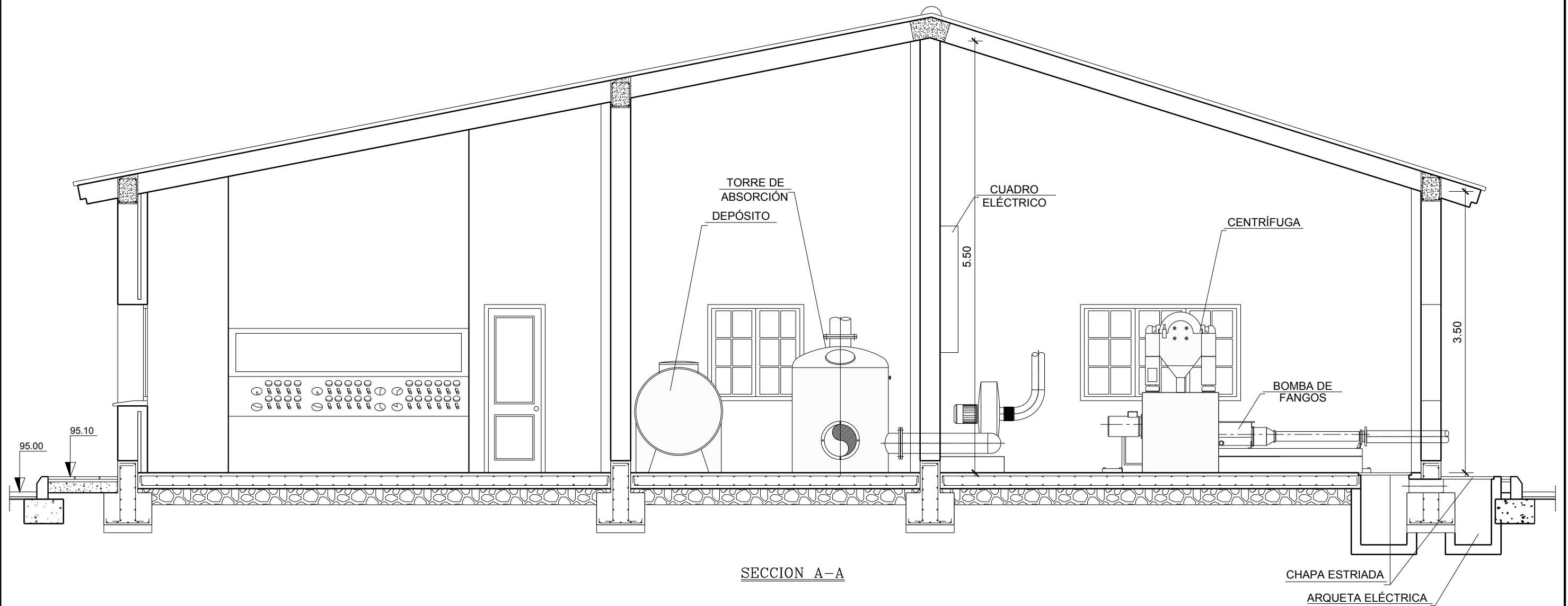


12. PLANOS.



PLANTA
ESCALA= 1:50

TUBERÍA DE DESODORIZACIÓN



13. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS A INSTALAR.

OBRA: EDAR MONTEALEGRE DEL CASTILLO		
EQUIPO: CARBÓN ACTIVO		ORDEN: 01
SERVICIO: ELIMINACION H2S	REVISION: 01	FECHA: 10/09/2016

Carbón

- Granulometría 4 mm
- Capacidad de retención de SH2 22%
- Adsorción CCL4: 65%
- Resistencia mecánica: 98%
- Humedad máxima: 10%
- Densidad: 0.51 Tn/m³
- Cantidad: 6000 kg

14. PLAZOS DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

De acuerdo con las actuaciones descritas anteriormente, el plazo previsto para los trabajos es el siguiente:

- Ejecución de las obras e instalaciones aquí contempladas es de TRES (3) MESES, contados a partir de la firma del Contrato.
- El plazo de garantía será de DOCE (12) MESES, a contar desde la Recepción de las obras.

15. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

ESTUDIO PARA LA ELIMINACIÓN DE SULFHÍDRICO EN LAS ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA 3 DE CASTILLA-LA MANCHA.ACLM/M/SE/083/15. EDAR DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO. (Albacete)

CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE H2S.									
EME15025	ud ACTUACIÓN EN FILTRO EXISTENTE. Actuaciones a acometer en el equipo instalado en la EDAR consistentes en la extracción del carbón actual, revisión y adecuación del soporte interior, instalación de detector de pérdida de carga y colocación de 600 kg de carbón activo catalítico, especial para aplicaciones de eliminación de gases. En torre existente	1				1,00			
							1,00	3.865,35	3.865,35
EME021513	m TUBERÍA POLIPROPILENO DN-250/PN-2.50.C/ACCESORIOS. Tubería de polipropileno para ventilación, homopolímero color gris RAL7032, según norma DIN 8077. Diámetro 250 mm. Presión de trabajo 50 Atm. Espesor 3,5 mm. Incluso parte proporcional de accesorios. Colector aspiración desde centrifuga	1	8,000			8,000			
							8,00	108,42	867,36
EME4008	kg ACERO S275JR EN SOPORTES Y PERFILES. Acero S275 JR en soportes y perfiles. Soportes varios	1	50,000			50,000			
							50,00	4,87	243,50
EME0498	ud TORNILLOS Y ACCESORIOS. Tornillos y accesorios para uniones.	1				1,000			
							1,00	30,66	30,66
TOTAL CAPÍTULO 01 EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE H2S.....									5.006,87

ESTUDIO PARA LA ELIMINACIÓN DE SULFHÍDRICO EN LAS ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA 3 DE CASTILLA-LA MANCHA.ACLM/M/SE/083/15. EDAR DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO. (Albacete)

CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 SEÑALIZACIÓN ZONAS DE RIESGO.									
ECARTEL	ud SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN ZONA RIESGO H2S.								
	Sistema de señalización y protección de zona de riesgo de inhalación de H ₂ S, compuesto por postes y cadena para impedir el paso, cartel de poliestireno blanco de 2 mm de grosor rotulado con vinilo de alta calidad y resistencia. Señalización peligro productos tóxicos. Tiras adhesivas para colocación en parte posterior.								
		2					2,00		
							2,00	320,00	640,00
TOTAL CAPÍTULO 02 SEÑALIZACIÓN ZONAS DE RIESGO.....									640,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESTUDIO PARA LA ELIMINACIÓN DE SULFÍDRICO EN LAS ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES DE LA ZONA 3 DE CASTILLA-LA MANCHA.ACLM/M/SE/083/15. EDAR DE MONTEALEGRE DEL CASTILLO. (Albacete)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 OBRA CIVIL.									
EOC001	ud SELLADO DE CONDUCTOS Y ARQUETAS								
	Sellado de arquetas y conducciones de comunicacion entre salas.								
		1					1,00		
								1,00	1.590,00
									1.590,00
TOTAL CAPÍTULO 03 OBRA CIVIL.....									1.590,00
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL SIN IVA.....									7.236,87
IVA 21%.....									1.519,74
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL CON IVA.....									8.756,61

PLASENCIA, Septiembre de 2.016



El Autor del Estudio