



Universitat Jaume I

**Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals
Grau en Enginyeria Química**

***Estudio de efectividad y viabilidad económica de
un nuevo proceso de desinfección de aguas
residuales a partir de ácido hipocloroso (Anolyte)
en la EDAR Almenara***

Trabajo Fin de Grado

Autor: Andreu Yuste Máñez

Tutor: Raúl Moliner Salvador

Castellón, 16 de Noviembre de 2021

RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto se centra principalmente en comprobar la efectividad de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales en una planta de tratamiento específica para este proceso, así como estudiar su viabilidad económica para la correcta instalación del equipo en una Estación Depuradora de Aguas Residuales.

Para alcanzar estos objetivos se ha realizado el montaje en una EDAR que trata un caudal de $1704 \text{ m}^3/\text{día}$, de una planta piloto que simula el laberinto de cloración de la misma, cuyo tiempo de residencia debe ser mínimo de 15 minutos en el laberinto piloto. Dicho laberinto se trata de un recorrido de canales de agua de forma que el agua a tratar realiza un recorrido específico donde se añade el desinfectante, al principio del mismo, que es capaz de depurar el agua hasta su salida en forma de cascada o caída de agua y pertenece al tratamiento terciario de la misma. Esta planta piloto trata de simular el laberinto original, donde cierto porcentaje de agua proviene directamente de la salida de agua sin tratar de la planta, pasa por la planta piloto que se conforma de un tanque con caudal constante de entrada y salida.

En dicho depósito, con un volumen de 1.000 l. se adiciona una dosis constante del producto cuyo componente desinfectante principal es ácido hipocloroso, *Anolyte*, que es el nombre industrial que recibe el nuevo desinfectante, cuyo caudal es regulable mediante una bomba, con el objetivo de determinar la dosis necesaria para la correcta desinfección de agua sin tratar proveniente de la decantación secundaria.

La máquina de generación del desinfectante proporcionado por la empresa Aquactiva consta de una máquina de producción de *Anolyte* (ácido hipocloroso) y *Catholyte* (rechazo) a partir únicamente de agua, sal común y electricidad. El ácido hipocloroso generado por la máquina de generación del *Anolyte* a priori presenta un 95% del producto generado y el rechazo supone un 5%.

Para la consecución del dimensionamiento de la instalación es necesario conocer las bases de partida del proyecto:

- Características que posee el agua influente a la EDAR y efluente al tratamiento terciario de la misma.
- Caudal de diseño de la EDAR.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

- Calidad de agua necesaria a la salida del tratamiento terciario para poder recircular a campos de regadío, acequias, etc.

Tomando como punto de partida dichos datos, se realiza un estudio técnico-económico considerando los dos desinfectantes utilizados, con el objeto de elegir aquel que ofrezca mejores resultados, rendimiento, calidad técnica y precio en el mercado.

También es necesario realizar un estudio microbiológico, tomando muestras de agua sin tratar de la EDAR y de agua tratada a la salida del tratamiento terciario, para observar la comparación de efectividad entre los dos desinfectantes.

Una vez que se haya terminado el período de prueba del nuevo desinfectante es necesario hacer un estudio de viabilidad económica de ambos productos para poder observar cuál de estos será el más apropiado para una EDAR de estas dimensiones.

El proyecto finalizará con el presupuesto del proyecto utilizando el desinfectante que se considere más adecuado.

ÍNDICE DE DOCUMENTOS:

DOCUMENTO I. MEMORIA.

DOCUMENTO II. ANEXOS.

DOCUMENTO III. PLANOS.

DOCUMENTO IV. PLIEGO DE CONDICIONES.

DOCUMENTO V. MEDICIONES.

DOCUMENTO VI. PRESUPUESTO.

I. MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Objeto.....	9
2. Alcance	10
3. Antecedentes	11
3.1 EDAR Almenara	11
3.1.1 Impulsiones y estaciones de bombeo	15
3.2. Estación Depuradora de Aguas Residuales	17
3.2.1. Pretratamiento	17
3.2.2. Bombeo de agua bruta.....	17
3.2.3. Tamizado	18
3.2.4. Desarenado-desengrasado.....	19
3.2.5. Tratamiento biológico	20
3.2.6. Decantación secundaria	23
3.2.7. Recirculación de fangos (recirculación externa)	24
3.2.8. Desinfección	24
3.2.9. Bombeo de fangos a espesador	27
3.2.10. Deshidratación	27
3.2.11. Almacenamiento fangos deshidratados.....	29
3.2.12. Desodorización:.....	30
3.2.13. Servicios auxiliares:	31
3.4 Diseño de la planta piloto y análisis de laboratorio	34
3.5 Colaboración de diferentes empresas	36
3.5.1 Aquactiva Solutions SL	36
3.5.2 Grupo Gimeno	37
3.5.3 FACSA	38
4. Normas y referencias	39
4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas	39
4.2 Homologación y certificación Aquactiva	40
4.3 Bibliografía	41
4.4 Webgrafía	42
5. Definiciones y abreviaturas	43
6. Análisis de soluciones.....	46
6.1 Rayos UV/UVA.....	46
6.2 Ozono (O_3).....	47
6.2 Hipoclorito de Sodio (NaClO)	47
6.3 Ácido hipocloroso (HClO)	49

6.3.1. Obtención química del HClO:	50
6.3.1. Tecnología innovadora	50
6.3.2. Aplicaciones HClO	51
6.3.3. Ventajas y desventajas del HClO	51
7. Requisitos de diseño	52
7.1 Calidades de agua tratada exigidas	52
7.2 Método de desinfección elegido	53
7.3 Instalación a pequeña escala (planta Piloto)	61
7.3.1 Pruebas de laboratorio en la planta piloto	66
7.4 Instalación a escala real	66
7.4.1 Depósitos de almacenamiento	72
7.4.2 Requisitos para la conducción	73
7.4.3 Equipos de impulsión	74
8. Resultados finales	75
8.1 Depósitos de almacenamiento	75
8.1.1 Depósito de Salmuera	75
8.1.2 Depósito de ácido hipocloroso	77
8.2 Requisitos para la conducción	78
8.3 Equipos de impulsión	79
9. Planificación	80
10. Estudio de viabilidad económica	82
10.1 Inversión inicial	82
10.2 Costes de explotación	85
10.2.1 Gastos directos	86
10.2.2 Gastos indirectos	87
10.2.3 Costes totales	89
10.3 Beneficio económico	90
10.4 Estudio financiero	91
10.4.1 VAN	92
10.4.2 TIR	94
10.4.3 Periodo de Retorno	94

1. Objeto

El presente objeto de este proyecto de ingeniería se centra en el estudio de efectividad y de viabilidad económica de la instalación de un nuevo producto desinfectante innovador, ya que solo necesita de agua, sal y electricidad para su completa producción. Dicho producto se le denomina industrialmente *Anolyte* y cuyo componente desinfectante es el ácido hipocloroso.

La instalación se realizará en una EDAR de capacidad total de $1.704 \text{ m}^3/\text{día}$. El agua efluente de la desinfección se aprovechará en su totalidad para alimentar el regadío de los campos de cultivo colindantes. Dicha agua deberá adaptarse a los controles de calidad pertinentes para su segura utilización, ya que podría afectar negativamente a los campos de cultivo si no se tratara adecuadamente, y llegase a superar los límites biológicos establecidos.

Además, se perseguirán los siguientes objetivos específicos:

- Diseño de una planta piloto a pequeña escala con una máquina de generación de ácido hipocloroso para comprobar su efectividad.
- Realización de ensayos a nivel de laboratorio para alcanzar la dosificación óptima de ácido hipocloroso en la planta piloto.
- Presentar una calidad del agua óptima para su vertido o recirculación según las regulaciones pertinentes.
- Comparación de efectividad entre el ácido hipocloroso y el hipoclorito de sodio (producto de desinfección vigente en la EDAR).
- Estudio de viabilidad económica de la instalación de ácido hipocloroso en la EDAR de Almenara.
- El estudio del tratamiento terciario en una EDAR a pequeña escala, siendo capaz de adaptar el diseño apropiado de una instalación, para el nuevo producto desinfectante, en comparación con el vigente.
- Profundizar en el funcionamiento de una planta EDAR y conocer sus diferentes partes y cómo funcionan éstas.

2. Alcance

El alcance de este proyecto se centra en la sostenibilidad del nuevo producto de desinfección. El proyecto que se va a presentar tiene el objetivo principal comprobar la viabilidad de la instalación de dicho producto denominado *Anolyte*.

Para la consecución de este objetivo es necesario el diseño y el dimensionamiento de un tratamiento terciario adecuado a este producto en comparación con el vigente producto de desinfección que es Hipoclorito de sodio. Dicho tratamiento terciario será imprescindible para la posterior alimentación de agua a los campos de regadío de la zona verde urbana de Almenara.

Se centra principalmente en:

El diseño de un laberinto piloto que simule el laberinto de cloración vigente en la EDAR, donde se hará el estudio de eficiencia del nuevo producto de desinfección, el *Anolyte*. Para ello se instalará un depósito de 1000 l paralelo al laberinto de cloración semejante, donde se instalará una bomba regulable que consiga un régimen estacionario de agua sin tratar influente en el laberinto piloto con un caudal constante de 1000 l/h. A cada hora se irá midiendo el pH del laberinto piloto, así como los mili voltios presentes en el agua de dicho laberinto para conseguir obtener el caudal de desinfectante óptimo para la correcta desinfección del agua. La salida de agua del laberinto piloto estará conectada al laberinto de cloración vigente.

La comparación de efectividad, rendimiento, calidad técnica y viabilidad económica entre el producto actualmente utilizado para la desinfección del agua sin tratar, hipoclorito de sodio, y el nuevo desinfectante más sostenible, el ácido hipocloroso, en forma de *Anolyte*, mediante análisis microbiológicos durante un período de tiempo de dos meses naturales. El influente en el tratamiento terciario será de 1704 m³ diarios. Posteriormente el agua tratada será recirculada a las zonas de regadío.

La elección de este proyecto supone la posibilidad de la aplicación de un producto desinfectante mucho más sostenible que el hipoclorito de sodio por varias razones:

El *Anolyte* es un producto totalmente inocuo debido a que sus materias primas constan únicamente de agua, sal común en dados y electricidad. Con su instalación se ahorraría el tedioso y contaminante transporte del desinfectante a la EDAR, ya que el *Anolyte*, gracias a

la máquina facilitada por la empresa *Aquactiva Solutions SL*, es capaz de producir el desinfectante in-situ en la planta depuradora, produciendo únicamente un 5% de rechazo frente a el consumo de las materias primas y ahorrando en el transporte del desinfectante a la EDAR.

3. Antecedentes

Los antecedentes en este proyecto atienden a la descripción y el funcionamiento de una planta EDAR, así como las diferentes técnicas de tratamiento terciario de aguas residuales actualmente utilizadas.

En primer lugar, se hará una descripción de la planta EDAR donde se realizará el diseño de la nueva instalación de un tratamiento terciario. En segundo lugar, se explicará la técnica de desinfección elegida para su estudio y por último se nombrarán las siguientes empresas con las que se ha tenido contacto a lo largo del estudio y el proyecto.

3.1 EDAR Almenara

Una EDAR es una planta de tratamiento dedicada a la depuración de aguas residuales, cuya función es recoger las aguas residuales de cierta población o industria, con el fin de realizar un tratamiento que logre la reducción de los contaminantes implicados mediante ciertos procesos y tratamientos.

El objetivo principal de una EDAR es la eliminación de aceites, grasas y sólidos presentes en el agua para reducir el impacto medioambiental y poder devolver el agua purificada a un río, embalse, mar, o en algunos casos a campos de riego mediante tratamiento terciario.

Se denomina como agua residual a cualquier tipo de agua cuya calidad se haya visto mermada. Se considera como agua residual aguas usadas, domésticas, urbanas, industriales o pluviales. Este tipo de aguas pueden estar contaminadas tanto por desechos urbanos como de procesos industriales y se conocen como vertidos. Según el tratamiento el cual recibe el agua para su purificación, las depuradoras se pueden clasificar en:

Biológicas, donde los procesos biológicos son los encargados de la depuración. Los microorganismos son capaces de limpiar el agua transformando la materia en suspensión en sólidos sedimentables fácilmente separables a posteriori.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Físico-químicas, cuya depuración se realiza gracias al empleo de reactivos químicos que permiten la floculación de los sólidos en suspensión favoreciendo así su decantación. Finalmente, en una EDAR es condición necesaria el control de los parámetros principales del agua para determinar su estado. Los parámetros principales son: la Temperatura, DBO, DQO, pH, turbidez y conductividad.



Figura 1. Fotografía aérea de la EDAR Almenara.

Esta estación se encuentra en el municipio de Almenara, los datos que se muestran a continuación contienen información acerca de la comarca a la que pertenecen, asistencia técnica, así como los datos principales de la EDAR:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

ALMENARA

Comarca

La Plana Baixa

Empresa Explotadora: FACSA
Asistencia Técnica: INTERCONTROL LEVANTE, SA

Datos de la EDAR

Caudal de proyecto (m³/d): 1.704
Potencia Total Instalada (kW): 73
Coordenadas UTM (ETRS 89 huso 30)
X: 738621
Y: 4403524
Z: 5



Municipios Servidos

Almenara

Figura 2. Ubicación EDAR Almenara

En la EDAR de Almenara se desarrolla un proceso depurativo de fangos activos que opera en modo de aireación prolongada, el cual es llevado a cabo en una única línea de tratamiento, preparada para la eliminación de nutrientes en el propio reactor.

A continuación, se presenta un breve detalle de las partes de proceso y los respectivos equipos de cada una de ellas con los que cuenta la instalación.

Previo al análisis detallado de cada una de las partes de la planta, se muestra un diagrama de flujo simplificado del proceso de depuración para entender fácilmente el proceso que se detalla más adelante:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

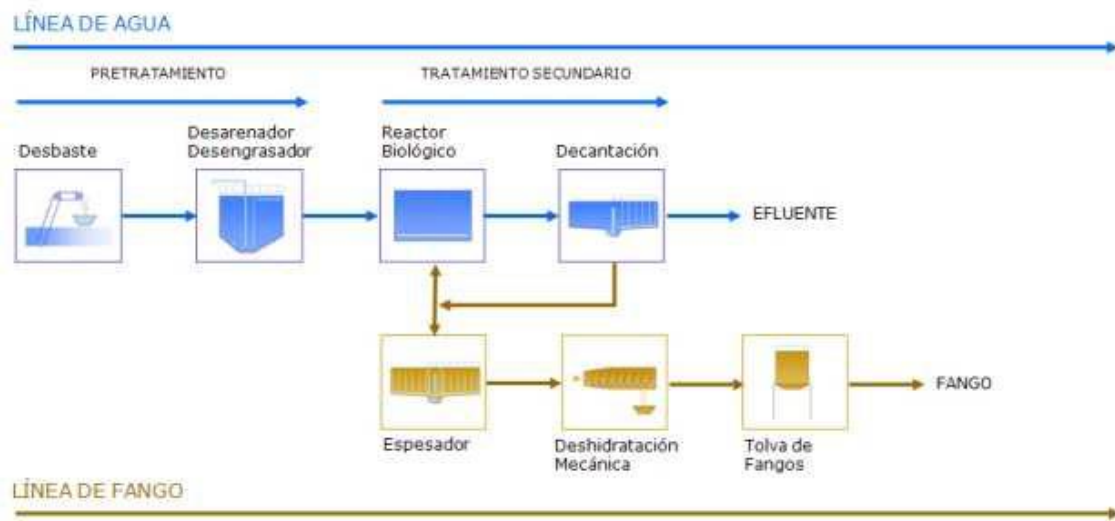


Figura 3. Diagrama de bloques simplificado del funcionamiento de la EDAR.

La principal materia prima de la estación depuradora (EDAR) es el agua residual urbana procedente del municipio de Almenara que viaja a través de la red de saneamiento hasta la depuradora. Además también recoge las aguas urbanas de la Playa de Almenara mediante un colector de impulsión situado en la urbanización de la Playa de Almenara.

Las principales características técnicas de la EDAR son:

- Caudal diseño: $1.704 \text{ m}^3 / \text{día}$
- Población equivalente: 4.763 habitantes equivalentes de media
- Caudal medio 2016: $1.019 \text{ m}^3 / \text{día}$
- Horarios de funcionamiento: 24h, 365 días/año
- Rendimientos 2016:
 - o DBO5 = 98%
 - o SS = 96%
 - o DQO = 94%

3.1.1 Impulsiones y estaciones de bombeo

Las impulsiones y estaciones de bombeo son las encargadas de la correcta circulación de aguas residuales urbanas procedentes de diferentes lugares hasta la planta de depuración, existen tanto estaciones de impulsión gravitatoria como instalaciones de un equipo de bombeo para asumir esta función.

La red de colectores correspondiente a las instalaciones de saneamiento de Almenara, está compuesta por un colector general que conduce todas las aguas residuales del municipio de Almenara, hasta la EDAR situada en el término municipal de Almenara. Los colectores y estación de bombeo que conforman la red tienen las siguientes características:

- **Colector casco urbano:** La longitud del colector de hormigón armado de 500 mm de diámetro, es de unos 1.300 m, se inicia en el Camí Pontó, cruza la N-340 así como la línea de FFCC y finalmente discurre por el Camí Font de la Bota hasta alcanzar el pozo de bombeo de cabecera de la EDAR. Recoge tanto las aguas residuales como las aguas pluviales del casco urbano debido al carácter unitario de la red de alcantarillado existente en la población. Las coordenadas ETRS89 UTM de inicio de colector son (X:737.688 Y:4.403.948) y las del final del colector (X:738.632 Y:4.403.544).
- **Colector Ramal Frontón:** La longitud del colector de hormigón armado de 500 mm de diámetro, es de unos 100 m, conecta con el colector del casco urbano y recoge tanto las aguas residuales como pluviales de la zona norte del casco urbano debido al carácter unitario de la red de alcantarillado existente en la población. Las coordenadas ETRS89 UTM de inicio del colector son (X:738.401 Y:4.403.841) y las del final del colector (X:738.273 Y:4.403.746)
- **Colector Pascual Hermanos:** La longitud del colector de hormigón armado de 300 mm de diámetro, es de unos 289 m, se inicia en la antigua fábrica de Pascual Hermanos y recoge las aguas residuales de ésta, si bien, ante el cese de actividad de esta empresa, actualmente se encuentra fuera de servicio. Conecta con el colector del casco urbano de Almenara a la salida del cruce de éste con la línea de FFCC. Las coordenadas ETRS89 UTM de inicio del colector son (X:738.543 Y:4.403.846) y las del final del colector (X: 738.543 Y:4.403.627).

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

- Colector de Impulsión de la Playa de Almenara: La estación e impulsión se encuentra en el Sector Pont de l'Arena del núcleo urbano de la playa de Almenara. El colector de impulsión de la playa de Almenara parte de dicha estación de bombeo, discurre inicialmente por el Camí dels Mangraners, Camí de la Taoila, Camí Derroc, cruza la AP-7 y acomete el Camí de la Font de la Bota hasta unirse con la impulsión del bombeo de cabecera de la EDAR que impulsa las aguas residuales del casco urbano de Almenara. Posee una longitud total de 3.618 m, siendo de Polietileno PE100 PN16 y 355 mm de diámetro excepto los tramos que cruzan la AP-7 y la Acequia de Torreblanca que son de fundición y 350 mm de diámetro. Las coordenadas ETRS89 UTM de inicio del colector son (X:738.620 Y:4.403.521).

Estación de bombeo de aguas residuales de Almenara. Está compuesta por los siguientes elementos:

- 2+1 bombas sumergibles, para elevación de agua bruta a la E.D.A.R., se dispone de dos bombas de 20.55 kW marca ABS Modelo AFP-1543.1ME y otra de 12,42 kW marca ABS Modelo AFP-1453.3.
- 2 variadores de frecuencia para regulación de las bombas instaladas.
- Aliviadero de seguridad.
- 1 reja automática de gruesos de 50 mm de luz de paso, marca FILTRAMASA de 0,37 kW de potencia.
- Torre de desodorización por carbón activo de 1 m³ de volumen en propileno.
- Ventilador de desodorización de 900 m³ /h de capacidad y 1.5 kW de potencia.
- Polipasto de 1.000 kg de capacidad de carga.
- 1 grupo electrógeno de 60 KVA, marca ATLAS COPCO modelo QIX-105 de 60 KVA.
- PLC de control.
- Sistema de comunicación vía GSM.
- 1 Sensor de nivel por ultrasonidos y boyas de emergencia.
- Centro de transformación de 50 KVA en caseta prefabricada.
- Detector de gases fijo y su central de alarmas marca MSA.

3.2. Estación Depuradora de Aguas Residuales

3.2.1. Pretratamiento

El pretratamiento tiene como objetivo la separación de los materiales más gruesos, arenas y grasas presentes en el agua residual que va a ser tratada posteriormente. Se divide en tres procesos principalmente: Desbaste, desarenado y desengrasado.

-Desbaste: Es la etapa donde se elimina los residuos más voluminosos como trapos, ropa, madera, etc. Consiste en hacer circular el caudal a través de unas rejas con diferentes luces de paso que detienen los residuos sólidos urbanos. Estos residuos se tratan como residuos urbanos comunes y son llevados a vertederos municipales.

El colector del casco urbano que conduce hasta la depuradora las aguas residuales generadas en el casco urbano de Almenara, descarga en el pozo de gruesos, el cual dispone de aliviadero general y de reja de gruesos de 40 mm de luz de paso, siendo de las siguientes características:

MARCATAMAR

MODELOR.H.T.3

3.2.2. Bombeo de agua bruta

El pozo de bombeo dispone de un total de tres bombas de elevación con las siguientes

Características:

MARCAFLYGT

MODELO3085.160 MT (la nº 1) y 3085.182 MT (la nº 2 y 3)

POTENCIA2 kW

El funcionamiento de las bombas de elevación se realiza en función de la altura del pozo de bombeo que proporciona los sensores de nivel existentes en el mismo.

3.2.3. Tamizado

El agua impulsada por el bombeo de elevación se conecta con la impulsión procedente del bombeo de la Playa de Almenara previamente a su paso por el tamiz. Así, las aguas residuales procedentes del casco urbano de Almenara y del núcleo urbano de la zona costera son desbastadas conjuntamente mediante un roto tamiz de 1,5 mm de luz de paso, seguidos de un compactador hidráulico para los residuos eliminados. El tamiz dispone de bypass. En este caso, el agua residual se desbasta mediante una reja manual de 15 mm de luz de paso.



Figura 4. Tamiz de finos.

Las características de ambos equipos se indican a continuación:

TIPO Tamiz de finos
MARCA HIDRODENA
MODELO RFH-6-600
POTENCIA 0,75 CV
No UNIDADES 1

TIPO Compactador hidráulico
MARCA MS-CLEVER-COMES
MODELO U-220
POTENCIA 1,5 kW
No UNIDADES 1

3.2.4. Desarenado-desengrasado

En este tratamiento de aguas residuales es la etapa donde se retiran la mayor parte de arenas y grasas existentes de las aguas, para posteriormente, poder tratarlas sin ningún contaminante añadido.

-Desarenado: Es la etapa donde se retiran la mayor parte de arenas del agua residual. Una bomba de succión de arenas normalmente es la encargada de retirar las arenas que han sedimentado por gravedad en el fondo de la conducción, donde el agua permanece prácticamente estancada.



Figura 5. Desarenador-desengrasador.

-Desengrasado: Es el proceso donde se eliminan las grasas, espumas y flotantes presentes en el agua residual. Mediante aireadores de burbuja gruesa se favorece el emulsionado de las grasas.

En la EDAR de Almenara, el agua procedente del desbaste entra en el sistema desarenador-desengrasador aireado Marca DAGA. Se trata de un canal de 5,5 metros de largo y 2 metros de ancho, con un volumen útil de $18,39 m^3$. Está dotado de un puente móvil de 0,18 kW con bomba de succión de arenas marca TURO modelo TV 41-80 S06 LB3B2 “SP” de 0,75 kW de potencia y rasqueta superficial para grasas.

Existe un concentrador de grasas de la marca ESTRUAGUA modelo EP-009AC y un clasificador-lavador de arenas con elevación de arenas marca DAGA modelo MR-37 de 0,75 kW de potencia unitaria. El emulsionado se lleva a cabo con un aireador sumergido marca AEROFLOT modelo F-315 de potencia 1,3 kW.

Finalmente, las grasas extraídas ya emulsionadas son conducidas hasta el depósito de acumulación desde donde se retiran manualmente. Estos desechos son tratados como residuos tóxicos peligrosos y llevados a contenedores de grasas.

3.2.5. Tratamiento biológico

Es un proceso donde los microorganismos tales como bacterias, protozoos, hongos, algas, rotíferos y nematodos son los encargados de eliminar las sustancias orgánicas mediante la acción biológica. Es un tratamiento que permite eliminar la contaminación orgánica del medio como el Nitrógeno y Fósforo de manera biológica. Este tratamiento puede ser aerobio, anaerobio o ambos al mismo tiempo. Tras el tratamiento biológico se procede a la decantación secundaria.



Figura 6. Reactor biológico.

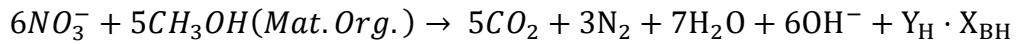
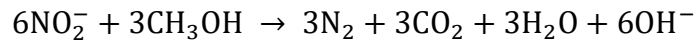
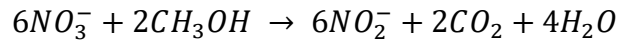
En la EDAR de Almenara se trabaja con el tratamiento de fangos activos, esto quiere decir que son los microorganismos los encargados de la depuración, donde, los microorganismos aerobios utilizan el oxígeno presente para la respiración, mientras que los anaerobios utilizan los óxidos presentes en el agua, tales como el NO_2 , para su respiración, sin la necesidad de utilizar el oxígeno disuelto presente.

El Nitrógeno se elimina gracias a la desnitrificación. La desnitrificación es el proceso por el cual el nitrógeno de nitratos es convertido en nitrógeno gas (liberado al aire) mediante microorganismos facultativos heterótrofos bajo condiciones anóxicas (sin oxígeno).

Como tales heterótrofos la fuente de energía y de carbono celular es materia orgánica y el aceptor de electrones son los nitratos. De este modo se produce la eliminación de materia

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

orgánica empleando los nitratos en lugar de oxígeno. Este proceso implica varias reacciones en serie tales como:



Siendo Y_H el coeficiente de producción y X_{BH} la biomasa heterótrofa activa generada en gramos.

En cuanto al fósforo, se elimina de manera biológica, gracias a las bacterias que se encargan de la acumulación de polifosfatos, viven en condiciones anaerobias y son eliminadas mediante la purga de fangos como se explica más adelante.

La fijación de fósforo por éstas bacterias implica la presencia de nitratos que actúan como aceptores de electrones, lo que permite que las bacterias no acumuladoras de fósforo se encarguen de metabolizar el sustrato reduciendo la cantidad de ácidos grasos de cadena corta disponibles. Las bacterias fijadoras de fósforo necesitan de estos ácidos grasos, con lo que finalmente se reduce la eliminación biológica de fósforo en el caso de que existan demasiados nitratos presentes en el tanque de reacción.

Para la parte de microorganismos aerobios se utilizan 3 roto tamices (uno por cada canal) que hacen las veces de soplantes para la generación constante de oxígeno en el medio, como se explica a continuación.

El agua pretratada pasa por gravedad hasta el tratamiento biológico. El tratamiento biológico se compone de tres canales de oxidación concéntricos (sistema Orbal de Envirex) con aporte de aire mediante rotores de aireación. Sus características principales se indican a continuación.



Figura 7. Rototamices

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

ANCHO CANAL INTERIOR	2,20 m
ANCHO CANAL INTERMEDIO	3,00 m
ANCHO CANAL EXTERIOR	3,70 m
VOLUMEN total	1.967,30 m ³
Capacidad de tratamiento	1.704 m ³ /día

El sistema de suministro de aire se realiza mediante un total de 2 rotores de aireación accionados por dos motorreductores diametralmente opuestos. Cada motor, con dos sentidos de giro, mueve solidariamente 30 discos. Estos están comandados por medio de un PLC conectado al medidor de oxígeno disuelto instalado en el canal aerobio. Los datos de los equipos se indican a continuación:

MARCA	CIDA-ENVIREX
No DISCOS	2 × 30 (15 + 9 + 6)
No MOTORES	2
MARCA MOTORES	ABB
MODELO MOTORES	MBT 160 L
POTENCIA MOTORES	15 kW
No REDUCTORES	2 MARCA
REDUCTORES	REXNORD
MODELO REDUCTORES	SK3-SKZN76C31.5-U-(160I) -L5
POTENCIA REDUCTORES	40 kW

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

El oxímetro es:

MARCA HACH-LANGE

No EQUIPOS..... 1 sonda y un controlador SC200.

3.2.6. Decantación secundaria

La función del decantador en el proceso de fangos activados es separar los sólidos de los fangos activados del líquido mezcla. La separación de los sólidos es el último paso en la producción de un efluente estable, con bajo contenido en DBO y sólidos suspendidos y, como tal, representa un punto crítico en la operación de un proceso de fangos activados.

El diseño de un decantador debe tener en cuenta, que su dimensionamiento sea suficiente para asegurar la decantación de los sólidos sedimentables, así como espesar suficientemente los fangos.

De los canales de aireación, el fango activado pasa al decantador secundario de estructura troncocónica, dotado de puente móvil marca DAGA de 0,37 kW de potencia unitaria. Los datos de diseño se indican a continuación.



Figura 8. Decantador

TIPO Circular

DIAMETRO 17,5 m

SUPERFICIE. 241 m²

VOLUMEN.815 m³

LONG. VERTEDERO. 52,2 m

No DECANTADORES 1

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Los flotantes barridos por el carro-puente marca DAGA se conducen por gravedad hasta el pozo de bombeo de cabecera.

3.2.7. Recirculación de fangos (recirculación externa)

La finalidad de la recirculación de fangos es mantener una concentración suficiente de fangos activados en el reactor biológico, de forma que pueda mantenerse el grado de tratamiento deseado.

La extracción del fango sedimentado se hace por medio de dos bombas instaladas en la arqueta de recirculación y purga, marca FLYGT modelo LL-3085 de potencia unitaria 2 kW, impulsando el fango hasta la entrada a los reactores biológicos. La purga de fango biológico en exceso se hace por medio de dos bombas sumergibles existentes en la arqueta de recirculación y purga, una de ellas marca FLYGT modelo DP-3057-181MT de potencia unitaria de 1,7 kW y otra DP-3057.180-MT de potencia unitaria de 2,1 kW, impulsando el fango hasta el espesador de fangos. Se dispone de un caudalímetro electromagnético para el control del caudal de purga.

3.2.8. Desinfección

Esta etapa es una de las más importantes en la depuración de aguas residuales, y la etapa en la que se centrará el proyecto para la instalación del nuevo tratamiento terciario. Cada depuradora, según la capacidad de su laberinto de cloración, debe tener el agua residual un tiempo de residencia mínimo para asegurar la correcta desinfección de la misma. En el caso de la EDAR de Almenara, el tiempo mínimo de residencia del agua es de 15 minutos dentro del laberinto de cloración. En esta depuradora actualmente se utiliza hipoclorito de sodio para el tratamiento de las aguas. Se debe pedir al transportista el hipoclorito de sodio cada 10 días, ya que se dispone de un tanque de 1.000 l y de media tiene un consumo actual de 70-90 litros de solución desinfectante al día, lo que hace costosa su obtención, ya que el desinfectante es llevado a la EDAR mediante un transportista, teniendo múltiples gastos de

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

combustible y transporte, así como emisiones nocivas. Uno de los puntos principales de interés en el estudio es que el nuevo sistema de desinfección será más sostenible, ya que puede generarse in-situ en la EDAR.



Figura 9. Laberinto de cloración.

La desinfección se lleva a cabo de la manera siguiente: Un depósito que da paso el agua al tratamiento terciario mediante una válvula reguladora comandada por un medidor de caudal. Tras la decantación secundaria, el efluente pasa por el laberinto de cloración de $29,5 \text{ m}^3$ de volumen total. Existe compuerta de vaciado del laberinto en caso de resultar necesario.

. Las medidas del laberinto de cloración son:

Anchura.....3 m.

Largo.....5 m.

Profundidad.....2 m.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

La conducción actual del desinfectante desde el edificio de deshidratación hasta el laberinto de cloración es una conducción de PVC de 20 metros de longitud equivalente con diferentes codos como accidentes y enterrada bajo tierra cruzando el centro de la EDAR.

En el edificio de deshidratación, se dispone de un sistema de dosificación de hipoclorito sódico para la desinfección del efluente que consta de dos bombas dosificadoras marca DOSAPRO modelo G024-611M de 0,09 kW de potencia unitaria y depósito de almacenamiento de hipoclorito de 1 m³ de capacidad sobre cubeto de retención. A la salida del laberinto de cloración se encuentra situado el caudalímetro electromagnético con el que se determina el agua tratada en la EDAR.

Posteriormente al laberinto de cloración, se encuentra la arqueta de salida de agua tratada de la depuradora dotada de dos compuertas de reparto, con posibilidad de conducir el agua al punto de vertido en la acequia o a la balsa de riego propiedad de los regantes.



Figura 10. Depósito de Hipoclorito sódico.

3.2.9. Bombeo de fangos a espesador

En esta etapa se conducen los fangos en exceso hasta el espesador. El bombeo se lleva a cabo mediante 2 bombas sumergibles una de 1,7 kW y otra de 2,1 kW. Posee un sistema de purga que puede ser conectado manual y automáticamente.

Espesado de fangos: Los fangos en exceso son enviados al espesador por gravedad de $65 m^3$, que dispone de rompecostras para el espesamiento del lodo marca DAGA de 0,16 CV de potencia instalada.



Figura 11. Espesador de fangos.

3.2.10. Deshidratación

El objetivo de la deshidratación es eliminar la máxima cantidad de humedad posible de los fangos en digestión anaerobia para su posible disposición. La eficiencia de este proceso depende de la humedad del fango y de la calidad del deshidratador. En Almenara se observa que el deshidratador actual es bastante antiguo y su eficiencia es menor que la de otros aparatos con el mismo uso, pero es suficiente para la capacidad que debe soportar la planta.



Figuras 12. Deshidratador de fangos

En la EDAR Almenara, el fango espesado es extraído del espesador de gravedad por dos bombas de tipo mono marca MONO PUMPS DRESSER modelo CBO4 KAC1R1/X de 1,5 kW de potencia unitaria, que impulsan el fango hacia la centrífuga de deshidratado de lodo después de haber sido este floculado mediante la adición de polielectrolito con dos bombas marca DOSAPRO MILTON ROY modelo GK34-595H, preparado en un polipack marca DOSAPRO MILTON ROY.

Los datos de la centrífuga se indican a continuación:

MARCA ALFA LAVAL

MODELO DSNX 4850

No CENTRIFUGA 1

A la salida de las bombas de fangos espesados se encuentra situado el caudalímetro electromagnético con el que se determina el fango a deshidratación.

DOSIFICACIÓN DE POLIELECTROLITO

MARCA DOSAPRO MILTON ROY

MODELO Polypack APS-700 DOSIFICADOR

POLI 10 kg/h CAPACIDAD

TOLVA 50 kg

CUBA PREPARACION 560 l (3 cámaras)

3.2.11. Almacenamiento fangos deshidratados

El fango deshidratado en la centrifuga es impulsado mediante bomba MARCA WANGEN HL30R50.2 de 1,5 kW con su variador de frecuencia POWER ELECTRONICS SD25304 y almacenado en tolva de 30 m³.

La tolva dispone de sistema de pesaje mediante 4 células de carga de 30 TM/ud. marca SENSO CAR, modelo AC-2a, instaladas en las zapatas de apoyo de cada uno de los pilares, con 4 soportes antivuelco. Dispone de un dispositivo que permite conocer con precisión y justificar la cantidad de retirada de fangos en cada viaje mediante la impresión de un ticket que es rellenado y firmado manualmente.

3.2.12. Desodorización:

La desodorización es la última etapa en el tratamiento de aguas residuales. El objetivo principal que persigue esta etapa es la reducción de la emisión de olores al medio ambiente. El control de emisión de ácido sulfhídrico (H_2S) es esencial para asegurar la seguridad de los operarios en planta. Para ello toda persona trabajadora en planta debe poseer un detector de sulfhídrico, que es un aparato electrónico con una alarma integrada, en la EDAR de Almenara se utilizan detectores BW Clip, que comienzan a pitar cuando el detector supera los 5 ppm (partes por millón), avisando de que la exposición debe ser lo más breve posible, ya que el ácido sulfhídrico en grandes concentraciones puede causar intoxicaciones, desmayos incluso la muerte por asfixia.



Figura 13. Torre de adsorción.

Para evitar la acumulación de ácido sulfhídrico durante el bombeo hasta la planta, con el fin de conseguir evitar olores producidos por gas de H_2S en los canales de bombeo, se dosifica Nutriox previo al bombeo. Este producto está compuesto nitrato cálcico, que es capaz no sólo de impedir la formación de sulfuro, sino que también puede reducir el sulfuro existente.

Respecto a la EDAR Almenara, se sabe además que la planta dispone de un equipo de desodorización localizado instalado en el exterior del edificio de deshidratación mediante una torre de adsorción por carbón activo marca TECNIUM modelo ECVSS-8.

El sistema de desodorización es localizado y trata los gases producidos por el fango producido por la centrífuga y los gases de los lixiviados de dicho proceso de deshidratación mediante cajón de polipropileno y conducciones auxiliares hasta la torre de adsorción de carbón activo ubicada en el exterior. El caudal de aire nominal del ventilador de la instalación es de $500 \text{ Nm}^3 / \text{h}$, siendo el equipo de la marca TECNIUM, modelo HSSKK 1230 y su potencia de 0,37 kW.

3.2.13. Servicios auxiliares:

- 1 grupo de presión de agua de servicios: 1+1 bombas de 1.5 kW.
- 1 calderin de agua.
- 1 PLC control planta.
- 1 PLC control Panel de Control.
- 1 Bomba de achique portátil.
- 1 Ordenador de control de planta (SCADA, para registrar horas de funcionamiento de equipos y ajustar las temporizaciones).
- Sistema de alarma GSM.
- Bomba de pluviales.
- Bomba de fecales.
- Grupo electrógeno de 30 KVA.

Instrumentación:

- 1 Caudalímetro electromagnético de agua efluente situado en la arqueta de salida, marca KROHNE, modelo AQUAFLUX 010 K.
- 1 Caudalímetro electromagnético de fango a deshidratación, situado en el espesador, marca KROHNE, modelo AQUAFLUX 010 K.
- 1 Caudalímetro electromagnético de agua influente situado en la tubería de impulsión, marca KROHNE, modelo AQUAFLUX 010 K.
- 1 Caudalímetro electromagnético de fango a deshidratación, situado en el edificio de deshidratación, marca KROHNE, modelo AQUAFLUX 010 K.
- 1 medidor de oxígeno, marca ABB, modelo 4640/500, situado en el tercer canal del reactor biológico.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Estación de bombeo de aguas residuales de Almenara (bombeo externo).

Compuesta por los siguientes elementos:

- 2+1 bombas sumergibles., para elevación del agua bruta a la E.D.A.R, se dispone de dos bombas de 20.55 kW marca ABS Modelo AFP-1543.1ME y otra de 12,42 kW marca ABS Modelo AFP-1453.3.
- 2 variadores de frecuencia para regulación de las bombas instaladas.
- Aliviadero de seguridad.
- 1 reja automática de gruesos de 50 mm de luz de paso, marca FILTRAMASA de 0,37 kW de potencia.
- Torre de desodorización por carbón activo de 1 m³ de volumen en propileno.
- Ventilador de desodorización de 900 m³ /h de capacidad y 1,5 kW de potencia
- Polipasto de 1.000 kg de capacidad de carga.
- 1 grupo electrógeno de 60 KVA, marca ATLAS COPCO modelo QIX - 105 de 60 KVA.
- PLC de control.
- Sistema comunicación vía GSM.
- 1 Sensor de nivel por ultrasonidos y boyas de emergencia.
- Centro de transformación de 50 KVA en caseta prefabricada.

Con el fin de aclarar el proceso que se lleva a cabo se muestra a continuación un Diagrama de flujo más detallado en el que se indican visualmente todos los procesos que se realizan en la planta de depuración de aguas residuales:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

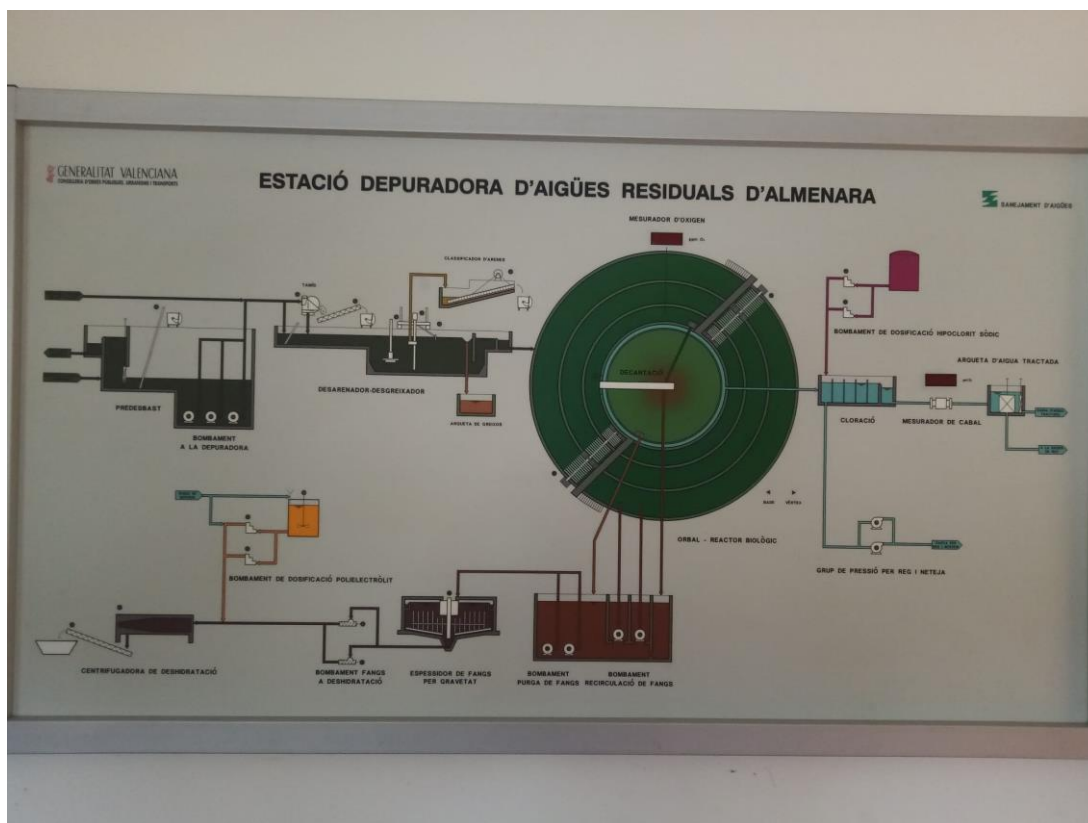


Figura 14. Diagrama de flujo de la planta EDAR Almenara.

3.4 Diseño de la planta piloto y análisis de laboratorio

Previamente a la propuesta de diseño para la instalación a escala real de un nuevo tratamiento terciario en la EDAR, el equipo realizó el montaje de la instalación a pequeña escala, gracias a la máquina de generación de *Anolyte*, cuyo componente desinfectante principal es HClO denominada LAMI-200 proporcionada por la empresa *Aquactiva Solutions SL*. La planta piloto montada en la EDAR de Almenara, consta del equipo de generación del desinfectante y su almacenamiento y transporte hasta un depósito de un metro cúbico de capacidad, cuya función es la de simulador de laberinto de cloración. Este montaje se denominará planta piloto y de los resultados obtenidos de este pilotaje se extraerán datos de parámetros del agua y se buscará la dosis adecuada de desinfectante para asegurar la calidad del agua requerida.



Figura 15. Simulador de laberinto de cloración.

Durante este proceso, el equipo se ha dedicado a realizar dos o tres veces a la semana unas pruebas de análisis del agua residual mediante el método de identificación y conteo de bacterias *Escherichia Coli* y bacterias coliformes, cuya metodología de ensayo se puede ver en anexos, del agua tratada en el simulador del laberinto de cloración, mediante filtración de membrana para bajo contenido en microbiota, con el fin de conocer así el número de bacterias de *E. Coli* y bacterias coliformes presentes en el agua tras cada filtración, con objeto de discernir así cual debería ser la dosis de ácido hipocloroso necesaria para la correcta desinfección para un caudal de agua residual de 4.000 l/h y conocer el valor de pH más óptimo, así como el valor ORP (Oxidation Reduction Potencial) óptimo para la mezcla. Además, se han tomado diariamente medidas a cada hora de los valores de pH y de Redox en el simulador de laberinto de cloración, donde se dosifica *Anolyte* mediante una bomba de

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

dosificación regulable entre 5 y 40 l/h. También es indispensable el correcto mantenimiento de la dosificación adecuada de desinfectante.

En consecuencia, también se trabajó en conjunto con personal de la empresa *Aquactiva Solutions SL*, realizando filtraciones esporádicas de agua sin tratar, recogida en la etapa previa a su paso por el laberinto de cloración, con adición del desinfectante ácido hipocloroso a distintos valores de pH extraídos de la máquina, para obtener resultados específicos con dosis concretas de ácido hipocloroso y diluyendo el hipoclorito sódico en agua destilada para tratar agua residual a la misma concentración de cloro activo presente con el objetivo de ver en claro la comparativa en la efectividad de los diferentes desinfectantes.

La concentración de hipoclorito de sodio fue de 150 g/l.

La concentración de ácido hipocloroso (*Anolyte*) fue de 1,5 g/l.

Los resultados obtenidos se muestran en anexos.



Figuras 16 y 17. Resultados de los ensayos microbiológicos.

Todas las filtraciones realizadas contuvieron un volumen de 100 ml, pudiendo ser diluidas de la muestra principal desde 1:1 hasta 1:100000. Todos los resultados se consideran válidos si el número de UFC (Unidades Formadoras de Colonias) en la placa Petri se comprende entre 0 y 500. Las bacterias de color azul representan las UFC de *E. Coli* y las bacterias rosáceas pertenecen a bacterias coliformes.

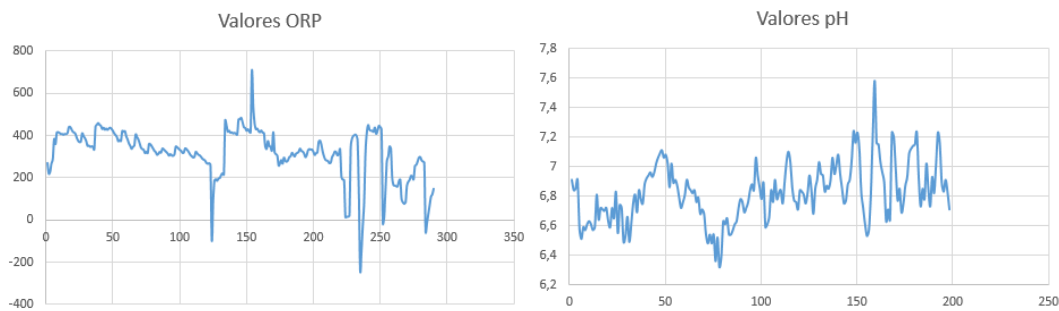
Todas las filtraciones se realizaron por triplicado para asegurar la fiabilidad de los resultados posteriores, comprobando que los tres resultados son similares para el mismo tipo de filtración.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Tras analizar exhaustivamente los resultados obtenidos en el laboratorio, se puede observar que, en la EDAR de Almenara, en los meses de marzo y abril, el agua a la salida del tratamiento de desinfección en el simulador de laberinto de cloración oscila normalmente entre un pH de 6.5-7.5.

El potencial eléctrico en la EDAR va variando a medida que se modifica la dosis de Anolyte, pero se puede prever a partir de los resultados de análisis de agua, como se va a mostrar a continuación, que en valores superiores a 250 mV de potencial eléctrico se obtiene una desinfección óptima para la correcta recirculación del agua tratada a acequias de regadío.

A continuación, se muestran dos figuras con la variación en el pH y el valor Redox a lo largo del tiempo en el estudio:



Figuras 18 y 19. Valores ORP y pH en el simulador del laberinto de cloración.

A modo de conclusión del estudio en prácticas, la dosis óptima de dosificación obtenida fue de 22,5 l HClO(*Anolyte*) /h, manteniendo un valor ORP en el tanque piloto de cloración aproximado a 300 mV, ya que se había considerado que niveles de ORP mayores a 250 mV eran suficientes para la desinfección óptima de las aguas para valores de pH en la mezcla entre 6,5 y 7.

3.5 Colaboración de diferentes empresas

3.5.1 Aquactiva Solutions SL

El proyecto surge de la oportunidad de expansión de la empresa *Aquactiva Solutions SL* que propuso a FACSA un estudio de efectividad para la posible instalación de un nuevo producto desinfectante, según la empresa, más eficiente que el hipoclorito de sodio, con hasta la mitad

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

de ahorro en agua y energía en los procesos de desinfección, más sostenibilidad y hasta un setenta por ciento en costes de prevención laboral, según afirma la propia empresa.

Se pusieron en contacto con FACSA y emprendieron el montaje de la instalación, que consistía simplemente en conectar la máquina de Aquactiva (productora de ácido hipocloroso) a la red eléctrica, montar el depósito que supone el laberinto piloto del laberinto de cloración y finalmente conectar una bomba de dosificación para el nuevo desinfectante, desde la posición de la máquina hasta el simulador de laberinto de cloración, y otra bomba que enviase caudal efluente de la decantación secundaria al propio simulador de laberinto de cloración.

La empresa, por su parte, cree en los beneficios de la instalación de este nuevo producto desinfectante, haciendo hincapié en la sostenibilidad, comodidad y eficiencia potencial que puede aportar el ácido hipocloroso (*Anolyte*) a la industria del ciclo del agua y sus tratamientos desinfectantes.

3.5.2 Grupo Gimeno

El Grupo Gimeno es un grupo empresarial fundado en 1873. Nace con la constitución de FACSA con el objetivo de suministrar agua a la capital de la provincia.

Desde entonces, el grupo ha apostado por la innovación y la evolución a distintos sectores económicos en pos de la sostenibilidad y un futuro más limpio. Fruto de esa evolución surgen tres grandes divisiones: Gimeno Servicios, Gimeno Construcción y Gimeno Turismo y Ocio. En la actualidad está constituido por más de 40 empresas que están activas en todo el territorio nacional con una plantilla que ya supera los 4.000 integrantes, estando presente en 14 comunidades autónomas.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

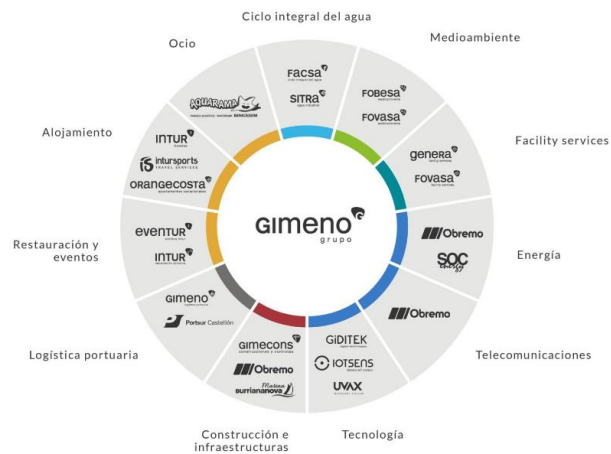


Figura 20. Constitución empresarial Grupo Gimeno

El Grupo Gimeno cuenta con las siguientes áreas de actividad: Ciclo integral del agua, Medioambiente, Facility Services, Energía, Telecomunicaciones, Tecnología, Construcciones e infraestructuras, Logística portuaria, Restauración y eventos, Alojamiento y Ocio.

Su visión se centra en ofrecer servicios urbanos a ciudadanos, turismo e industria siempre apostando por innovación y el compromiso social.

3.5.3 FACSA

Por otra parte, FACSA, cuyo nacimiento de interés es la gestión del ciclo integral del agua, es la empresa encargada de ofrecer los servicios que conllevan el uso de agua, desde su captación, potabilización y tratamiento hasta su distribución y posterior recogida y depuración de aguas residuales. La empresa se encarga de garantizar tanto la excelencia en la calidad del agua como el mínimo impacto ambiental posible. FACSA también está especializada en otros ámbitos como el control de vertidos y los proyectos de Ingeniería, todo ello ha contribuido a que la empresa se haya convertido en una de las más importantes en cuanto a tratamiento y utilización de aguas se refiere, presente hasta en seis comunidades autónomas, gestionando más de 160 estaciones depuradoras de aguas residuales que abastecen a millones de habitantes diariamente.

Desde FACSA, se aboga por el equilibrio entre la actividad empresarial y un entorno más sostenible.

4. Normas y referencias

4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

La elaboración de este proyecto atiende a la normativa UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

A continuación, se muestra la normativa y la legislación aplicables al proyecto:

- Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales (1995-2005), Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Vivienda en la Resolución de 28 de abril de 1995.
- Normativa del Real Decreto 1620/2007, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas para el regadío de zonas verdes urbanas.
- Directiva 98/15/CE de la Comisión de 27 de febrero 1998 por la que se modifica la Directiva 91/271/CEE, de 21 de mayo, del Consejo en relación con determinados requisitos establecidos en su Anexo I, sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas.
- UNE-HD 60364-5-56:2010, Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-56: Elección e instalación de los materiales eléctricos. Alimentación para los servicios de seguridad.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.
- LEY 6/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Prevención, Calidad y Control Ambiental de Actividades en la Comunitat Valenciana. Modificada por:
- LEY 7/2014, de 22 de diciembre, de Medidas Fiscales, de Gestión Administrativa y Financiera, y de Organización de la Generalitat.
- LEY 10/2015, de 29 de diciembre, de medidas fiscales, de gestión administrativa y financiera, y de organización de la Generalitat.

4.2 Homologación y certificación Aquactiva

En este apartado se muestra la normativa y certificación aplicadas a todas las máquinas de Aquactiva:

ECHA (Agencia Europea de Productos Químicos): Las soluciones producidas por la tecnología aquactiva están aprobadas como biocida. (Regulación EU 528/2012, 22/05/2012) por la Unión Europea y dentro de la Base de Datos 2016 de la ECHA (Article 95 List – 19/01/2016)

Conformidad Europea: cumple con los requisitos legales y técnicos en materia de seguridad de los Estados miembros de la UE para los siguientes estándares, regulaciones y directivas:

- Directive 67/548/EEC, Directive 90/45/EC, Directive 89/32/EC part II A
- Comission Regulation (EC) No 2032/2003, amending Regulation(EC) No 1896/2000
- EC standard 89/392/EC
- EN60950 (Low Voltage Directive and Electrical safety Requirments)
- EN55020 (E.M.C. Emissions testing)
- EN50082-1 (E.M.C. General Immunity Testing)
- 93/68/EEC (CE Marking LVD Directive)
- 73/23/EEC (European Low Voltage Directive)
- 98/37/EEC (European Machinery Directive)
- 89/336/EEC (Electro Magnetic Compatibility Directive)

NSF International: Probado y certificado calidad NSF para productos alimentarios:

- Certificate # C0209303-01 (14/01/2013)
- ISO9001: Normativa para sistemas de gestión de calidad
- Certificate # EST48713A (20/12/2013)
- USDA Organic: Certificación y homologación a nivel internacional para uso en agricultura, ganadería y productos alimentarios ecológicos – para producción, transformación y condicionamiento (11/09/2015):
 - 7 U.S.C. § 6517
 - 7 CFR § 250.2 – Producción y manipulación ecológica

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

- 7 CFR § 205.601 – Producción de cultivos ecológicos
- 7 CFR § 205.603 – Ganadería ecológica
- 7 CFR § 205.605 – Sustancias no agrarias, ingredientes para productos ecológicos

Regulados y autorizados en Estados Unidos por las agencias EPA (protección del medio ambiente) y FDA (Salud y Alimentación):

- 21 CFR § 173.315 – aprobado por la FDA para Contacto directo con alimentos procesados
- 21 CFR § 172.892, 21 CFR § 175.105 – aprobado por la FDA para contacto indirecto con alimentos
- Decisión #692 de la FDA para limpieza de frutas y verduras con aquactiva
- 21 CFR § 176.170, 21 CFR § 177.2800 – aprobado por la FDA para contacto directo con alimentos
- 21 CFR § 178.1010 – aprobado por la FDA como Biocida
- 21 CFR § 7120.1 – aprobado por la FDA para la desinfección del aire y del agua potable para granjas de cerdos, ganado y avícola
- Exento por la EPA bajo CFR § 180.1054
- Exento por la EPA bajo CFR § 180.940

4.3 Bibliografía

- Apuntes EQ1027 Tecnología del medio ambiente. Tema 4. Contaminación Hídrica. Monfort Gimeno, E.
- Apuntes EQ1031 Proyectos de ingeniería. Colomer Mendoza, F.J.
- Apuntes EQ1019 Operaciones básicas de flujo de fluidos. Rodrigo Carbonell, M^a Dolores.
- Presentación de la mezcla de ácido hipocloroso e hipoclorito de sodio producido in situ por el generador Enviolyte, (2020) Enviolyte Italia SL
- Marina Carrero, Vicente Fajardo, Fernando Andrés, José Antonio Basiero, Uso de nitrato cálcico para minimizar la producción de H_2S en la red de saneamiento de Peñíscola, (2015), artículos técnicos tecnoaqua.
- Datos de la EDAR Almenara.

4.4 Webgrafía

- <http://www.aquactiva-solutions.com/>
- http://www.lis.edu.es/uploads/967d742f_455b_4bd0_a29f_438968130ea1.pdf
- <https://www.iagua.es/respuestas/estacion-depuradora-aguas-residuales>
- <https://www.grupogimeno.com/>
- https://tiendaonline.depurpack.com/epages/940848786.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/940848786/Products/GALMPLUV3/SubProducts/GI010006&gclid=Cj0KCQjw8eOLBhC1ARIsAOzx5cERwKk5ggb7MVx2dHM7E4ElQWyzztMJ17eYRAAtWiDQ4c8FVXmjGu18aAl4dEALw_wcB
- https://ahorrofont.com/depositos-europlast-cilindricos-horizontales-en-superficie-5525.html?gclid=Cj0KCQjw8eOLBhC1ARIsAOzx5cHTnXT5jyn4D4FiquoNUhRZV378xUP7L5sGL7YoWbSQEWAQ1g8qLu8aAp72EALw_wcB#/capacidad_l-10_000_litros
- http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/electrolisis_y_cloro.php
- <https://product-selection.grundfos.com/es/sizing-result-page?qcid=1418252685>
- https://www.tuandco.com/deposito-agua-potable-ra-roth?conf=Mzk3Mzkw&gclid=Cj0KCQjw8eOLBhC1ARIsAOzx5cHTnXT5jyn4D4FiquoNUhRZV378xUP7L5sGL7YoWbSQEWAQ1g8qLu8aAp72EALw_wcB
- <https://templates.office.com/es-es/diagrama-de-gantt-simple-tm16400962>
- <http://www.atlanticnivaco.com/spagnolo/Catholytes.html>
- <https://tfe.vetcan.org/Portals/0/Anolyte-Brochure-23p-A4%281%29%5B12154%5D.pdf>
- <https://tematicas.org/ipc/castellon-castello.html>

5. Definiciones y abreviaturas

Las principales abreviaturas utilizadas en el proyecto son las siguientes:

- DBO_5 , Demanda bioquímica de oxígeno
- DBP's: Disinfection By Products
- DQO, demanda química de oxígeno:
- EDAR: Estación Depuradora de Aguas Residuales
- FAC: Free Active Chlorine (cloro libre activo)
- g/l: gramos/litro
- h: horas
- IVA: Impuesto al Valor Añadido
- kg: kilogramos
- kW: kilovatios
- l.: litros
- l/h: litros /horas
- m^3 : metros cúbicos
- m^3/h : metros cúbicos /hora
- mV: mili voltios
- N_T , Nitrógeno total - O_2/l : oxígeno/litro
- ORP: Oxidation Reduction Potencial
- ppm: partes por millón
- TIR: Tasa Interna de Rentabilidad
- SS, sólidos en suspensión
- UFC: Unidades Formadores de Colonias

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

-V: Voltios

-VAN: Valor Actual Neto

-VLE: Valores Límites Establecidos

-W: Watios

A continuación, se procede a enunciar diferentes definiciones que ayudarán al lector a comprender más profundamente el proyecto:

Anolyte: El *Anolyte* es un líquido incoloro y transparente con un ligero olor a cloro que contiene cloro activo compuesto por HClO y OCl^- así como varios hidroxilos como OH^{-2} , OH^{+2} , OH^- , OH^+ , H_2O_2 y compuestos de oxígeno como O_2 y O_3 que le confieren las propiedades de biocida y esporicida. Se definirá más detalladamente en el documento de Anexos.

Catholyte: Es el nombre comercial que recibe el rechazo de la máquina de generación de *Anolyte*. Se trata de un detergente catalogado como producto no peligroso pudiéndose verter directamente al desagüe, se puede ver en anexos más información de este producto, sus características principales atienden a una solución básica que se comporta bien contra los metales pesados, llegando a favorecer la floculación.

	pH	ORP (mV)	Cloro activo (mg/l)
<i>Catholyte</i>	[11,0-13,0]	[-800, -900]	0

Tabla 1. pH y ORP *Catholyte*

Como se observa en la tabla anterior, en este subproducto no hay cloro presente, ya que se produce por la parte de la célula catódica en la que no hay iones negativos (aniones) incluyendo el cloro.

La composición química del *Catholyte* es la siguiente:

Componente	Símbolo	Cantidad %	Nº EINECS
Agua	H_2O	99,30	231-791-2

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Cloruro de sodio	NaCl	0,413	231-598-3
Hidróxido de sodio	NaOH	0,14	215-185-5
Peróxido de sodio	H_2O_2	0,0735	231-765-0
Ión hidróxido	OH^-	0,0735	215-185-5

Tabla 2. Composición química *Catholyte*

Agua Residual EDAR Almenara: Se recoge una muestra de agua residual no tratada del decantador principal, previa a su paso por el laberinto de cloración.

Coliformes totales y fecales: Son un grupo de bacterias coliformes con ciertas características que viven en el intestino humano y de animales, así como en el medio ambiente, especialmente en aguas contaminadas.

DBO₅: Demanda bioquímica de oxígeno: Cantidad de oxígeno disuelto necesario para la correcta oxidación de la materia orgánica de las aguas residuales por parte de los microorganismos, en un período de 5 días a una temperatura determinada. Las unidades son mg O₂/l.

DQO: Demanda química de oxígeno: Cantidad de oxígeno necesaria para oxidar los componentes del agua mediante reacciones químicas

Escherichia Coli: Son un tipo de bacterias enterobacterias gramnegativas que de igual manera que las coliformes se encuentran tanto en el intestino animal como en el medio ambiente. Son un tipo de bacteria fecal muy común causante de enfermedades típicas de aguas contaminadas como diarrea o problemas intestinales. Su análisis es imprescindible para determinar la calidad de las aguas.

Hipoclorito de Sodio (150 g/l): Se trata de un producto desinfectante industrialmente conocido como Lejía. Este producto es universalmente utilizado como producto de limpieza, desinfectante de agua y métodos de cloración. Sus características principales son el amplio espectro bactericida que posee, que es corrosivo e irritante, no puede ser vertido en medio ambiente, se degrada con el tiempo y el clima y que puede liberar gases asfixiantes en contacto con algunas sustancias como el amoníaco.

6. Análisis de soluciones

En este apartado del proyecto se van a enunciar distintos métodos de tratamiento de las aguas residuales y cómo es el funcionamiento de éstas. Tras la exposición de diferentes métodos actuales de tratamiento de aguas residuales se tratará de explicar los motivos principales de por qué es la desinfección mediante ácido hipocloroso el método adecuado elegido para el tratamiento de la EDAR de Almenara.

A continuación, se explican algunos de los diferentes tratamientos de desinfección de aguas residuales.

6.1 Rayos UV/UVA

La desinfección de aguas residuales a partir de rayos UV es un proceso físico que neutraliza los microorganismos instantáneamente cuando estos pasan a través de las lámparas ultravioleta de silicio cuarzo sumergidas en el efluente. El proceso no añade nada al agua excepto luz UV y por lo tanto no tiene impacto sobre la composición química o el contenido de oxígeno disuelto en el agua.

La luz UV no cambia las propiedades del agua o del aire. Al contrario de las técnicas de desinfección química, que implican el manejo de sustancias peligrosas y reacciones que dan como resultado subproductos no deseados, la luz UV ofrece un proceso de desinfección limpio, seguro y eficiente.

En la siguiente tabla se muestran las ventajas y desventajas en la utilización de Rayos UV como desinfectante de aguas:

Ventajas	Desventajas
Bajo coste de inversión y operación	No es demasiado potente
No genera subproductos	Radiación limitada a cierta profundidad
No necesita depósitos de almacenamiento	Requiere limpieza constante del equipo
	Vida útil lámparas UV muy limitada

Tabla 3. Ventajas y desventajas del uso de Rayos UV para desinfección de aguas residuales.

6.2 Ozono (O_3)

El uso de ozono en las EDAR se inició a finales de la década de los años 80, sustituyendo al cloro en el proceso primario de desinfección y abriendo a la posibilidad del tratamiento de otros contaminantes.

El ozono es un eficiente desinfectante de las aguas residuales municipales e industriales, siendo recomendado para el uso en las normas EPA (Agencia de Protección Ambiental) para los pre-tratamientos en las EDAR.

Cuando el Ozono es inyectado en el agua, éste ejerce su poder oxidante directamente mediante el Ozono molecular o indirectamente mediante los radicales libres de hidroxilo, generados al entrar el Ozono en contacto con el agua. Estos radicales libres, con un potencial de 2,8 V, constituyen uno de los más potentes oxidantes, siendo la oxidación mucho más rápida que la oxidación directa por moléculas de Ozono que, a pesar de su alto potencial redox (2,07 V), solo superado por el flúor, no representa un valor tan elevado como el del hidroxilo. Siendo estos dos elementos los que tienen el potencial más alto (son los más oxidantes), ello explica la gran eficacia del Ozono como desinfectante, así como su capacidad para oxidar materia orgánica del agua, eliminar olores y sabores desagradables y degradar compuestos químicos de diversa naturaleza.

Ventajas	Desventajas
Alto poder desinfectante y oxidante	Debe ser manipulado con alta precaución
No produce derivados nocivos	No es persistente en el tiempo
Rápida actuación	Subproductos no deseados (aldehídos o bromatos)
Aumenta la coagulación y no afecta al pH	

Tabla 4. Ventajas y desventajas del uso de Ozono como desinfectante de aguas residuales.

6.2 Hipoclorito de Sodio ($NaClO$)

El hipoclorito de sodio es el desinfectante que está vigente en la EDAR de Almenara.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Se trata de un potente desinfectante. Es un compuesto que puede ser utilizado para desinfección del agua. Se usa a gran escala para la purificación de superficies, blanqueamiento, eliminación de olores y desinfección del agua.

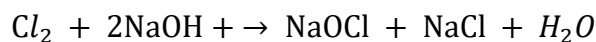
Es una solución clara de ligero color amarillento y un olor característico. El hipoclorito de sodio tiene una densidad relativa de $1,1 \text{ kg/m}^3$ (5,5% solución acuosa). Como agente blanqueante de uso doméstico normalmente contiene 5% de hipoclorito de sodio (con un PH de alrededor de 11, es irritante). Si está a mayor concentración, contiene un 10 a 15% de hipoclorito de sodio (con un PH alrededor de 13, se quema y es corrosivo).

Debido a la presencia de soda cáustica en el hipoclorito de sodio, el valor del PH aumenta. Cuando el hipoclorito de sodio se disuelve en agua, se generan dos sustancias, que juegan el papel de oxidantes y desinfectantes. Estos son ácido hipocloroso (HClO) y el ión de hipoclorito el cual es menos activo (ClO^-). El pH del agua determina la cantidad de ácido hipocloroso que se forma. Cuando se utiliza hipoclorito de sodio, se utiliza el ácido acético para disminuir el pH.

El hipoclorito de sodio se puede utilizar de dos maneras:

Mediante la disolución de sales en agua blanda, generado una solución salina. La solución es electrolizada y genera una solución de hipoclorito de sodio en agua. Esta solución contiene 150 gr. de cloro activo por litro. Durante la reacción se genera hidrógeno gas explosivo.

Mediante la adición de cloro gas (Cl_2) a soda cáustica (NaOH). Cuando se hace esto, el hipoclorito de sodio, agua y sal se producen de acuerdo a la siguiente reacción:



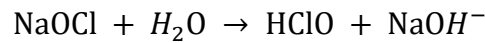
El hipoclorito de sodio se utiliza a gran escala. Por ejemplo: en la agricultura, industrias químicas, pinturas, industrias de alimentación, industrias del cristal, papeleras y farmacéuticas, industrias sintéticas e industrias de disposición de residuos.

En la industria textil se utiliza el hipoclorito de sodio como blanqueante. También se puede añadir a aguas residuales industriales. Esto se hace para la eliminación de olores. El hipoclorito neutraliza el gas de sulfuro de hidrogeno (SH) y amonio (NH_3). También se puede utilizar para la de-toxificación de baños de cianido en industrias del metal. El

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

hipoclorito se puede utilizar para la prevención de la formación de las algas crecimiento biológico en torres de enfriamiento. En las aguas de tratamiento, el hipoclorito es utilizado como desinfectante del agua. En las casas, el hipoclorito se usa frecuentemente para la purificación y desinfección de la casa.

Mediante la adición de hipoclorito de sodio en el agua, se genera ácido hipocloroso (HClO):



El ácido hipocloroso se divide en ácido hipoclorito (HCl) y oxígeno (O). El átomo de oxígeno es un oxidador muy fuerte. El hipoclorito de sodio es efectivo contra las bacterias, virus y hongos. El hipoclorito de sodio desinfecta de la misma manera que lo hace el cloro.

Ventajas	Desventajas
Fácilmente transportable y almacenable si se produce in-situ	Sustancia peligrosa y corrosiva
Alta efectividad	Se desintegra al entrar en contacto con el aire
Alta concentración de cloro activo	No provoca la desactivación de Gardia Lambia

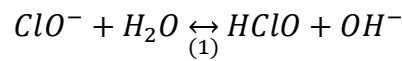
Tabla 5. Ventajas y desventajas del hipoclorito de sodio.

6.3 Ácido hipocloroso (HClO)

El ácido hipocloroso (HClO) es un ácido débil monoprótico que se forma cuando el cloro elemental se disuelve en el agua y se mantiene dentro de un rango de pH definido, entre 3-6,5 pH. Fuera de este rango el HClO se disocia parcialmente, formando hipocloritos (ClO^-).

El ácido hipocloroso es una molécula metaestable. Ya que puede volver al agua salada o convertirse en hipoclorito de sodio.

Esta relación depende del estado de equilibrio entre las reacciones siguientes:



De acuerdo con la reacción (1) la relación entre el ácido hipocloroso (HClO) y el ión hipoclorito (ClO^-) depende solamente del valor del pH.

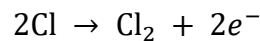
6.3.1. Obtención química del HClO:

Existen tres métodos de obtención de ácido hipocloroso actualmente:

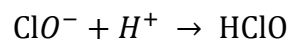
Hidrólisis de gas de cloro



Electrólisis de solución de sal



Acidificación de hipoclorito



Se detalla en el apartado siguiente el método de obtención que será el objeto de estudio de este proyecto.

6.3.1. Tecnología innovadora

El ácido hipocloroso es un ingrediente activo primario en el agua electrónica. El agua electrónica se produce mediante la tecnología de electrólisis, con los simples ingredientes de sólo: sal, agua y electricidad. Una alta concentración de ácido hipocloroso, es un ingrediente activo clave que es reconocido por las propiedades desinfectantes.

Como consecuencia de esta capacidad de producción, se pretende enaltecer la sostenibilidad ambiental relativa a este producto. La cual será de máximo interés de estudio.

La producción in situ a bajo coste del desinfectante es de gran viabilidad ambiental y de producción. Además, mediante esta tecnología se genera un subproducto cuya composición se basa en NaOH en baja concentración, lo que permite obtener una disolución detergente que puede ser vertido sin ningún problema en el desagüe principal.

6.3.2 Aplicaciones subproducto (NaOH)

Una de las principales aplicaciones que se pueden extraer de la generación de este subproducto es como floculante para fangos. En este proyecto no se va a contemplar la reutilización de este subproducto, pero sería objeto de interés de estudio en un proyecto de estas características. Sus aplicaciones principales son:

- Procesamiento de alimentos.
- Farmacéutico para producción de medicamentos.
- Tratamiento del agua.
- Floculante para fangos activados.

6.3.2. Aplicaciones HClO

El ácido hipocloroso producido mediante metales en el ánodo y cátodo y las materias primas enunciadas, se le ha denominado *Anolyte*.

Este producto tiene diferentes aplicaciones de desinfección, limpieza y biocida:

- Procesamiento de alimentos.
- Desinfección de superficies.
- Farmacología.
- Tratamiento del agua.

6.3.3. Ventajas y desventajas del HClO

Ventajas	Desventajas
Producción in situ	Concentración baja de HClO presente
Alta efectividad	Gasto en agua corriente elevado
Biodegradable	Su concentración depende del pH
Inocuo y no corrosivo	
100% sostenible ambientalmente	

Tabla 5. Ventajas y desventajas del HClO.

7. Requisitos de diseño

El diseño del proyecto se centra en la instalación de un nuevo tratamiento terciario en la EDAR de Almenara. Se trata de un tratamiento terciario mediante ácido hipocloroso, un método de desinfección innovador, más sostenible y que puede producirse in-situ en la EDAR.

En este apartado se va a enunciar, explicar y establecer los mínimos indispensables en cuanto a instalaciones, equipos y conducciones necesarias, así como los parámetros derivados de valores de agua residual exigidos por las autoridades sanitarias en el efluente de agua tratada a su salida del laberinto de cloración, que se deben tener en consideración para el correcto diseño y ejecución del proyecto.

7.1 Calidades de agua tratada exigidas

En primer lugar, gracias a la información otorgada por los integrantes de FACSA, se muestran los VLE (Valores Límites Establecidos) para la EDAR de Almenara. En esta planta de tratamiento de aguas residuales, los valores de vertido límite son establecidos por la Confederación Hidrográfica del Júcar en su Autorización de Vertido:

La composición de las aguas del efluente residual que se autoriza a verter en este punto, no deberá en ningún caso superar los valores límite de emisión (VLE) que se fijan en la tabla siguiente:

PARÁMETRO	UNIDAD	VLE
Aceites y grasas	mg/l	10
Amonio total	mg NH_4 /l	4
Conductividad	μ S/cm	3.000
DBO ₅	mg O_2 /l	25
DQO	mg O_2 /l	125
E. coli	UFC/100 ml	1.800
Fósforo total	mg P/l	3*

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Nematodos intestinales	Huevos/10 l	2
Nitrógeno total	mg N/l	25*
Sólidos en suspensión	mg/l	35

Tabla 6. VLE para efluente residual.

*Valor medio anual.

Para la consecución de los objetivos propuestos, es decir, para asegurar que los parámetros de vertido exigidos se cumplen en todo momento, se va a realizar el diseño de montaje de un equipo de generación de ácido hipocloroso, así como el diseño de las conducciones necesarias y los equipos de impulsión asociados como una bomba dosificadora, para el tratamiento desinfectante con el nuevo equipo de generación de Anolyte.

Además, se calcularán las pérdidas de carga que tendrán las tuberías y se sobredimensionará ligeramente equipos, depósitos y bombas para asegurar el correcto funcionamiento del diseño, y su correcta aplicación en la EDAR.

7.2 Método de desinfección elegido

A continuación, se va a comentar en qué consiste el desinfectante elegido y cómo será la instalación en torno a este. En primer lugar, se introducen las características de la máquina de generación de *Anolyte*, cuyo componente desinfectante principal es ácido hipocloroso, producido por *Aquactiva Solutions SL* en la EDAR Almenara, que será el producto utilizado como desinfectante en el diseño del presente proyecto.

Para entender la oferta técnico-económica que ofrece el equipo de *Aquactiva Solutions SL* y el interés en el estudio de esta nueva tecnología, se van a especificar los componentes necesarios para proveer e instalar un sistema completo de desinfección de aguas para la EDAR de Almenara, usando la tecnología de desinfección de una máquina LAMI-200 de producción de desinfectante ácido hipocloroso, con la capacidad máxima de producción de 200 l HClO/h, cuyas características principales se muestran en la siguiente tabla:



Figura 21. Máquina aquactiva unidad LAMI-200

Unidad: Generador ECA LAMI-200	
Características	Automática
Corriente de celda DC	100 A
Suministro eléctrico	230 VAC 50/60 Hz
Consumo de energía eléctrica	1.500 W
Energía para FAC	14,6 W-h/g
Consumo de sal (NaCl)	2,8 g/l
Sal para FAC	5,6 g/g
Dimensiones LxWxH:	1260x300mm H810mm
Capacidad de producción <i>Anolyte</i>	205 l/h
ORP (Redox)	850-950 mV
pH	7
Concentración FAC	500 ppm
Producción FAC	102,5 g/h
Producto secundario NaOH (<i>Catholyte</i>)	5% - pH 13 – ORP – 900 mV

Tabla 7. Características unidad Aquactiva LAMI-200

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Los componentes secundarios asociados a la tecnología aquactiva son:

- 1 depósito salmuera 200 l.
- 1 descalcificador Delta Duplex.
- 1 panel para máquinas LAMI con filtro de partículas.
- 1 electroválvula.
- 1 válvula manual.
- 1 regulador de presión.
- 1 manómetro y tubos de conexión.

La tecnología de producción de ácido hipocloroso (HClO), industrialmente denominado *Anolyte*, es capaz de crear un producto desinfectante a partir de materias primas muy básicas como son; agua, sal y electricidad.

Mediante esta tecnología, se produce un producto desinfectante de pH regulable en la propia máquina de producción, gracias a los metales del ánodo y del cátodo, con las siguientes características.

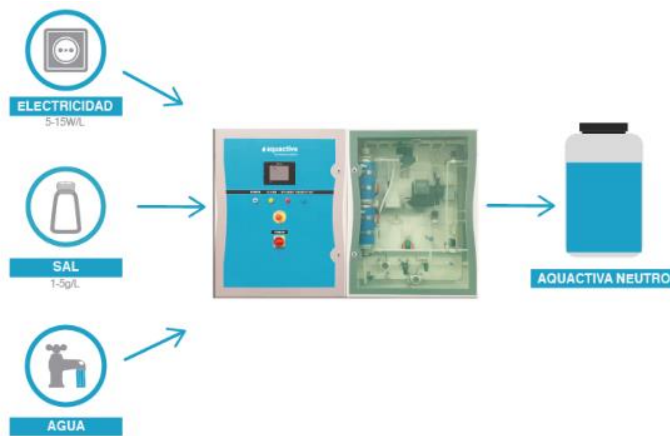


Figura 22. Principios básicos de funcionamiento de la tecnología aquactiva.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Características técnicas de las soluciones producidas por el equipo aquactiva:

Aquactiva ácido (A)

- FAC = 500-700 ppm
- pH = [2,0-3,5]
- ORP = [1000-1200] mV

Aquactiva básico (B)(*Catholyte*)

- FAC = 0 ppm
- pH = [11,0-13,0]
- ORP = [-800, -900] mV

Aquactiva Neutro (ANB) (*Anolyte*)

- FAC = [500-700] ppm
- pH = [5,0-8,5]
- ORP = [700-900] mV

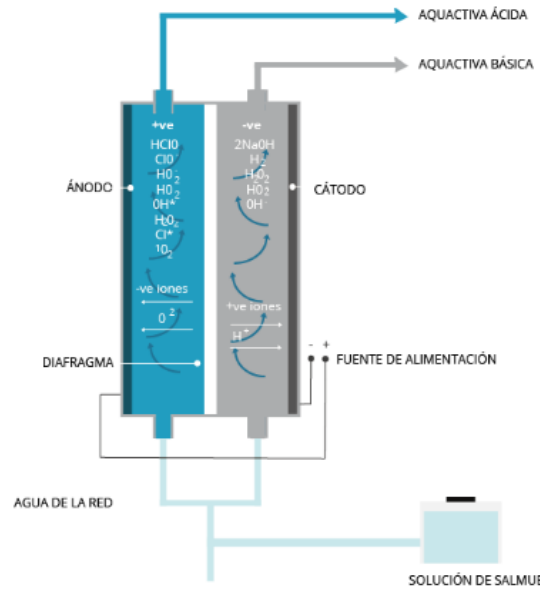


Figura 23. Ánodo y cátodo tecnología aquactiva

Sustancias activas en el producto desinfectante *Anolyte*:

El *Anolyte* es un líquido incoloro y transparente con un ligero olor a cloro que contiene cloro activo compuesto por HClO y ClO⁻ así como varios hidroxilos como OH⁻², OH⁺², OH⁻, OH⁺, H₂O₂ y compuestos de oxígeno como O₂ y O₃ que le confieren las propiedades de biocida y esporicida.

Las sustancias activas en este producto desinfectante son HClO y ClO⁻.

En la siguiente tabla se muestra la composición de la mezcla:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

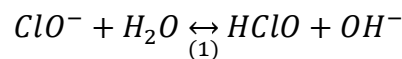
Componentes	CAS-no	EINICS-no	Wt/Vol %	Símbolos
Cloruro de sodio	7646-14-5	231-596-3	0,26	NaCl
Ácido hipocloroso	7782-50-5	231-959-5	0,05	HClO
Ión hipoclorito	7681-52-9	231-668-3	HClO + ClO ⁻	ClO ⁻
Agua	7732-18-5	231-791-2	99,69	H ₂ O

Tabla 8. Composición química *Anolyte*.

Todos los componentes determinados se listan en el inventario EINICS europeo.

Reacciones químicas en la producción de *Anolyte*

Los compuestos de cloros activos existen en un estado de equilibrio que es representado por las reacciones siguientes:



De acuerdo con la reacción (1) la relación entre el ácido hipocloroso (HClO) y el ión hipoclorito (ClO⁻) depende solamente del valor del pH. La proporción del porcentaje de ión hipoclorito y ácido hipocloroso en las soluciones se detallan en la tabla siguiente:

Valor pH	% HClO en <i>Anolyte</i>	% ClO ⁻ en <i>Anolyte</i>
7,0	79,1	20,9
7,5	54,8	45,2
8,0	27,5	72,5

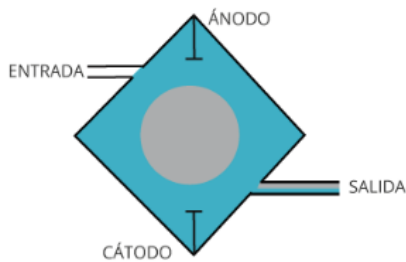
Tabla 9. Proporción de HClO y ClO⁻ en *Anolyte* según valor de pH.

La tecnología Aquactiva se diferencia de los sistemas electrolíticos convencionales por su membrana y por los metales del ánodo y cátodo. El sistema combinado de membranas y electrólisis permite:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

- Producción de 2 soluciones: un desinfectante altamente oxidante: Aquactiva ácido y Aquactiva Neutro (*Anolyte*), y un detergente con propiedad coagulante y floculante: Aquactiva básico (*Catholyte*).
- Posibilidad de regular el pH, así como el nivel de oxidación o potencial de reducción, en función de la aplicación y necesidades.

ELECTRÓLISIS ESTÁNDAR
GENERACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO



TECNOLOGÍA AQUACTIVA
GENERACIÓN DE AQUACTIVA ÁCIDA Y BÁSICA

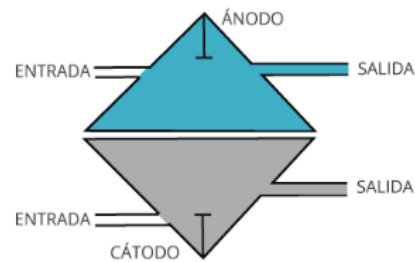


Figura 24. Tecnología aquactiva.

Para continuar, se van a mostrar las principales características del equipo de aquactiva:

- Fuerte esterilizante y oxidante (FAC=500 ppm, ORP/REDOX = 700-1200 mV).
- Potente desinfectante con acción rápida, eficaz contra todo tipo de virus, bacterias, algas, hongos, legionella, etc.
- 100% biodegradable y no agresivo para seres vivos o el medioambiente, puede ser vertido directamente sin tratamiento.

Según los cálculos en la estancia en prácticas, la máquina LAMI-200 tiene los consumos siguientes en:

- Sal: 2.8 g/l de desinfectante aquactiva Neutro (*Anolyte*) generado.
- Energía: 1,5 kW/h
- Agua: 1l de desinfectante *Anolyte* necesita aproximadamente 1,053 l de agua de servicio (es posible usar también agua de red, pero no es necesario).

El esquema de instalación para la desinfección del agua de un EDAR típico se resume en:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

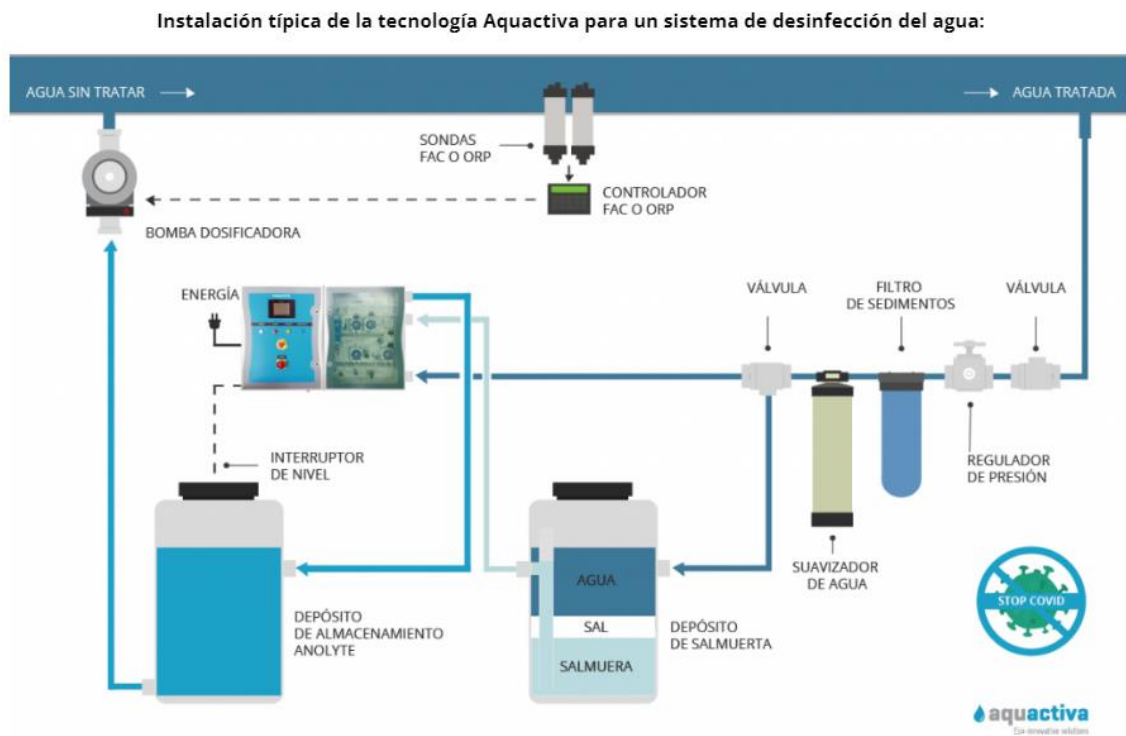


Figura 25. Instalación de la tecnología Aquactiva para un sistema de desinfección de agua.

Finalmente, se muestran los principales beneficios del ácido hipocloroso en la desinfección de agua de EDAR mediante sus características ventajosas más específicas:

- Altamente eficaz frente a todos los tipos de patógenos (E. Coli, Clostridium, Legionella y otras bacterias, virus, esporas, algas, hongos, etc.) a baja dosis (0,50% para aguas residuales).
- Reduce y elimina la formación de sub-productos derivados de la desinfección (DBP's): cloraminas, cloratos, trihalometanos, etc.
- Elimina el biofilm, algas y calcificaciones de las tuberías.
- Amplia capacidad de producción: capaz de desinfectar una EDAR desde 20 m³/ día hasta 50.000 m³/ día.
- Las soluciones aquactiva pueden ser almacenadas y guardadas para un uso ulterior sin perder propiedades hasta 1 año.

Por último, se muestran sus múltiples aplicaciones:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara



Figura 26. Aplicaciones para los productos obtenidos en el ánodo y cátodo.

Parámetros de control del Catholyte

Se trata de un detergente catalogado como producto no peligroso por las normas REACH y CLP, pudiéndose verter directamente al desagüe sin tratamiento previo. Se puede ver en el documento Anexos más información acerca de este producto.

Sus características principales atienden a una solución básica que se comporta bien contra los metales pesados, favoreciendo la floculación. Puede ser objeto de estudio para su uso como floculante en la EDAR, así como su uso como detergente genérico para limpieza de suelos, superficies, maquinaria etc.

Tiene múltiples aplicaciones como detergente y al poder ser vertido directamente al desagüe, se convierte en un subproducto útil en la propia EDAR.

Los parámetros de control de este producto detergente son los siguientes:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

CAS N°	Designación	Tipo	VLE
1310-73-2	Hidróxido de sodio	Estonia: a largo plazo	1 mg/m^3 (Límite exposición a corto plazo para período de referencia de 5 min).
		Estonia: limitación máxima	2 mg/m^3 (Límite exposición a corto plazo para período de referencia de 5 min).

Tabla 10. Parámetros de control *Catholyte*.

7.3 Instalación a pequeña escala (planta Piloto)

El diseño de montaje de la planta piloto se puede resumir en el siguiente diagrama de flujo del sistema, donde se detalla la generación de los dos productos por parte de la máquina de generación del desinfectante.

El primero de ellos será el rechazo, se tratará de un subproducto formado por una variedad de compuestos básicos y es denominado *Catholyte*, constituye un 5% del agua corriente utilizada por la máquina. Mientras el otro producto generado es el desinfectante *Anolyte*, su componente desinfectante principal es ácido hipocloroso (HClO). La generación del producto supone un 95% del agua corriente consumida por la máquina.

A continuación, se muestra un esquema simplificado del montaje completo de la planta piloto:

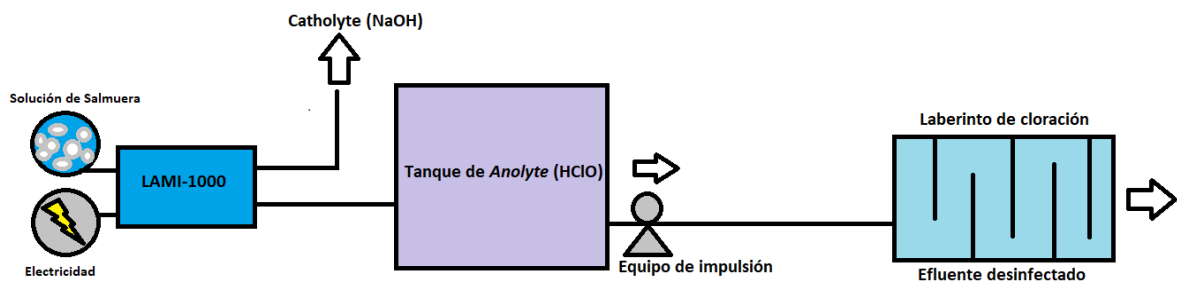


Figura 27. Esquema montaje planta piloto.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Para este diseño es imprescindible conocer las prestaciones de la máquina de generación del desinfectante, en la siguiente tabla se ve un resumen de las características principales que tendrá el equipo de generación de HClO, LAMI-200:

Unidad: Generador ECA LAMI-200	
Características	Automática
Corriente de celda DC	100 A
Suministro eléctrico	230 VAC 50/60 Hz
Consumo de energía eléctrica	1.500 W
Energía para FAC	14,6 W-h/g
Consumo de sal (NaCl)	2,8 g/l
Sal para FAC	5,6 g/g
Dimensiones LxWxH:	1260x300mm H810mm
Capacidad de producción <i>Anolyte</i>	205 l/h
ORP (Redox)	850-950 mV
pH	7
Concentración FAC	500 ppm
Producción FAC	102,5 g/h
Producto secundario NaOH (<i>Catholyte</i>)	5% - pH 13 – ORP – 900 mV

Tabla 11. Características unidad Aquactiva LAMI-200.

Para la consecución de los objetivos planteados en este proyecto, se debieron tener en cuenta tres aspectos principalmente: El montaje de todo lo relativo al nuevo desinfectante, el plan de medición de ambos productos (*el Anolyte y el hipoclorito de sodio*) y la comparación de los resultados obtenida entre ellos para la obtención de su eficacia.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

En primer lugar, para el montaje de la planta piloto, se realizó el montaje de un depósito de 1.000 litros, que hacía las veces simulador de laberinto conectado en paralelo al laberinto de cloración original. Dicho depósito estaba conectado a una bomba de succión situada en el caudal influente al laberinto de cloración, tras la salida de agua de la decantación secundaria de la EDAR. La bomba de succión generaba intencionadamente un caudal de 4.000 l/h al depósito para así asegurar un tiempo de residencia del agua sin tratamiento, dentro del simulador de laberinto de cloración, de 15 minutos, que es el tiempo mínimo necesario exigido por la normativa vigente en la EDAR, que debe permanecer el agua sin tratar dentro del laberinto original. El caudal efluente residual del laberinto piloto con agua ya tratada con ácido hipocloroso era recirculado directamente al laberinto original.

El depósito que hacía las veces de simulador de laberinto de cloración, estuvo a su vez conectado a una sonda de medición de valor ORP y conductividad de la mezcla. Esta sonda medía los mili voltios presentes en la disolución de agua sin tratar y el nuevo desinfectante, con el fin de proporcionar datos acerca de cuál era el valor más óptimo de potencial de reducción en la mezcla, para así asegurar en los resultados una cantidad de UFC de *E.Coli* que se halle dentro de los límites establecidos para los análisis microbiológicos.

Continuando con el montaje, gracias al contacto con la empresa Aquactiva se pudo realizar la instalación de una máquina de generación de ácido hipocloroso (*Anolyte*), conectada directamente a la red eléctrica. Para el montaje de esta, se disponía de dos depósitos, uno de menor capacidad con agua corriente y sal común en dados, que se encarga de abastecer de agua y sal a la máquina de generación de ácido hipocloroso, para la creación de una disolución de salmuera y otro de 1.000 litros donde se almacena el ácido hipocloroso generado por la máquina de Aquactiva LAMI-200.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara



Figuras 28 y 29. Tanques de almacenamiento planta piloto.

El depósito de 1.000 l con ácido hipocloroso (*Anolyte*) ya generado, se conectó a una bomba de impulsión con un caudal regulable de entre 5 y 40 l/h. La bomba recogía el ácido hipocloroso del tanque, generado in situ, y se conducía hasta el laberinto piloto, con la dosificación necesaria requerida en cada momento, según las necesidades pertinentes. El rechazo en la planta piloto era casi insignificante, lo que permitía su vertido al desagüe directamente.

Se muestra la relación entre el consumo de agua en litros diaria de la máquina de generación de ácido hipocloroso y la generación del propio desinfectante en litros obtenida en el estudio para la máquina LAMI-200. justificado en Anexos:

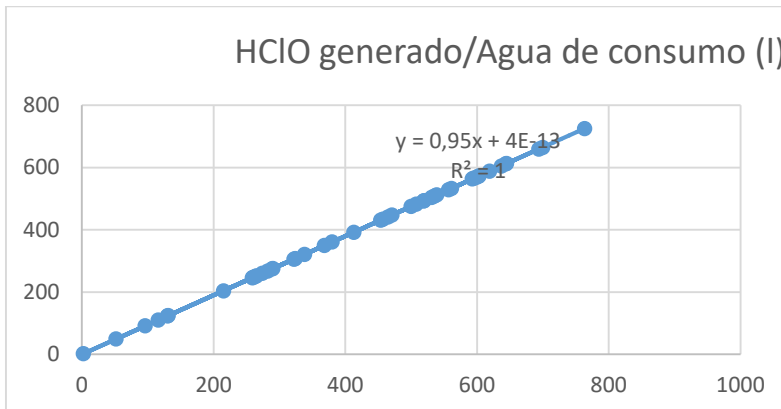


Figura 30. Relación entre el *Anolyte* generado y el consumo de agua corriente

Con el fin de aclarar el proceso, se detallan los equipos que fueron necesarios para la instalación a pequeña escala:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

- Máquina de generación de hipocloroso: LAMI-200.
- Volumen del depósito de ácido hipocloroso: $1 m^3$.
- Volumen del depósito de Salmuera: 200 l.
- Volumen depósito del laberinto piloto: $1 m^3$.
- Dosificación *Anolyte* (HClO) óptima por la bomba de dosificación: 22.5 l/h.
- Generación de HClO diaria por LAMI-200, tomando datos del estudio en prácticas:

$$\frac{\text{Agua consumida diaria por LAMI} - 200 \text{ (l)}}{\text{trabajo diario máquina LAMI} - 200 \text{ (h)}} = \text{Consumo agua diario LAMI} - 200 \left(\frac{\text{l}}{\text{h}}\right)$$

$$\text{Consumo agua diario LAMI} - 200 \left(\frac{\text{l}}{\text{h}}\right) = 205.39 \text{ l/h};$$

$$\frac{\sum \text{litros HClO generados (l)}}{\text{horas de funcionamiento máquina (h)}} = \text{Cap. generación HClO por LAMI} - 200 \left(\frac{\text{l}}{\text{h}}\right)$$

$$\text{Capacidad generación HClO por LAMI} - 200 = 195.11 \text{ l/h}$$

Requisitos y resultados del estudio en la planta piloto:

Elemento	Propiedades
Generador <i>Anolyte</i> Aquactiva	LAMI-200
Depósito simulador de laberinto	$1 m^3$
Depósito de Salmuera	200 l
Depósito de ácido hipocloroso	$1 m^3$
Bomba dosificadora	Ql= [5-40] l/h
Caudal óptimo de dosificación de HClO	22,5 l/h
Agitador de tanque	Adecuado para $1 m^3$ de solución
Sonda ORP	Medición de valor ORP en una mezcla

Tabla 12. Requisitos y resultados para planta piloto durante estancia en prácticas.

7.3.1 Pruebas de laboratorio en la planta piloto

Durante la estancia en prácticas del alumno en la EDAR, se hicieron múltiples ensayos microbiológicos con ambos productos desinfectantes para comprobar su efectividad.

Para ello, a cada hora durante dos meses se tomaron datos del propio simulador del laberinto de cloración. Los datos de interés fueron el valor pH de la mezcla, el valor ORP en milivoltios y el caudal de dosificación de *Anolyte* en cada momento.

Además, se realizaron análisis microbiológicos mediante filtración con membrana y bomba de vacío, cuya metodología de ensayo se enuncia en anexos. Este tipo de ensayos se realizó dos o tres veces por semana y al día siguiente de cada ensayo se procedía al conteo de bacterias *E. coli* y coliformes en las placas Petri con agar cromogénico que se incubaban durante 24 horas, para su conteo. El caudal efluente del simulador de laberinto de cloración se recogía para su análisis, con el fin de optimizar el caudal de dosificación y conocer la efectividad del desinfectante sometido a estudio.

Por último, se realizó esporádicamente en los primeros días del mes unos análisis de la misma índole que los anteriores, pero con el desinfectante vigente en la EDAR, el hipoclorito de sodio (NaClO).

7.4 Instalación a escala real

El diseño para el montaje a escala real en la EDAR Almenara, se puede resumir en el siguiente diagrama de flujo del sistema, donde se detalla la generación de los dos productos por parte de la máquina de generación del desinfectante.

Tal y como se observa en los cálculos justificativos, la dosis óptima para un laberinto de cloración de $29,5 \text{ m}^3$ es una dosificación constante de 675 l Anolyte/h . Conociendo este valor óptimo y su sobredimensionamiento, se ha obtenido que el caudal de generación de *Anolyte* adecuado debe ser mayor o igual a 995 l .

Para la dosificación del desinfectante, se requiere una bomba dosificadora. La bomba dosificadora pensada para esta instalación, a su vez debe cumplir ciertos parámetros que se

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

detallan en el documento de anexos y en un resumen de requisitos al final de este mismo apartado.

A continuación, se muestra un esquema simplificado del montaje completo:

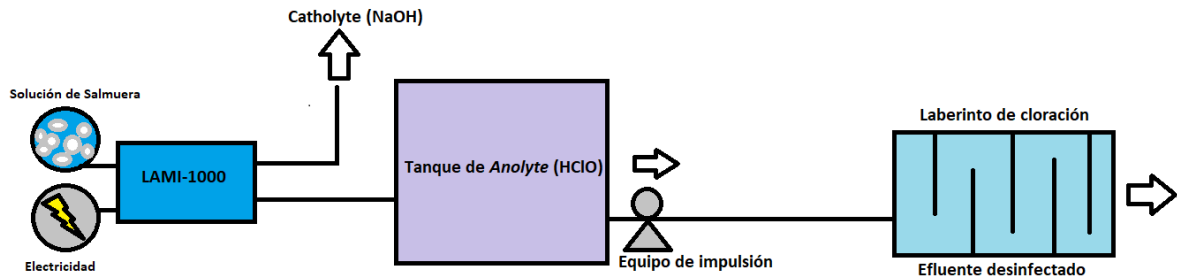


Figura 31. Esquema de montaje del tratamiento terciario mediante ácido hipocloroso.

Para la realización del diseño es imprescindible conocer las prestaciones de la máquina de generación del desinfectante y escoger el equipo adecuado.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las características principales que tendrá el equipo de generación requerido, según aporta el catálogo ofrecido por Aquactiva, el cual se encuentra en Anexos, el caudal de generación de HClO de 1.000 l/h.

Unidad Generador ECA LAMI-1000	
Características	Automática
Corriente de celda DC	500 A
Suministro eléctrico	400 VAC 50/60 Hz 3phase
Consumo de energía eléctrica	6 kW
Energía para FAC	12 W-h/g
Consumo de Sal (NaCl)	2,8 g/l
Sal para FAC	5,6 g/g
Dimensiones LxWxH	1200x400mm H1400mm
Capacidad de producción <i>Anolyte</i>	1000 l/h

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

ORP (Redox)	850-950 mV
pH	7
Concentración FAC	500 ppm
Producción FAC	500 g/h
Subproducto NaOH (<i>Catholyte</i>)	3% - pH 13 – ORP -900 mV

Tabla 13. Características equipo LAMI-1000

Como se justifica en el documento de anexos, la máquina de generación LAMI-1000 es el equipo seleccionado para la instalación deseada de generación del desinfectante HClO, la elección de dicha máquina principalmente fue tomada por poseer un caudal de generación de desinfectante de hasta 1.000 l HClO/h, cuyo valor es muy similar al de sobredimensionamiento calculado en anexos.

Además, se prevé un sistema de llenado y vaciado continuo del depósito de *Anolyte*, se establece que el depósito será llenado al máximo antes del comienzo de la dosificación, para así asegurar que el producto desinfectante ocupe más de un 50% de la capacidad total del tanque durante su habitual funcionamiento, mientras está en constante producción a lo largo del día.

Para aclarar la instalación de la máquina de generación del desinfectante LAMI-1000 se muestra un esquema típico de montaje:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

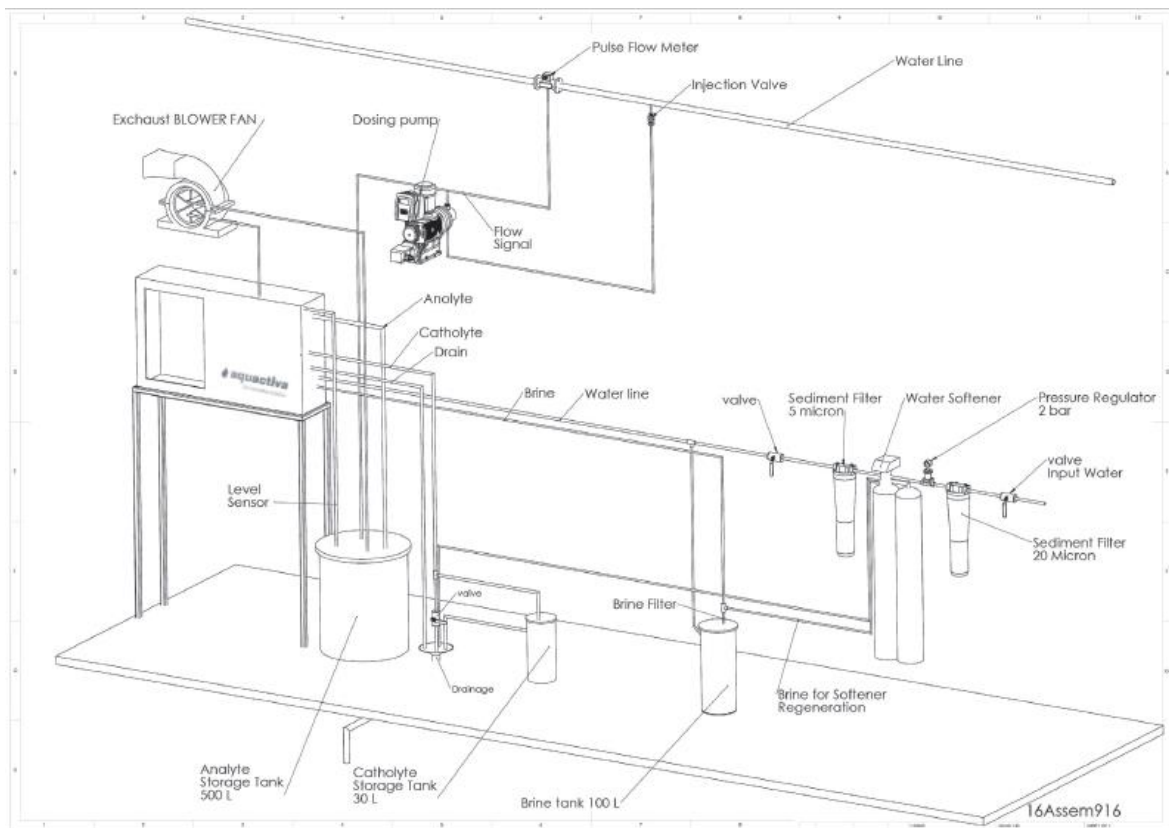


Figura 32. Esquema típico del montaje de la tecnología Aquactiva.

La instalación y diseño de este equipo se realizará por parte del personal de la empresa *Aquactiva Solutions SL*, cuyo personal de montaje y accesorios se incluyen en el precio de compra del equipo de generación de esta nueva tecnología de producción.

Como parte del proyecto, se diseñarán los depósitos tanto para la disolución de salmuera como para los productos generados por la máquina, con la capacidad necesaria para su buen funcionamiento en la EDAR. Este montaje se realizará en la sala de deshidratación de fangos activados.

Como se justifica en Anexos a partir de la hoja de seguridad que aporta la empresa *Aquactiva* para el proyecto, el residuo producido por la máquina de generación, subproducto denominado *Catholyte*, este producto se puede verter sin problema al desagüe por lo que no será necesario ningún tipo de depósito para el almacenaje de este producto, ahorrando en transporte de productos y emisiones y aumentando la sostenibilidad de la propia EDAR.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

En la siguiente tabla se muestran los requisitos de diseño principales para la instalación correcta del equipo y la conducción de ácido hipocloroso hasta el laberinto de cloración, cuyos cálculos han sido justificados en Anexos:

Elemento	Propiedades
Laberinto de cloración	29,5 m ³
Depósito de Salmuera	1,5 m ³
Depósito de ácido hipocloroso	10 m ³
Bomba dosificadora	$Q_{req} = 995 \text{ l/h}$
Caudal óptimo de dosificación	675 l HClO/h
Conducción de tuberías	No hay requisitos

Tabla 14. Requisitos para la instalación.

El diseño requiere dos campos de acción principales. En primer lugar, el desmontaje del sistema de desinfección actual, que es el hipoclorito de sodio. Este desmontaje incluye la desinstalación de la conducción de PVC vigente en la EDAR desde el tanque de almacenamiento hasta el laberinto de cloración, así como del depósito de 1000 litros de NaClO situado en el edificio de deshidratación. De igual manera se hará la nueva instalación, sustituyendo conducciones y equipos para el tratamiento terciario con el nuevo desinfectante.

Según el esquema de la EDAR, la conducción de la instalación de la dosificación de ácido hipocloroso se instalará desde el edificio de deshidratación hasta el laberinto de cloración como se muestra en la siguiente figura:

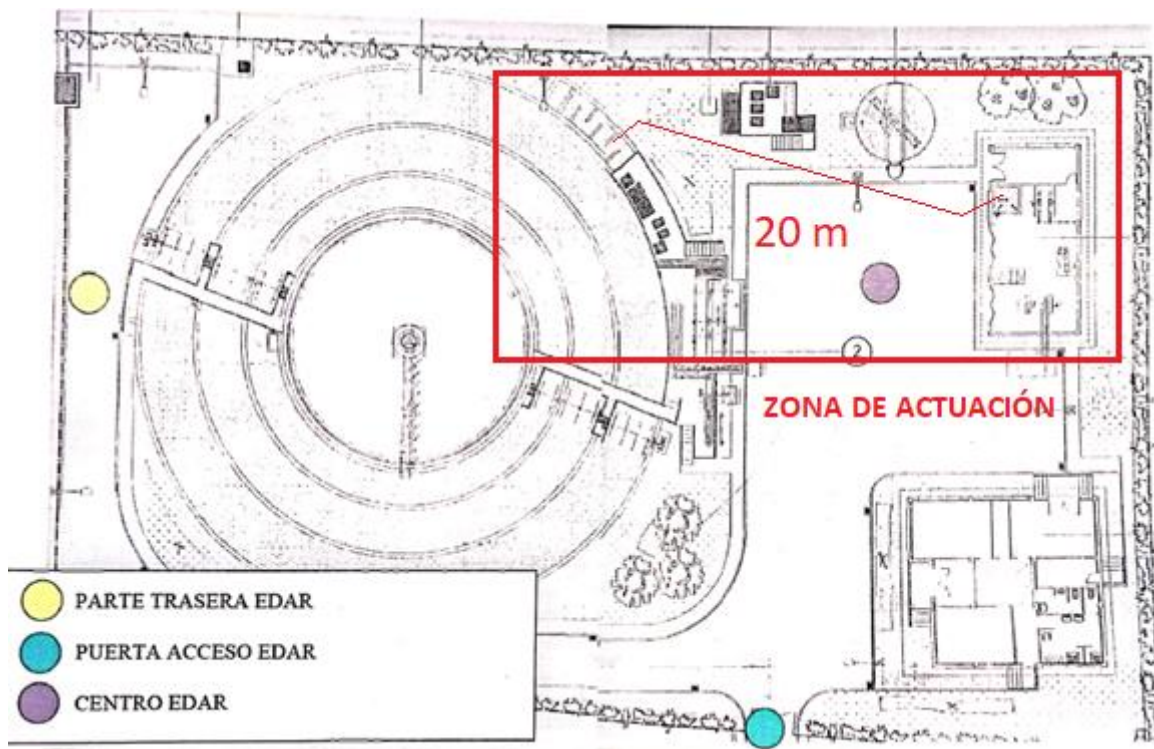


Figura 33. Zona de actuación planta EDAR

Para la realización de esta nueva instalación se diseñará la ubicación y el dimensionamiento de dos nuevos depósitos: un primer tanque para la disolución de salmuera y otro para el almacenamiento del producto generado por la máquina de generación de ácido hipocloroso LAMI-200, el desinfectante HClO (*Anolyte*). El rechazo *Catolyte*, a pesar de contener NaOH en su composición, es catalogado por las normas CLP y puede ser vertido sin peligro en cualquier desagüe, por lo que no requiere depósito.

Se muestra el diseño de la conducción completa de HClO desde su depósito de almacenamiento hasta su salida en el laberinto de cloración. El diseño requiere una conducción similar a la vigente en la EDAR, el diseño se realizará tal y como se muestra en la siguiente figura:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

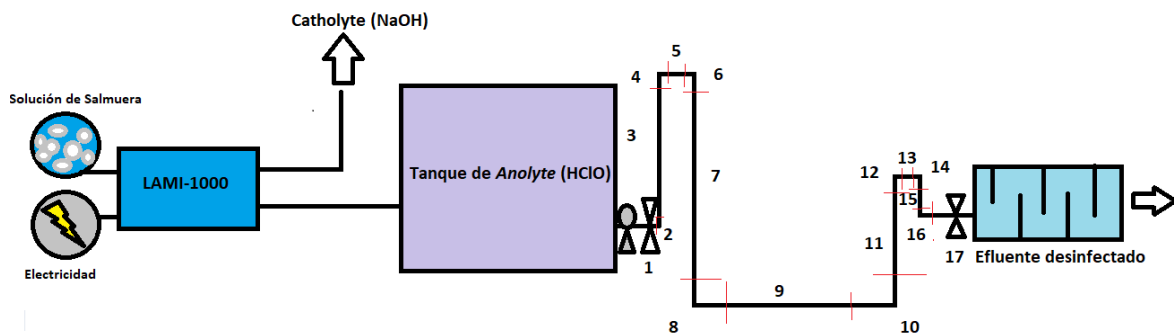


Figura 34. Esquema del montaje de la conducción de ácido hipocloroso.

La conducción de ácido hipocloroso tendrá comienzo en un depósito de 10 metros cúbicos situado en el edificio de deshidratación, donde se almacenará la continua producción y la posterior dosificación de ácido hipocloroso al laberinto de cloración. Este depósito sustituirá el actual depósito de hipoclorito de sodio situado en el edificio de deshidratación.

Para la impulsión del producto se va a utilizar una bomba dosificadora capaz de regular el caudal para optimizar el consumo de HClO.

El diseño de montaje se dividirá en:

- Depósitos de almacenamiento
- Requisitos para la conducción
- Equipos de impulsión

7.4.1 Depósitos de almacenamiento

El montaje de la instalación requiere de dos depósitos de almacenamiento:

Un primer tanque será destinado a la realización de una disolución de salmuera, a partir de agua corriente y sal común en dados. Según se puede encontrar en los anexos, la medida de este tanque debe ser mínimo de 1.500 l de capacidad para la correcta producción de la disolución en salmuera. Estará situado en el edificio de deshidratación junto a la máquina de producción de ácido hipocloroso que se instalará en el mismo edificio.

Otro depósito tendrá la finalidad de la reserva y almacenamiento del propio desinfectante de la EDAR. Tal y como se observa en anexos, las medidas de este depósito deben ser de al

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

menos 10.000 litros de capacidad para asumir la producción regulable de HClO en la planta EDAR.

Por último, un tercer tanque será destinado a la acumulación del *Catholyte* proveniente del rechazo de la máquina de producción de HClO. Como se justifica en anexos, no se requiere de ningún depósito para este subproducto ya que puede ser vertido en cualquier desagüe.

Equipo	Capacidad requerida (l)
Depósito para disolución de Salmuera	1.500
Depósito para ácido hipocloroso (<i>Anolyte</i>)	10.000

Tabla 15. Capacidad requerida para los tanques de almacenamiento

7.4.2 Requisitos para la conducción

Para el diseño de la conducción se deben tener en cuenta los accidentes y cambios en la altura de la conducción:

En lo respectivo al recorrido del desinfectante dentro de las tuberías, esta será diseñada desde su salida en la sala de deshidratación de fangos hasta el laberinto de cloración de la EDAR. La conducción diseñada debe superar un metro y medio de altitud para salir por la ventana del edificio de deshidratación y posteriormente descender 2,5 metros de altura para poder enterrar la conducción bajo tierra y realizar un trayecto de 20 metros de longitud equivalente para finalmente ascender de la tierra un metro y medio para fluir hasta el laberinto de cloración. Además, la conducción contará según el diseño, con 6 codos de 90° standard, 2 codos de 90° de gran curvatura y dos válvulas de asiento regulables.

El ácido hipocloroso es un desinfectante que posee unas características favorables en cuanto a la elección del tipo de material que se debe escoger para su conducción, como se puede observar en el apartado 7.2, donde se explica el funcionamiento del desinfectante elegido, en este mismo punto. Es un producto no corrosivo, biodegradable e inocuo, que evita la formación de costras y cristalizaciones.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Por tanto, la decisión del tipo de conducción será decidida por el precio que exija la instalación de ésta, pues no tiene requerimientos especiales a tener en cuenta para la aplicación.

Accesorios requeridos para la conducción de HClO:

Equipo	Requisito
Diámetro de la conducción óptimo	$D_i = [0,01-0,015] \text{ m}$
Velocidad óptima en la conducción	$v = [1,2 - 3,0] \text{ m/s}$
Conducción lisa	Sin requisitos de diseño
6 codos 90° standard	Sin requisitos de diseño
2 codos 90° gran curvatura	Sin requisitos de diseño
2 válvulas de asiento	Sin requisitos de diseño

Tabla 16. Requisitos de la conducción de *Anolyte*.

7.4.3 Equipos de impulsión

En lo referente a los requisitos de impulsión necesarios para el montaje de a instalación del equipo, el único equipo necesario se utilizará para la dosificación de ácido hipocloroso desde el tanque hasta el laberinto de cloración.

La bomba de dosificación se situará en el inicio de la conducción, sus parámetros requeridos serán:

Equipo	Potencia (kW)	Caudal nominal $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$	Altura nominal (m)
Bomba dosificadora	0,01523	1.000	10,2

Tabla 17. Requisitos para la bomba de dosificación de *Anolyte*.

8. Resultados finales

En este apartado se va mostrar la selección de las distintas instalaciones, equipos, bombas y conducciones elegidas para la realización de la instalación de este proyecto.

Tal y como se define en el punto 7.4 de la memoria, se requieren tres tipos de instalación distinta:

- Depósitos de almacenamiento
- Equipos de impulsión
- Requisitos para la conducción

8.1 Depósitos de almacenamiento

Se han considerado los más adecuados y se han elegido los siguientes depósitos de almacenamiento, cuyos detalles se pueden ver en anexos:

Equipo	Capacidad (l)
Depósito para disolución de Salmuera	1.500
Depósito para ácido hipocloroso	10.000

Tabla 18. Capacidad de los depósitos de almacenamiento elegidos.

8.1.1 Depósito de Salmuera

Resumen de características del depósito elegido:

Capacidad (l)	1.500
Dimensiones (mm)	1.240 x 1.510 x 1.220
Material	PVC
Precio (€)	357,66

Tabla 19. Características del depósito elegido para solución de Salmuera

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Esquema del depósito, cotas en mm:

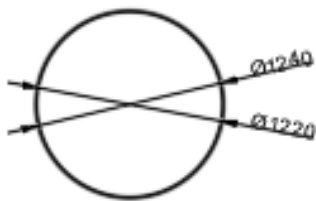
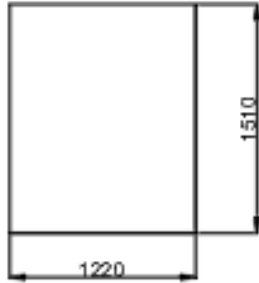


Figura 35. Esquema depósito de Salmuera

8.1.2 Depósito de ácido hipocloroso

Resumen de características:

Capacidad (l)	10.000
Dimensiones (mm) DxH B	2000 x 3.200 B560
Material	Poliéster
Precio (€)	2.242,09

Tabla16. Características del depósito elegido para producto *Anolyte* (HClO)

Esquema del depósito, cotas en mm:

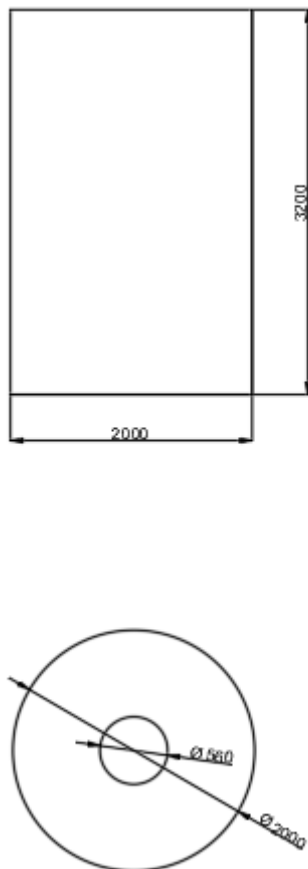


Figura 36. Esquema depósito de ácido hipocloroso.

8.2 Requisitos para la conducción

Se han elegido las siguientes características para la conducción

Material	Unidades	Especificaciones
Barra PVC (5 m. de longitud)	4	Tubo PVC-U presión serie lisa, junta con rosca, NTP-399.166:2003, PN=16 atm, DN=1/2''
Codo 90° standard	6	Tubo PVC-U presión serie lisa, junta con rosca, NTP-399.166:2003, PN=16 atm, DN=1/2''
Codo 90° gran curvatura	2	Tubo PVC-U presión serie lisa, junta con rosca, Norma NTP-399.166:2003, PN=16 atm, DN=1/2'' (a medida)
Válvula de asiento	2	Válvula de asiento inclinado, Latón, Norma UNE-EN-12165, PN=16 atm, DN=1/2'' mm

Tabla 17. Conducciones y accesorios elegidos.

Esquema de tuberías de conducción de PVC, cotas en mm:

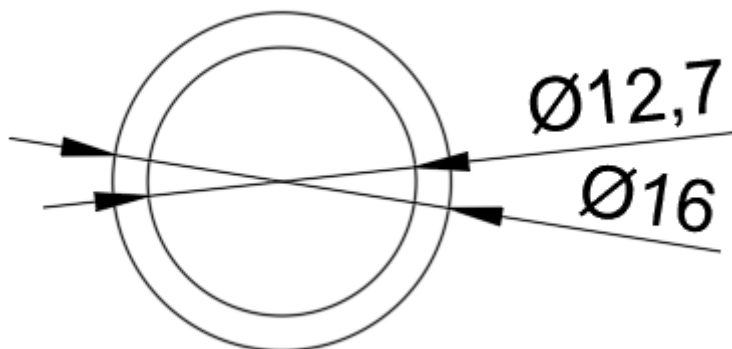


Figura 37. Esquema conducción PVC.

Esquema del accesorio válvula de asiento:

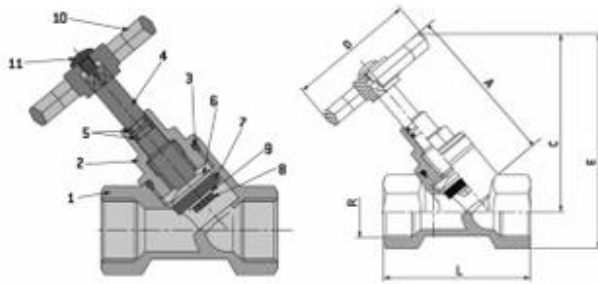


Figura 38. Esquema válvula de asiento.

8.3 Equipos de impulsión

En lo referente a los requisitos de impulsión necesarios para el montaje de a instalación del equipo, el único equipo necesario se utilizará para la dosificación de ácido hipocloroso desde el tanque hasta el laberinto de cloración.

Según justifican los anexos, la bomba de dosificación se situará en el inicio de la conducción y sus parámetros elegidos son:

Equipo	Potencia (kW)	Caudal nominal ($\frac{m^3}{h}$)	Altura nominal (m)
Bomba dosificadora	0,46	1,7	11,98

Tabla 18. Equipo de impulsión elegido.

Esquema del equipo de impulsión elegido:

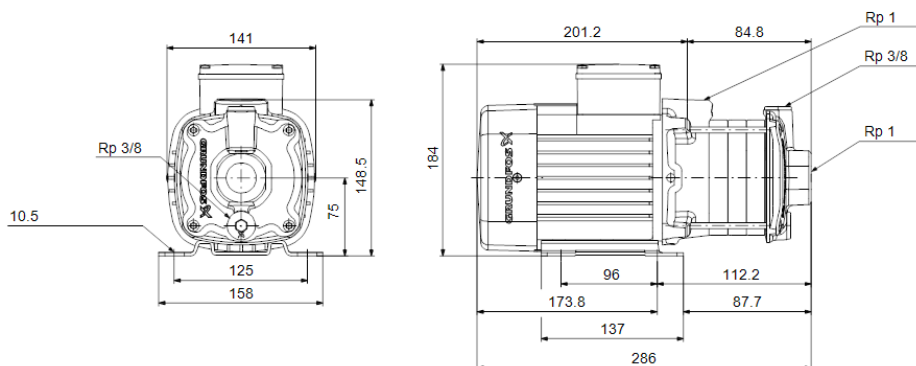


Figura 39. Esquema de la bomba dosificadora.

9. Planificación

La planificación en este proyecto de diseño de una conducción de ácido hipocloroso se centrará principalmente en la generación disponible del desinfectante y su posterior dosificación adecuada para el cumplimiento de los parámetros de salubridad expuestos en el apartado de requisitos de diseño y sus características elegidas en resultados finales.

En este apartado se muestra la planificación a tiempo real del proyecto, detallando el tiempo necesario invertido en todos los montajes, las obras civiles e instalaciones y equipos de impulsión pertinentes.

Se muestra un esquema organizativo estimado del proyecto:

Actividad	Fecha inicio	Días de duración	Fecha finalización
Montaje equipo aquactiva(LAMI-200)	10/03/2021	2	12/03/2021
Montaje planta piloto	15/03/2021	7	22/03/2021
Análisis de laboratorio	15/03/2021	51	05/05/2021
Desmontaje planta piloto	06/05/2021	7	13/05/2021
Obra civil y desinstalación tuberías NaClO	13/12/2021	30	11/01/2022
Montaje equipo aquactiva (LAMI-1000)	12/01/2022	10	22/01/2022
Instalación depósitos de almacenamiento	12/01/2022	14	26/01/2022
Instalación tuberías HClO	12/01/2022	30	11/02/2022
Instalación bomba dosificadora	14/02/2022	3	17/02/2022
Puesta en marcha y corrección errores	18/02/2022	10	28/02/2022

Figura 39. Plan de instalación del nuevo desinfectante

Por último, se muestra el diagrama de Gantt a partir de la tabla anterior, para la creación de este se ha utilizado una tabla Excel diseñada para este propósito:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

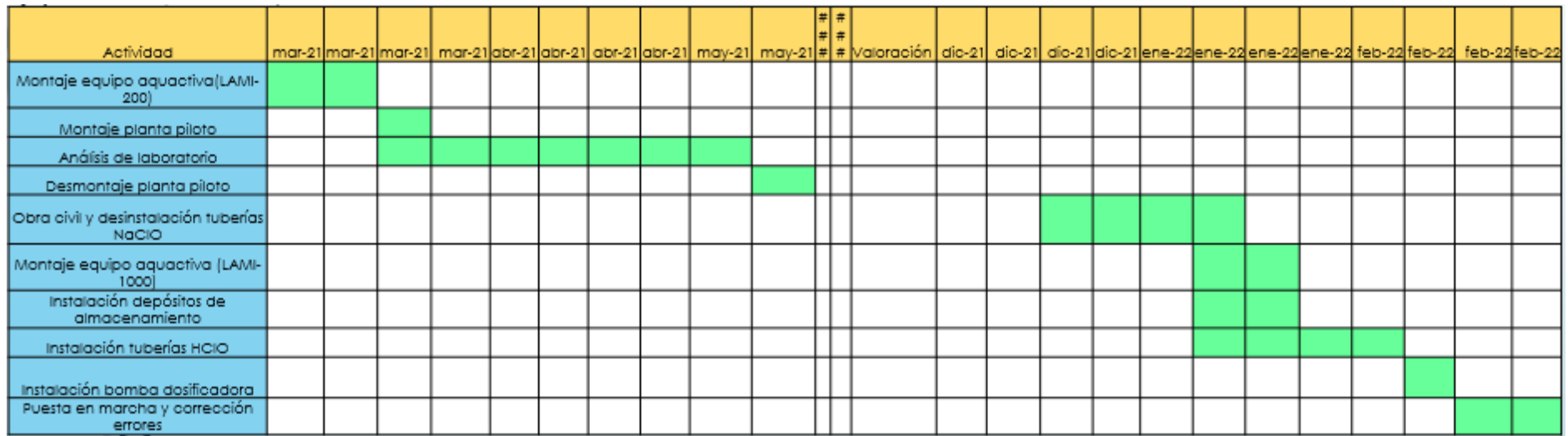


Figura 40. Diagrama de Gant de la nueva instalación



10. Estudio de viabilidad económica

En el presente apartado de este proyecto se realizará el estudio económico del proyecto. Para conseguir este objetivo es necesario estimar el coste de la inversión inicial perteneciente a la instalación de la máquina de generación del nuevo desinfectante de aguas residuales, así como los costes asociados al montaje de las conducciones pertinentes. También se hará un estudio del coste actual de hipoclorito de sodio para su comparación con el ácido hipocloroso

La instalación afectará al edificio de deshidratación y desde este, se realizará la instalación de una máquina de generación de HClO, desde la que se instalará una conducción de tuberías de PVC hasta el vigente laberinto de cloración

10.1 Inversión inicial

Costes asociados a los equipos necesarios para la instalación de la máquina de generación de ácido hipocloroso:

Elemento	Unidades	Coste por unidad (€)	Importe (€)
LAMI-1000	1	55.212,00	55.212,00
INTERCON (Conexión a internet para máquina LAMI-1000)	1	1.088,00	1.088,00
FULLPH (Ajuste de pH 3-8 para máquina LAMI-1000))	1	1.418,00	1.418,00
SMSFEED (sms feedback para	1	840,00	840,00

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

máquina LAMI-1000)			
Pequeño material eléctrico y fontanería (tubería, picaje, electrodos, válvulas, etc.)	1	800,00	800,00
Embalaje, transporte, seguro, instalación	1	350,00	350,00
Desplazamiento e instalación	1	850,00	850,00
Accesorios* (descalcificador, panel máquinas LAMI con filtro, electroválvula, válvula manual, regulador de presión, manómetro y tubos conexión)	1	11.042,40	11402,40
Coste total			70.760,40

Tabla 19. Coste total máquina LAMI-1000.

Accesorios* Se ha asumido un valor asociado proporcionado por el fabricante de Aquactiva Solutions SL de un 20% el coste general de la máquina de generación de HClO, por el montaje de los equipos.

Se ha asumido un valor incrementado del 15% del total para incluir los gastos en el montaje de los demás equipos.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Costes asociados a los depósitos necesarios para la correcta instalación de las conducciones:

Elemento	Volumen (m ³)	Coste por unidad (€)	Importe (€)
Depósito de salmuera para LAMI-1000	1	357,66	357,66
Depósito de HClO	10	2.242,00	2.242,00
Montaje de los equipos		15 %	389,95
Coste total			2.989,61

Tabla 20. Coste depósitos en la instalación del nuevo desinfectante

Costes asociados a las tuberías y las conducciones para la dosificación de HClO desde el depósito de ácido hipocloroso hasta el laberinto de cloración:

Elemento	Unidades	Coste por unidad (€)	Importe (€)
Conducción lisa 5 metros	4	1,05	4,20
Codo 90° standard	6	0,34	2,04
Codo 90° gran curvatura	2	0,45	0,90
Válvula de asiento	2	25,51	51,02
Montaje de las conducciones		15 %	8,72
Coste total			66,88

Tabla 21. Coste conducciones.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Costes asociados al equipo de dosificación de HClO

Elemento	Potencia (kW)	Coste por unidad (€)	Importe (€)
Bomba dosificadora	0,46	275,00	275,00
Montaje de la bomba		15 %	41,25
Coste total			316,25

Tabla 22. Coste equipo de impulsión.

Costes totales de los materiales para el montaje completo

Costes totales equipo HClO (€)	70.760,40
Costes totales depósitos (€)	2.989,61
Costes totales conducción HClO (€)	66,88
Coste bomba dosificadora (€)	316,25
COSTES INVERSIÓN INICIAL (€)	74.133,14

Tabla 23. Costes inversión inicial.

Finalmente, el presupuesto económico inicial para el montaje de todos los componentes necesarios para llevar a cabo la instalación de la dosificación de ácido hipocloroso asciende a un total de **74.133,14 €**.

10.2 Costes de explotación

En este apartado se enuncian los diferentes costes que se asumirá que tiene la máquina de generación de HClO para su correcto funcionamiento durante un año natural. También se hará un análisis de los costes de obtención asociados a la dosificación de Hipoclorito de sodio. Los costes de explotación se pueden dividir en gastos directos e indirectos.

10.2.1 Gastos directos

Estos se refieren a los gastos donde se incluyen todos los elementos o equipos que actúan en la instalación propuesta.

Se asume un valor de coste de energía eléctrica promedio de 0,23 €/kWh, ya que es un valor que varía durante todo el año y en esta época está en subida. El coste anual se puede resumir en las siguientes tablas.

Costes eléctricos asociados a los equipos para la producción y dosificación de HClO

Equipo	Potencia (kW)	Coste (€/kWh)	Horas de funcionamiento al día (h)	Total (€/año)
LAMI-1000	6	0,23	17	8.562,90
Bomba dosificadora	0,46	0,23	24	926,81
Costes totales				9.489,71

Tabla 24. Costes eléctricos producción de *Anolyte*.

Costes eléctricos en equipos para dosificación NaClO:

Equipo	Potencia (kW)	Coste (€/kWh)	Horas de funcionamiento al día (h)	Total (€/año)
Bomba dosificadora	0,09	0,23	24	181,33
Bomba dosificadora	0,09	0,23	24	181,33
Costes totales				362,66

Tabla 25. Costes eléctricos dosificación de NaClO.

10.2.2 Gastos indirectos

Se van a incluir los costes en los procesos y productos necesarios para la producción de ácido hipocloroso y de hipoclorito de sodio.

Costes asociados al ácido hipocloroso (*Anolyte*):

Dosis óptima: 675 l HClO/h

Litros HClO de consumo diario: 16.200 l HClO/día

Precio NaCl por kilogramo estimado: 0,56 €/kg NaCl

Consumo NaCl para LAMI – 1000: 2,8 g NaCl/ l HClO producido

Precio del agua corriente: 1,91 €/m³ = 0,00191 €/l

Coste de producción de un litro de HClO (*Anolyte*)

Elemento	Consumo para producción de 1 litro de HClO	Coste	Coste total(€/l HClO producido)
Agua corriente	1,053 l	0,00191 €/l	0,002
Sal común en dados	0,0028 kg NaCl	0,56 €/kg NaCl	0,001568
Coste total			0,003568

Tabla 26. Coste de reactivos para producción de un litro de *Anolyte*.

Coste de producción diaria de HClO (*Anolyte*)

Elemento	Consumo diario	Coste	Coste diario (€)
Agua corriente	17.894,74 l	1,91 (€/m ³)	34,18
Sal común en dados	47,60 kg NaCl	0,56 €/kg NaCl	26,66
Coste total			60,84

Tabla 27. Coste diario reactivos para producción de *Anolyte*.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Coste de producción anual HClO (Anolyte)

Elemento	Consumo anual	Coste	Total (€/año)
Agua corriente	6.531,58010 m ³	1,91 (€/m ³)	12.475,32
Sal común en dados	17.374,00 kg	0,56 €/kg NaCl	9.729,44
Coste total			22.204,76

Tabla 28. Coste anual reactivos para producción de Anolyte.

Costes asociados al hipoclorito de sodio:

Precio de mercado: 0,88 €/l

Consumo eléctrico diario: 2 bombas dosificadoras de 0,09 kW potencia unitaria

$$0,09kW \times 2 \times 24h/día = 4,32 kWh/día$$

Coste diario de NaClO:

Elemento	Consumo diario	Coste	Coste diario (€)
NaClO	90,00 l	0,88 €/l	79,20
Energía eléctrica	4,32 kW	0,23 €/kWh	0,99
Transporte del desinfectante a la EDAR		15% del coste	12,03
Coste total			92,22

Tabla 29. Coste diario NaClO.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Coste anual NaClO

Elemento	Consumo anual	Coste	Total (€/año)
NaClO	32.850,00 l	0,88 €/l	28.908,00
Transporte del desinfectante a la EDAR		15% del coste	4.336,20
Coste total			33.224,20

Tabla 30. Coste anual NaClO.

10.2.3 Costes totales

Conocidos los valores asociados a los gastos directos e indirectos se procede a calcular los gastos totales para cada uno de los productos, para así ver su comparación en el gasto anual.

Coste total de producción y dosificación para el HClO:

Elemento	Coste anual total (€/año)
Costes totales equipos (Gastos directos)	9.489,71
Coste producción HClO (Gastos indirectos)	22.204,76
Coste total	31.694,47

Tabla 31. Coste total anual HClO.

Coste total de compra, transporte y dosificación para el NaClO

Elemento	Coste anual total (€/año)
Costes totales equipos (Gastos directos)	362,66
Coste NaClO (Gastos indirectos)	33.224,20
Coste total	33.586,86

Tabla 32. Coste total anual NaClO.

10.3 Beneficio económico

A partir de la información anterior, se puede calcular el beneficio económico anual actual que resulta en la consecución y dosificación del nuevo desinfectante respecto del vigente en la EDAR de Almenara:

$$\text{Beneficio Bruto} = \text{Coste total anual NaClO} - \text{Coste total anual HClO}$$

$$\text{Beneficio Bruto} = 33.586,86 - 31.694,47 = 1.892,39\text{€}$$

Una vez obtenido el beneficio bruto se puede realizar el cálculo del beneficio neto, restando un 25% del beneficio total, debido a impuestos asociados:

$$\text{Beneficio Neto} = 1.892,39 \text{ €} \times 0,75 = 1.419,29 \text{ €}$$

El presente proyecto tiene el objetivo de un cambio permanente en el tratamiento terciario de la EDAR. El período de vida estimado del proyecto es de al menos 10 años, ya que si fuera rentable sería un tratamiento terciario más sostenible que el actual siendo muy similar en cuanto a eficiencia se refiere.

Para conocer la rentabilidad del proyecto es de interés calcular los valores que darán información acerca del capital generado y emitido. Para ello se deben calcular los valores para un estudio a 10 años.

Para el cálculo correcto del beneficio neto para un estudio a 10 años, se debe calcular el beneficio Bruto que se tendrá cada año, calculando el coste anual para cada producto desinfectante, según la fórmula:

$$\text{Ben. Bruto}^n = \text{Coste anual NaClO}(1 + \text{IPC})^{n-1} - \text{Coste anual HClO}(1 + \text{IPC})^{n-1}$$

Siendo:

IPC: Índice de Precios al Consumo

n: número de años

Se ha tomado un valor de 2,5% para el IPC.

A partir del Beneficio Bruto a cada año, resulta el beneficio Neto:

$$\text{Beneficio Neto}^n = \text{Beneficio Bruto}^n \times 0,75$$

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

En la siguiente tabla se muestran los resultados para un estudio a 10 años:

Año	Coste total anual HClO (€)	Coste total anual NaClO (€)	Beneficio Bruto ⁿ (€)	Beneficio Neto ⁿ (€)
1	31.694,47	33.586,86	1.892,39	1.419,29
2	32.486,83	34.426,53	1.939,70	1.454,77
3	33.299,00	35.287,19	1.988,19	1.491,14
4	34.131,48	36.169,37	2.037,90	1.528,42
5	34.984,76	37.073,60	2.088,84	1.566,63
6	35.859,38	38.000,45	2.141,07	1.605,79
7	36.755,87	38.950,46	2.194,59	1.645,94
8	37.674,76	39.924,22	2.249,46	1.687,09
9	38.616,63	40.922,33	2.305,69	1.729,27
10	39.582,05	41.945,39	2.363,34	1.772,50

Tabla 33. Beneficio Bruto y Neto para estudio a 10 años.

10.4 Estudio financiero

Para el correcto desarrollo del proyecto y la comprobación de la rentabilidad que la nueva instalación de un desinfectante generado en la propia EDAR será capaz de proporcionar, es imprescindible conocer conceptos como el flujo de caja, el VAN y el TIR.

El flujo de caja representa el capital que se genera en un año natural, en este caso el beneficio es representado por el del coste de cada desinfectante y las amortizaciones. Su cálculo se realiza mediante la suma del beneficio neto y las amortizaciones.

$$FC_n = \text{Beneficio Neto}^n + \text{amortizaciones}$$

$$\text{amortizaciones} = \frac{\text{Inversión Inicial}}{n^{\circ} \text{ años de estudio}}$$

Siendo:

Inversión inicial: 74.133,14 €; n° años de estudio: 10

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Las amortizaciones tendrán un valor constante para el período de estudio:

$$\text{amortizaciones} = \frac{74.133,14}{10} = 7.413,31 \text{ €}$$

10.4.1 VAN

El VAN se denomina como Valor Actual Neto y es determinante su cálculo para conocer el alcance económico del proyecto.

El VAN tendrá un valor negativo para el periodo de tiempo de recuperación del capital tras la inversión inicial. Este tendrá un valor nulo para el periodo que no habrá ni ganancias ni pérdidas y será positivo a partir del periodo de tiempo donde se haya recuperado totalmente la inversión inicial en caso de tener beneficios anuales, ya que, si no es así siempre será negativo y por tanto no será rentable la realización del proyecto.

La fórmula para el cálculo del VAN es la siguiente:

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^{n=10} \frac{FC_n}{(i + i_r)^n}$$

Siendo:

I_0 : Inversión inicial

n = número de años

FC_n : Flujo de caja a "n" años

i_r : interés real

IPC: índices de precios al consumo

Se requiere el cálculo del interés real, para ello se toma como valor de interés nominal un valor de 2,6% y un valor de 2,5% para el IPC:

$$i_r = i_n - IPC = 2.6 - 2.5 = 0.1\%$$

$$i_r = 0,001$$

$$\text{amortizaciones} = \frac{\text{Inversión inicial}}{n^{\circ} \text{ años}}$$

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

El VAN será:

$$VAN = -74.133,14 + \sum_{n=1}^{n=10} \frac{FC_n}{(1 + i_r)^n}$$

Año de instalación	Amortizaciones	Flujo de caja	VAN
1	7.413,31	8.823,61	-65.309,53
2	7.413,31	8.850,21	-56.459,33
3	7.413,31	8.877,62	-47.581,70
4	7.413,31	8.905,89	-38.675,82
5	7.413,31	8.935,01	-29.740,81
6	7.413,31	8.965,01	-20.775,79
7	7.413,31	8.995,92	-11.779,87
8	7.413,31	9.027,75	-2.752,11
9	7.413,31	9.060,54	6.308,43
10	7.413,31	9.094,29	15.402,71

Tabla 34. VAN a 10 años de estudio.

Como se puede observar a partir de los cálculos el proyecto es rentable desde el octavo año de estudio. En el periodo de tiempo del estudio a 10 años, se obtiene un VAN de **15.402,71€**.

El proyecto será viable económicamente debido a que el valor del VAN al final del estudio es $VAN > 0$. El proyecto será viable a partir del octavo año.

10.4.2 TIR

El TIR se denomina como Tasa Interna de Rentabilidad o Retorno. Es el porcentaje que determina como nulo el valor del VAN. Cuanto mayor sea la TIR, mayor rentabilidad tendrá el proyecto propuesto. El cálculo del TIR se realiza mediante la fórmula del VAN, siendo este nulo para esta ecuación.

El proyecto deberá aceptarse si el valor del TIR es superior al interés real calculado y rechazarse si es menor a este.

La fórmula que determina el TIR viene dada por:

$$0 = -I_0 + \sum_{n=1}^{n=10} \frac{FC_n}{(1 + TIR)^n}$$

Para un estudio a 10 años la tasa interna de rentabilidad es del 3,70%.

El proyecto es aceptable, ya que el valor del TIR que hace nulo el VAN es superior al interés real.

10.4.3 Periodo de Retorno

El periodo de retorno es el cálculo del tiempo necesario para la recuperación del capital invertido inicialmente. Los valores necesarios para su cálculo son el de inversión inicial y el Flujo de Caja promedio en los años de estudio.

La inversión inicial consta de 74.133,14 €.

El Flujo de Caja Promedio será de 8.953,59 €.

El período de Retorno se calculará como:

$$PR = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Flujo de Caja promedio}}$$

$$PR = \frac{74.133,14}{8.953,59} = 8,28 \text{ años}$$

El periodo de retorno a la inversión inicial será de 8 años y 102 días.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

El estudio financiero asegura que el proyecto será rentable y viable económicamente para un estudio a 10 años, puesto que el valor del VAN supera el valor nulo el octavo año. Su valor el décimo año asciende a 15.402,71 €.

El proyecto también puede aceptarse debido a una Tasa Interna de Rentabilidad del 3,70%, cuyo valor es superior al de interés real.

El Período de Retorno a la inversión será de 8 años y 102 días.

En este estudio se ha comprobado que se tendría beneficio económico al octavo año de la instalación del método de desinfección de aguas residuales mediante ácido hipocloroso en el tratamiento terciario.

DOCUMENTO II. ANEXOS

Índice de los anexos

11.1. Método de filtración mediante membrana con bomba de vacío.....	99
11.2. Material y definiciones análisis de laboratorio.....	102
11.3. Catálogo máquinas generación de ácido hipocloroso.....	103
11.4. Dimensionamiento de equipos.....	106
11.4.1. Diseño a escala piloto.....	106
11.4.2. Diseño escala real.....	106
11.5. Cálculos pérdidas de carga en la conducción de la dosificación de HClO.....	107
11.6. Selección de equipos para el montaje de la instalación.....	119
11.7. Composición y características <i>Anolyte</i> (HClO).....	128
11.8. Conteo consumos equipo Aquactiva LAMI-200.....	132
11.9. Resultados análisis microbiológicos.....	134
11.10. Trabajo conjunto Aquactiva Solutions SL.....	138

11.1 Método de filtración mediante membrana con bomba de vacío

A continuación, se enuncia la metodología de ensayo que se llevó a cabo para los ensayos del método de conteo de bacterias coliformes y *E. Coli* para bajo contenido en microbiota con filtración mediante membrana con bomba de vacío.

La metodología del ensayo consta de los siguientes pasos:

En primer lugar, se debe tomar una muestra de 1.500 ml. de agua residual del efluente de la EDAR de Almenara en un bote estéril. La muestra de agua se debe tomar en el decantador, a la salida de Agua residual de la EDAR, previo al laberinto de cloración, donde se realiza el proceso de desinfección del agua en la planta.

Una vez obtenida la muestra, mediante el uso de un medidor de pH y conductímetro bien calibrados, se obtienen los valores de ORP, pH y conductividad de la muestra de agua previa a cualquier tipo de tratamiento.

Se procede a continuación a la separación de la muestra en 3 alícuotas de 500 ml. cada una, para 3 ensayos distintos.

La primera alícuota servirá para analizar la cantidad de bacterias de *E.coli* y coliformes presentes en el agua antes de la dosificación de cualquier reactivo, para permitir conocer el número de bacterias presente en la muestra original sin ningún tipo de tratamiento. La segunda y la tercera alícuota servirán para analizar la cantidad de colonias de *E.Coli* y bacterias coliformes presentes en el agua después de haber añadido el desinfectante correspondiente en la dosis pertinente.

Una vez separada la muestra en 3 alícuotas distintas se procederá a la filtración de las siguientes. Este paso se realizará en todo momento en ambiente estéril, propiciado por el equipo de esterilización y el radio de acción del mechero Bunsen. Para asegurar que no se contamina el equipo de filtración, se realizarán las filtraciones de las muestras de mayor a menor dilución.

Se toma la alícuota 1, sin tratamiento, y se procede a realizar 3 diluciones diferentes a partir de la misma. Las diluciones deben introducirse en probetas de 100 ml. Los factores de dilución serán 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} o 10^{-5} .

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Tras la esterilización del equipo, se procede a filtrar la alícuota de mayor dilución a través de un filtro de nitrato de celulosa estéril de 45 μm de diámetro, colocado en posición invertida en el equipo, mediante un filtro con bomba de vacío previamente esterilizado. Se acciona la bomba y se espera a la filtración de todo el líquido a través del filtro.

Una vez finalizada la filtración, se extrae el filtro de nitrato de celulosa con la ayuda de unas pinzas previamente esterilizadas, se deposita en el interior de la placa Petri con agar cromogénico y se cierra la tapa de la placa en el radio de acción del mechero Bunsen.

Se introduce la placa Petri con la membrana filtrante en el interior del equipo de incubación que debe programarse para mantener una temperatura de 36°C durante 21 ± 3 horas en el equipo. Se repite el proceso con el resto de las diluciones de mayor a menor dilución. Las 3 placas Petri con los filtros en su interior se depositarán en el equipo de incubación las horas necesarias.

Para continuar, se procede a las filtraciones de las diluciones de la Alícuota 2, donde se debe añadir una dosis especificada del reactivo *Anolyte* (ácido hipocloroso) a la muestra sin tratamiento.

Se toman 100 ml. de la Alícuota 2 y se vierten en un vaso de precipitados, donde mediante el uso de una pipeta micrométrica se adiciona una dosis específica de reactivo. Mediante un equipo de agitación con un imán agitador previamente esterilizado, se lleva la mezcla a agitación lenta durante 15 minutos. Cabe destacar que se debe indicar el volumen de la adición del reactivo en 100 ml.

Una vez transcurridos los 15 minutos, se procede la medida de las condiciones de la mezcla tras su agitación, obteniendo los nuevos valores de pH, ORP y conductividad.

A continuación, se procede a la dilución de la mezcla con agua destilada en 3 probetas distintas de 100 ml. cada una. El factor de dilución en cada una de las probetas debe ser 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} o 10^{-5} .

Se procede a la filtración de las probetas diluidas en el equipo de filtración y posterior incubación de las placas Petri siguiendo los mismos pasos que para la alícuota 1 ya preparada.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Finalmente, se toman 100 ml. de la Alícuota 3 y se vierte en otro vaso de precipitados esterilizado. Se coloca una válvula en la pipeta micrométrica y se añade la dosis deseada de Hipoclorito sódico en la muestra.

Mediante un equipo de agitación con un imán agitador previamente esterilizado, se lleva la mezcla a agitación lenta durante 15 minutos. Cabe destacar que se debe indicar el volumen de la adición del reactivo en 100 ml.

Una vez transcurridos los 15 minutos, se procede la medida de las condiciones de la mezcla tras su agitación, obteniendo los nuevos valores de pH, ORP y conductividad.

A continuación, se procede a la dilución de la mezcla con agua destilada en 3 probetas distintas de 100 ml. cada una. El factor de dilución en cada una de las probetas debe ser 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} o 10^{-5} .

Se procede a la filtración de las probetas diluidas en el equipo de filtración y posterior incubación de las placas Petri siguiendo los mismos pasos que para la Alícuota 1 ya preparada.

Estas placas se incuban en una estufa en posición invertida a 36°C durante 21 ± 3 horas. Una vez transcurrido este tiempo, ha terminado el ensayo. Se examinan los filtros y se hace el recuento siguiente:

- N° de colonias que presentan reacción positiva a la β -D-Galactosidasa y a la β -D-Glucuronidasa, de color azul oscuro a violeta. Son presuntas bacterias *E. Coli*.
- N° de colonias que presentan reacción positiva a la β -D-Galactosidasa, de color rosa a rojizo. Estas colonias son presuntas UFC coliformes.

Se ha realizado éste ensayo diariamente con ambos productos de desinfección, manteniendo una concentración constante de 150 g/l para el Hipoclorito de Sodio y una concentración 1.5 g/l. para el *Anolyte*, adicionando distintas dosis cada día y repitiendo el proceso hasta alcanzar resultados favorables. Se va a considerar favorable un resultado donde la presencia de bacterias de *E. Coli* sea igual a 0.

Los resultados de los análisis microbiológicos se obtienen por conteo visual y pueden expresarse de la siguiente manera:

$$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ de bacterias } E. coli}{100\text{ml de muestra}} = \sum \text{UFC azul oscuro o violeta} * \text{Factor de dilución}$$

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Es importante tener en cuenta el factor de dilución de partida, de manera que si la muestra está diluida se debe multiplicar el sumatorio de UFC por dicho factor de dilución.

11.2 Materiales y definiciones asociadas a los análisis de laboratorio

A continuación, se enuncian los materiales que han sido necesarios para la realización de los análisis químicos; Materiales necesarios:

Medidor de Potencial Eléctrico (Redox): Se trata de un equipo electrónico con un medidor de ORP instalado que funciona mediante una sonda. Puede ser calibrado mediante una disolución tampón de un ORP determinado.



Medidor de pH: Se trata de un equipo electrónico con un medidor de pH instalado que funciona mediante una sonda.

Puede ser calibrado a partir de una disolución tampón, con uno dos o tres puntos.

Mechero bunsen: Se trata de una bombona de gas con un adaptador acoplado que crea una llama ascendente, capaz de crear un radio de acción a partir de calor donde las bacterias que se encuentran en dicho campo de acción quedan esterilizadas.

Equipo de filtración con bomba de vacío: Es un equipo de filtración compuesto por tres piezas separadas conectadas a un tubo de silicona que está conectado a una bomba de vacío. Se compone del matraz de Kitasatos, un embudo de filtración y un cuerpo con placa porosa que se unen mediante una pinza de aluminio para sujetarse entre ambos durante la filtración. Se utiliza para la filtración de aguas y otros líquidos, en este caso en el cuerpo con placa porosa se coloca una membrana filtrante y el agua pasa por él.



Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Filtros de nitrato de celulosa estériles de 45 µm de diámetro: Se trata de unas membranas filtrantes donde se hace pasar el agua a tratar a través de sus poros consiguiendo así que se queden pegadas las bacterias en el filtro, para posteriormente introducirlas en las placas Petri.



Placas Petri de 90 mm de diámetro con agar Cromogénico: Es un recipiente redondo de cristal, que contiene un medio de cultivo denominado agar donde son capaces de desarrollarse microorganismos. En este caso, han sido utilizadas para el cultivo de bacterias coliformes y de E.Coli, donde las UFC (unidades formadoras de colonias) de bacterias coliformes toman color rosáceo y las de E.Coli azules.

Equipo de agitación magnética: Consiste en una barra magnética denominada barra de agitación que está cubierta por una placa de plástico y una placa debajo de la que se encuentra un imán rotatorio, con regulador de potencia eléctrico. Su uso se limita a la agitación de soluciones dentro de su placa imantada.



Incubadora: Se trata de un aparato que funciona mediante electricidad que se compone de un sistema de calefacción y termostato ajustable. Su uso en estos ensayos se limita a la incubación de placas Petri con

Agar cromogénico, comúnmente para la reproducción de bacterias, donde la temperatura media constante debe ser de 36-37°C para su correcta reproducción.

Esterilizador de materiales: Se trata de un equipo de esterilización que utiliza agua destilada para su evaporación generando así calor capaz de eliminar los organismos vivos asegurando la correcta esterilización de los equipos de análisis.

Espectrofotómetro: Es un aparato electrónico que utiliza la espectrofotometría como técnica de medida. La espectrofotometría es una técnica que utiliza la cantidad de luz que absorbe una sustancia química para la medida de intensidad de luz, en base a la Ley de Beer-Lambert. Puede utilizarse para medir la cantidad de un producto químico conocido en una sustancia. En este aparato se aprovecha la absorción de radiación electromagnética en la zona

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

ultravioleta y visible del espectro. Se mide la cantidad de luz absorbida como función de longitud de onda utilizada y es característica de cada sustancia química.

11.3. Catálogo máquinas de generación de ácido hipocloroso

Se muestra la oferta de máquinas de generación de ácido hipocloroso, cortesía del fabricante:

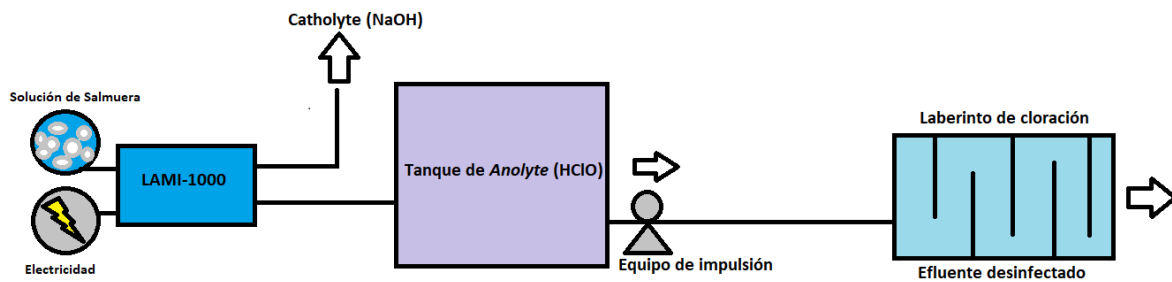
Unidad	GENERADOR ECA	LAMI-600																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Características</th> <th>Automática</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Corriente de celda DC</td><td>270 A</td></tr> <tr><td>Suministro eléctrico</td><td>400 VAC 50/60 Hz 3phase</td></tr> <tr><td>Consumo de energía eléctrica</td><td>3,2 W</td></tr> <tr><td>Energía para FAC</td><td>10,7 W-h/g</td></tr> <tr><td>Consumo de Sal (NaCl)</td><td>2,8 g/l</td></tr> <tr><td>Sal para FAC</td><td>5,6 g/g</td></tr> <tr><td>Dimensiones LxWxH:</td><td>1700x350mm H850mm</td></tr> <tr><td>Capacidad de producción Anolyte</td><td>600 l/h</td></tr> <tr><td>ORP (Redox)</td><td>850-950 mV</td></tr> <tr><td>pH</td><td>7</td></tr> <tr><td>Concentración FAC</td><td>500 ppm</td></tr> <tr><td>Producción FAC</td><td>300 g/h</td></tr> <tr><td>Producto secundario NaOH (Catholyte)</td><td>3% - pH 13 - ORP -900 mV</td></tr> </tbody> </table>	Características	Automática	Corriente de celda DC	270 A	Suministro eléctrico	400 VAC 50/60 Hz 3phase	Consumo de energía eléctrica	3,2 W	Energía para FAC	10,7 W-h/g	Consumo de Sal (NaCl)	2,8 g/l	Sal para FAC	5,6 g/g	Dimensiones LxWxH:	1700x350mm H850mm	Capacidad de producción Anolyte	600 l/h	ORP (Redox)	850-950 mV	pH	7	Concentración FAC	500 ppm	Producción FAC	300 g/h	Producto secundario NaOH (Catholyte)	3% - pH 13 - ORP -900 mV	
Características	Automática																													
Corriente de celda DC	270 A																													
Suministro eléctrico	400 VAC 50/60 Hz 3phase																													
Consumo de energía eléctrica	3,2 W																													
Energía para FAC	10,7 W-h/g																													
Consumo de Sal (NaCl)	2,8 g/l																													
Sal para FAC	5,6 g/g																													
Dimensiones LxWxH:	1700x350mm H850mm																													
Capacidad de producción Anolyte	600 l/h																													
ORP (Redox)	850-950 mV																													
pH	7																													
Concentración FAC	500 ppm																													
Producción FAC	300 g/h																													
Producto secundario NaOH (Catholyte)	3% - pH 13 - ORP -900 mV																													
Unidad	GENERADOR ECA	LAMI-800																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Características</th> <th>Automática</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Corriente de celda DC</td><td>380 A</td></tr> <tr><td>Suministro eléctrico</td><td>400 VAC 50/60 Hz 3phase</td></tr> <tr><td>Consumo de energía eléctrica</td><td>4,3 kW</td></tr> <tr><td>Energía para FAC</td><td>10,75 W-h/g</td></tr> <tr><td>Consumo de Sal (NaCl)</td><td>2,2 g/l</td></tr> <tr><td>Sal para FAC</td><td>4,4 g/g</td></tr> <tr><td>Dimensiones LxWxH:</td><td>1210x400mm H1500mm</td></tr> <tr><td>Capacidad de producción Anolyte</td><td>800 l/h</td></tr> <tr><td>ORP (Redox)</td><td>850-950 mV</td></tr> <tr><td>pH</td><td>7</td></tr> <tr><td>Concentración FAC</td><td>500 ppm</td></tr> <tr><td>Producción FAC</td><td>400 g/h</td></tr> <tr><td>Producto secundario NaOH (Catholyte)</td><td>3% - pH 13 - ORP -900 mV</td></tr> </tbody> </table>	Características	Automática	Corriente de celda DC	380 A	Suministro eléctrico	400 VAC 50/60 Hz 3phase	Consumo de energía eléctrica	4,3 kW	Energía para FAC	10,75 W-h/g	Consumo de Sal (NaCl)	2,2 g/l	Sal para FAC	4,4 g/g	Dimensiones LxWxH:	1210x400mm H1500mm	Capacidad de producción Anolyte	800 l/h	ORP (Redox)	850-950 mV	pH	7	Concentración FAC	500 ppm	Producción FAC	400 g/h	Producto secundario NaOH (Catholyte)	3% - pH 13 - ORP -900 mV	
Características	Automática																													
Corriente de celda DC	380 A																													
Suministro eléctrico	400 VAC 50/60 Hz 3phase																													
Consumo de energía eléctrica	4,3 kW																													
Energía para FAC	10,75 W-h/g																													
Consumo de Sal (NaCl)	2,2 g/l																													
Sal para FAC	4,4 g/g																													
Dimensiones LxWxH:	1210x400mm H1500mm																													
Capacidad de producción Anolyte	800 l/h																													
ORP (Redox)	850-950 mV																													
pH	7																													
Concentración FAC	500 ppm																													
Producción FAC	400 g/h																													
Producto secundario NaOH (Catholyte)	3% - pH 13 - ORP -900 mV																													
Unidad	GENERADOR ECA	LAMI-1000																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Características</th> <th>Automática</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Corriente de celda DC</td><td>500 A</td></tr> <tr><td>Suministro eléctrico</td><td>400 VAC 50/60 Hz 3phase</td></tr> <tr><td>Consumo de energía eléctrica</td><td>6 kW</td></tr> <tr><td>Energía para FAC</td><td>12 W-h/g</td></tr> <tr><td>Consumo de Sal (NaCl)</td><td>2,8 g/l</td></tr> <tr><td>Sal para FAC</td><td>5,6 g/g</td></tr> <tr><td>Dimensiones LxWxH:</td><td>1200x400mm H1400mm</td></tr> <tr><td>Capacidad de producción Anolyte</td><td>1000 l/h</td></tr> <tr><td>ORP (Redox)</td><td>850-950 mV</td></tr> <tr><td>pH</td><td>7</td></tr> <tr><td>Concentración FAC</td><td>500 ppm</td></tr> <tr><td>Producción FAC</td><td>500 g/h</td></tr> <tr><td>Producto secundario NaOH (Catholyte)</td><td>3% - pH 13 - ORP -900 mV</td></tr> </tbody> </table>	Características	Automática	Corriente de celda DC	500 A	Suministro eléctrico	400 VAC 50/60 Hz 3phase	Consumo de energía eléctrica	6 kW	Energía para FAC	12 W-h/g	Consumo de Sal (NaCl)	2,8 g/l	Sal para FAC	5,6 g/g	Dimensiones LxWxH:	1200x400mm H1400mm	Capacidad de producción Anolyte	1000 l/h	ORP (Redox)	850-950 mV	pH	7	Concentración FAC	500 ppm	Producción FAC	500 g/h	Producto secundario NaOH (Catholyte)	3% - pH 13 - ORP -900 mV	
Características	Automática																													
Corriente de celda DC	500 A																													
Suministro eléctrico	400 VAC 50/60 Hz 3phase																													
Consumo de energía eléctrica	6 kW																													
Energía para FAC	12 W-h/g																													
Consumo de Sal (NaCl)	2,8 g/l																													
Sal para FAC	5,6 g/g																													
Dimensiones LxWxH:	1200x400mm H1400mm																													
Capacidad de producción Anolyte	1000 l/h																													
ORP (Redox)	850-950 mV																													
pH	7																													
Concentración FAC	500 ppm																													
Producción FAC	500 g/h																													
Producto secundario NaOH (Catholyte)	3% - pH 13 - ORP -900 mV																													

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

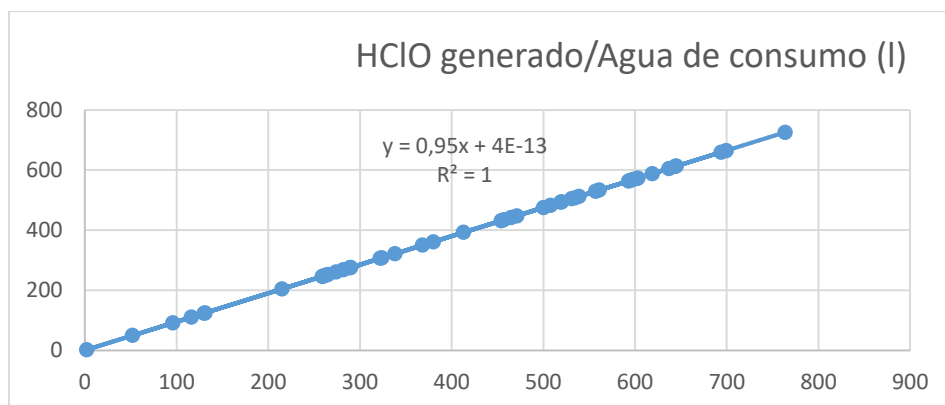
Unidad		GENERADOR ECA	LAMI-1200
		Características	
		Automática	
		Corriente de celda DC	550 A
		Suministro eléctrico	400 VAC 50/60 Hz 3phase
		Consumo de energía eléctrica	6,8 kW
		Energía para FAC	11,3 W-h/g
		Consumo de Sal (NaCl)	2,8 g/l
		Sal para FAC	5,6 g/g
		Dimensiones LxWxH:	1100x800mm H1700mm
		Capacidad de producción Anolyte	1.200 l/h
		ORP (Redox)	850-950 mV
		pH	7
		Concentración FAC	500 ppm
		Producción FAC	600 g/h
		Producto secundario NaOH (Catholyte)	3% - pH 13 - ORP -900 mV

11.4 Dimensionamiento de equipos para instalación piloto y escala real

A continuación, se muestra el diagrama de flujo necesario para la instalación del nuevo equipo:



Se muestra la relación entre el consumo de agua en litros diaria de la máquina de generación de ácido hipocloroso y la generación del propio desinfectante en litros:



11.4.1 Dimensionado de equipos para planta piloto

Los valores para el laberinto de cloración piloto adecuados son los siguientes:

- Volumen del depósito de hipocloroso: $1m^3$
- Volumen del depósito de Salmuera: 200 l
- Máquina de generación de hipocloroso: LAMI-200
- *Catholyte*: 5% del total generado por la máquina Aquactiva
- *Anolyte* (HClO): 95% del total generado
- Dosificación HClO óptima por la bomba de dosificación: 22.5 l/h
- Volumen depósito del laberinto piloto: $1 m^3$
- Generación de HClO diaria por máquina LAMI-200:

$$\frac{\text{Agua consumida diaria (l)}}{\text{trabajo diario máquina (h)}} = \text{Consumo agua diario} \left(\frac{l}{h} \right)$$

$$\text{Consumo agua diario (l/h)} = 205.39 \text{ l/h}$$

$$\frac{\sum \text{litros HClO generados (l)}}{\text{horas de funcionamiento máquina (h)}} = \text{Capacidad generación HClO} \left(\frac{l}{h} \right)$$

$$\text{Capacidad generación HClO (l/h)} = 195.11 \text{ l/h}$$

11.4.2 Dimensionamiento de equipos a escala real

A continuación, se muestran los cálculos para el diseño óptimo de este montaje a un tamaño adecuado para la desinfección de un tanque de cloración de $29,5 m^3$:

Los valores adecuados para el montaje de los equipos y su conducción hasta el laberinto de cloración son los siguientes:

- Volumen del depósito del laberinto original: $1 \times 29,5 = 29,5 m^3$
- Se escoge equipo LAMI-1000 como generador de HClO
- Dimensionamiento del Volumen del depósito de Salmuera:
- Como la producción de HClO será 5 veces superior:
- $200 \times 5 = 1000$ l de capacidad => Aplicando un factor de seguridad de $n=1,5$:
- $1000 \times 1,5 = 1.500$ l debe soportar el depósito de Salmuera
- Máquina de generación de hipocloroso: LAMI-1000
- *Catholyte*: 5% del total generado por la máquina Aquactiva

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

- Anolyte (HClO): 95% del total generado
- 1 litro de HClO es capaz de tratar 1 m³ de agua a priori
- Dosificación HClO óptima por la bomba de dosificación según el estudio:
- Como la capacidad del laberinto de cloración real es 29,5 veces la del simulador del laberinto utilizado para el montaje de la planta piloto:

$$\text{Dosis óptima de desinfección según el estudio} = 22,5 \frac{l \text{ HClO}}{h}$$

$22,5 \frac{l \text{ HClO}}{h}$ son capaces de desinfectar 1m³ de agua cada 15 minutos

$$\text{Dosis óptima para la desinfección de } 29,5 \text{ m}^3 = 22,5 \frac{l}{h} \times 29,5 = 663,75 l \frac{\text{HClO}}{h}$$

$$\text{Dosis óptima para la desinfección de } 29,5 \text{ m}^3 \approx 675 l \text{ HClO}/h$$

Como queremos aplicar factor de seguridad aplicaremos n=1.5 para el cubicaje de la bomba para el diseño del cubicaje de la bomba aplicado al laberinto real:

$$22,5 \frac{l}{h} \times 29,5 \times 1,5 = 995,625 l \frac{\text{HClO}}{h} \approx 1000 l \text{ HClO}/h$$

El caudal óptimo de dosificación será: 675 l de HClO/h, pero la bomba debe tener una capacidad de impulsión igual o superior a 1000 l/h, para cumplir el requisito impuesto por el factor de seguridad. La máquina que más se adecúa a las exigencias de los requisitos será LAMI-1000.

11.5. Cálculo de pérdidas de carga en la conducción de la dosificación de HClO

En este apartado se justifican los cálculos necesarios para el conocimiento del diámetro óptimo para la conducción de ácido hipocloroso desde el tanque de *Anolyte* hasta el laberinto de cloración, así como los parámetros necesarios para conocer la potencia que deberá tener la bomba de dosificación de *Anolyte* en el montaje de la nueva instalación.

Cálculo de las velocidades y diámetros de conducción óptimos para un caudal óptimo medio de 675 l/h:

$$Q_L = 675 \frac{l}{h} \times \frac{1 m^3}{1000 l} \times \frac{1 h}{3600 s} = 1,875 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

Se plantea el balance de energía mecánica:

$$g(z_2 - z_1) + \left(\frac{V_2^2}{2\alpha_2} - \frac{V_1^2}{2\alpha_1} \right) + \frac{p_2 - p_1}{\rho} + \Delta F = \hat{W}$$

Datos conocidos	Valor
z_1	1 m
z_2	1,5 m
Q_L	$1,875 \times 10^{-4} m^3/s$
μ	0.001 Pa · s
ρ	1000 kg/m ³
ε_{PVC}	0,0015 mm
Leq	20 m
$P_1 = P_2$	1 atm

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Tabla 1. Velocidades recomendadas para fluidos en tuberías.

Fluido	Tipo de Flujo	Velocidad	
		ft/s	m/s
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0.5 – 1	0.15 – 0.30
	Entrada de bomba	1 – 3	0.3 – 0.9
	Salida de bomba	4 – 10	1.2 – 3
	Línea de Conducción	4 – 8	1.2 – 2.4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0.2 – 0.5	0.06 – 0.15
	Salida de bomba	0.5 – 2	0.15 – 0.6
Vapor de Agua		30 – 50	9 – 15
Aire o gas		30 – 100	9 – 30

Para líquidos poco viscosos como el agua ($\mu = 0.001 \text{ Pa} \cdot \text{s}$) => velocidad óptima = 1,2-3 m/s

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Para alcanzar $v \approx 1.5 \text{ m/s}$ el diámetro de conducción interno requerido es $D = [0,01; 0,015]$ m:

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2} ; v = \frac{4 \times 1,875 \times 10^{-4}}{\pi \times 0,0127^2} = 1,48 \cong 1,5 \text{ m/s}$$

A continuación, se puede calcular el Reynolds:

$$v = 1,48 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$D = 0,0127 \text{ m}$$

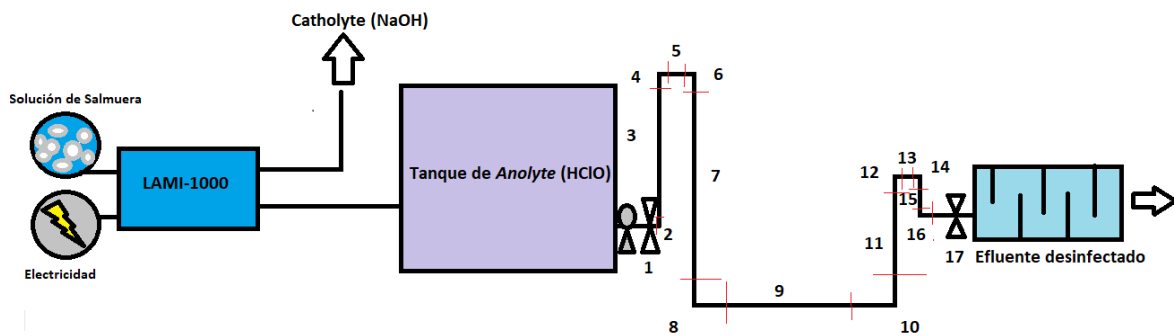
$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,001 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

$$Re = \frac{vD\rho}{\mu} = \frac{1,48 \times 0,0127 \times 1000}{0,001} = 18.797 > 10^4 \text{ Régimen turbulento}$$

Se muestra un esquema simplificado de la instalación detallada y aislada del resto del sistema de desinfección, se determinan los accidentes y la pérdida de carga en tramos rectos por parte de la tubería:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara



Primeo se realiza un Balance de Energía Mecánica, donde:

$$g(z_2 - z_1) + \left(\frac{V_2^2}{2\alpha_2} - \frac{V_1^2}{2\alpha_1} \right) + \frac{p_2 - p_1}{\rho} + \Delta F = \hat{W}$$

Se realiza la instalación con las siguientes características:

$$g(z_2 - z_1) = 9,81x(1,5 - 1) = 4,905 ,$$

$$\left(\frac{V_2^2}{2\alpha_2} - \frac{V_1^2}{2\alpha_1} \right) = 0, \quad \text{Sección cte}$$

$$\frac{p_2 - p_1}{\rho} = 0 ;$$

$P_1 = P_2 = 1 \text{ atm}$ al estar abiertos al aire

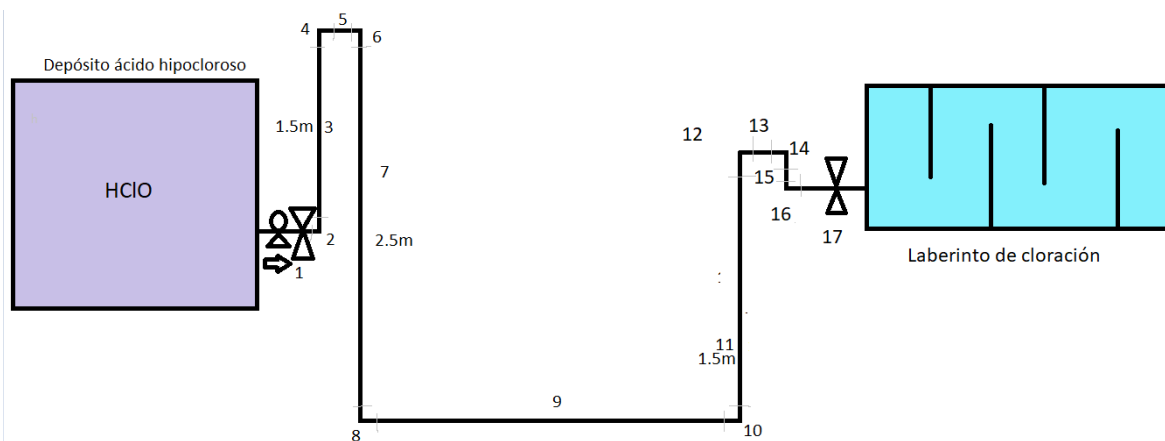
$$\Delta F = \hat{W}$$

Se procede al cálculo de pérdida de presión del fluido a causa de las tuberías, cuyo cálculo es representado por las pérdidas en tramos rectos más las ocasionadas por accidentes:

$$\Delta F_{tot} = \Delta F_{acc} + \Delta F_r$$

Según el esquema de la instalación, la pérdida de carga de presión total, debida a los accidentes y a los tramos rectos será:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara



1. Válvula de asiento abierta
2. Codo de 90° standard
3. Tramo recto (1.5) m.
4. Codo de 90° standard
5. Tramo recto (0.25) m.
6. Codo de 90° gran curvatura
7. Tramo recto (2.5) m.
8. Codo de 90° de gran curvatura
9. Tramo recto (13) m.
10. Codo de 90° gran curvatura
11. Tramo recto (1.5) m.
12. Codo de 90° standard
13. Tramo recto (0.25m)
14. Codo de 90° standard
15. Tramo recto (1m)
16. Codo de 90° standard
17. Válvula de asiento abierta

Donde;

$$\Delta F_{acc} = K \frac{v^2}{2}$$

Para el cálculo de ΔF_{acc} se necesita los valores de K según la tabla de valores de los accidentes:

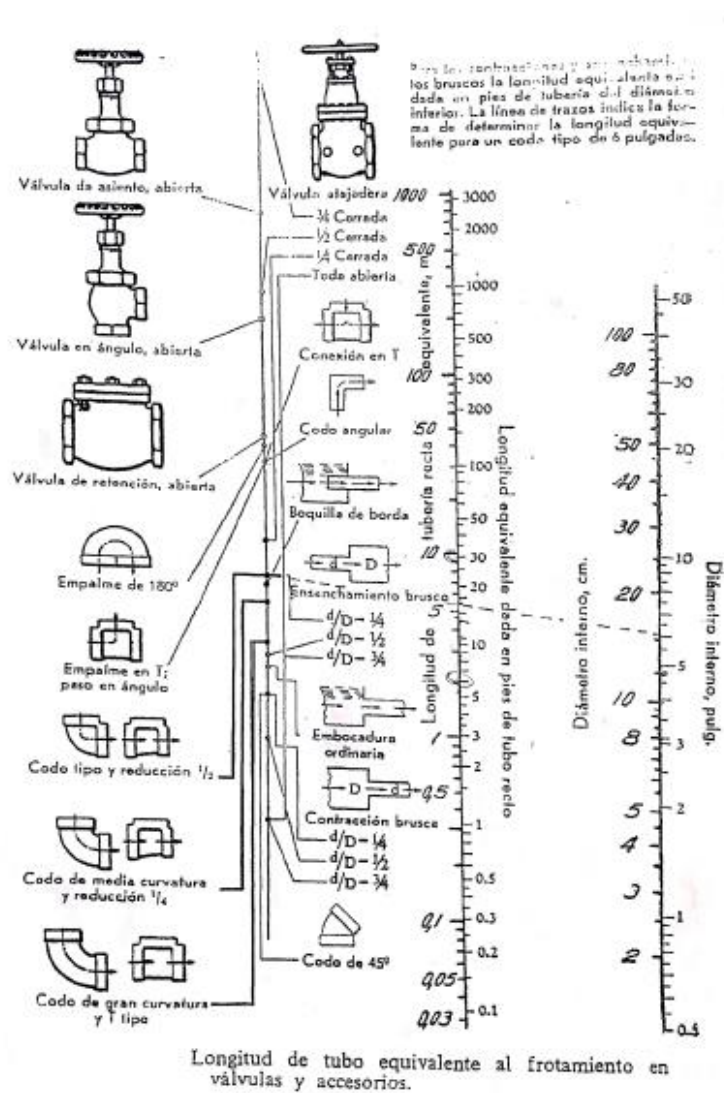
Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

accidente	k	velocidad	grafico
ensanchamiento	$\left[1 - \frac{D_1^2}{D_2^2}\right]^2$	Medida en el tubo estrecho V_1	
estrechamiento	"	"	
Entradas		La del tubo	
-encañonada	0,78	"	
-cantos vivos	0,50	"	
-ligeramente redondeada	0,23	"	
-bien redondeada (de boquilla)	0,04	"	
Salidas		"	
- encañonada	1,00	"	
- cantos vivos	1,00	"	
- redondeada	1,00	"	
Codo de 45° standard	0,35	"	
Codo de 45° gran curvatura	0,20	"	
Codo de 90° standard	0,75	"	
Codo de 90° gran curvatura	0,45	"	
Codo de 90° pequeña curvatura	1,3	"	
Codo de 180°	1,5	"	
T standard		La del tubo	
- con la bifurcación cerrada	0,4	"	
- usado como codo	1,0	"	
- como división del caudal	1,0	La de la corriente principal	
Unión roscada	0,04	La del tubo	
Manguito de unión	0,04	"	
Válvula de compuerta		"	
- abierta	0,17	"	
- 3/4 abierta	0,90	"	
- 1/2 abierta	4,5	"	
- 1/4 abierta	24,0	"	
Válvula de diafragma		"	
-abierta	2,3	"	
- 3/4 abierta	2,6	"	
- 1/2 abierta	4,3	"	
- 1/4 abierta	21,0	"	

accidente	k	velocidad	grafico
Válvula de asiento			
- abierta	9,0	"	
- 3/4 abierta	13,0	"	
- 1/2 abierta	36,0	"	
- 1/4 abierta	112,0	"	
Válvula angular abierta	2,0	"	
Válvula de retención (abierta)		"	
- de chamela	2,0	"	
- de bola	70,0	"	
- de disco	10,0	"	
Válvula de bola o macho	$\theta =$	La del tubo	
	5°-0,05		
	10°-0,29		
	20°-1,56		
	40°-17,3		
	60°-206,0		
Válvula de mariposa	$\theta =$	La del tubo	
	5°-0,24		
	10°-0,52		
	20°-1,54		
	40°-10,8		
	60°-118,0		
Válvula de fondo	15,0	La del tubo	
Caudalímetros mecánicos		La del tubo	
- de disco	7,0		
- de pistón	15,0		
- rotatorio	10,0		
- de turbina	5,0		

Perry, R.H.; Chilton, C.H. (eds). "Chemical Engineers' Handbook" 6ª ed. McGraw-Hill, 1992.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara



Donde:

$$\Delta F_{acc} = K \frac{v^2}{2}$$

Valores asociados a pérdidas de carga localizadas, k, para los siguientes accidentes:

2 válvulas de asiento abiertas: k= 9.0 m

6 codos de 90° standard: k= 0.75 m

2 codos de 90° de gran curvatura: k= 0.45 m

$$\Delta F_{acc1} = K \frac{v^2}{2} = 9x \frac{1,48^2}{2} = 9,86 J/kg ;$$

$$2\Delta F_{acc1} = 10,53x2 = 19,713 J/kg$$

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

$$\Delta F_{acc2} = K \frac{v^2}{2} = 0,75x \frac{1,48^2}{2} = 0,821 J/kg ;$$

$$6\Delta F_{acc2} = 4,928 J/kg$$

$$\Delta F_{acc3} = K \frac{v^2}{2} = 0,45x \frac{1,48^2}{2} = 0,493 J/kg ;$$

$$2\Delta F_{acc3} = 0,986 J/kg$$

$$\Delta F_{acc} = 2\Delta F_{acc1} + 6\Delta F_{acc2} + 2\Delta F_{acc3} ;$$

$$\Delta F_{acc} = 19,713 + 4,928 + 0,986 = 25,63 J/kg$$

Ahora se muestra el cálculo de las pérdidas de carga debidas a los tramos rectos:

$$\Delta F_r = 2fv^2 \frac{L}{D} ;$$

$$v = 1,48 \frac{m}{s}$$

$$D = 0,0127 m$$

$$Leq = L_3 + L_5 + L_7 + L_9 + L_{11} + L_{13} + L_{15}$$

$$Leq = 1,5 + 0,25 + 2,5 + 13 + 1,5 + 0,25 + 1 = 20 m$$

Para obtener el valor de f se necesita el gráfico de Moody:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

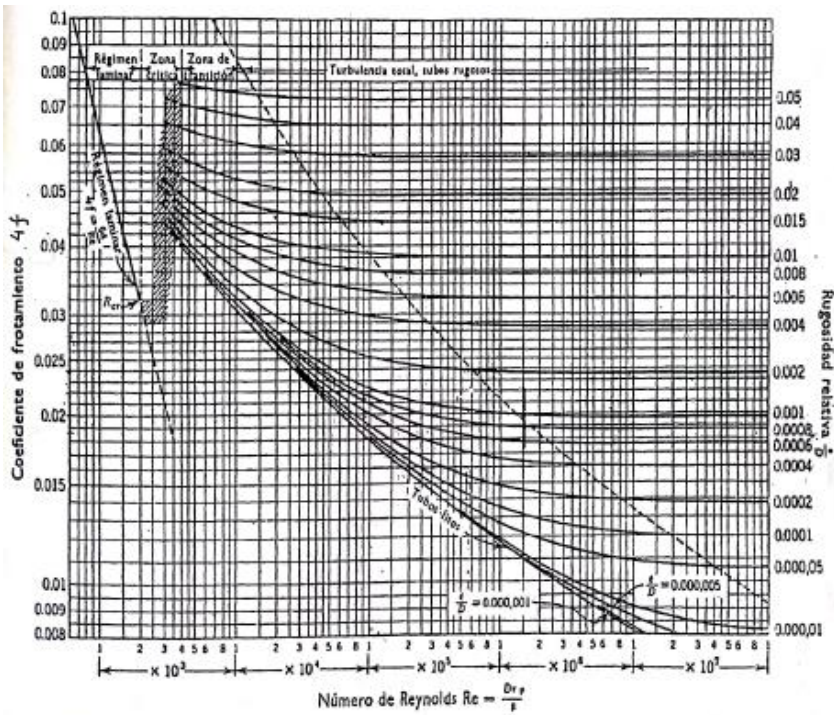
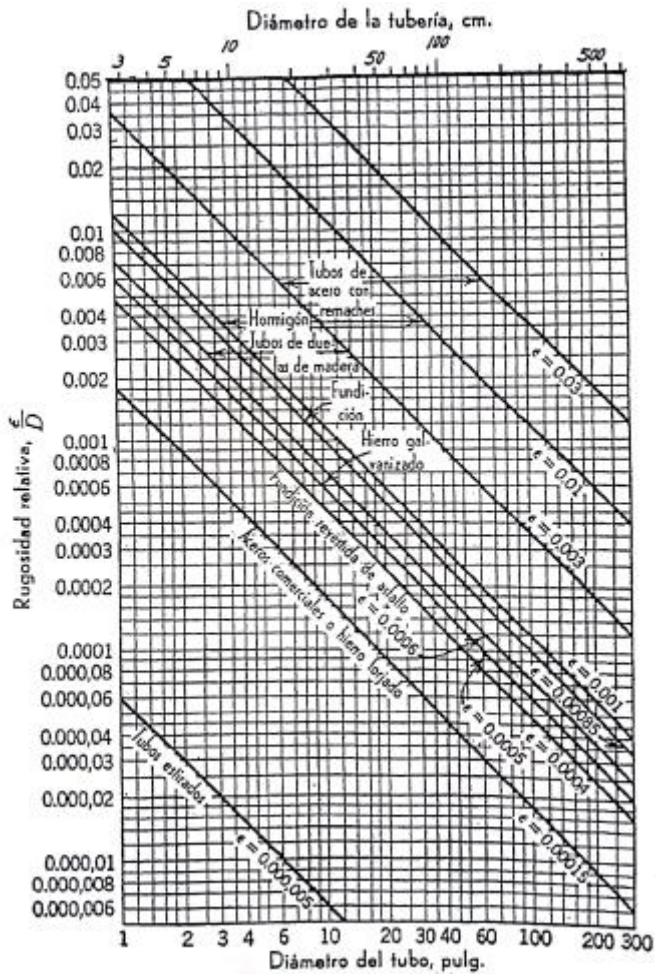


Figura. 3.3. Coeficiente de fricción en función del número de Reynolds y de la rugosidad relativa de la superficie del tubo.



Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Mediante la ecuación de Colebrook:

$$f = \Phi (Re, \varepsilon/D)$$

Conociendo el parámetro de rugosidad absoluta para material seleccionado, PVC:

$$\varepsilon_{PVC} = 0.0015 \text{ mm}$$

Se puede conocer la rugosidad relativa:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0015 \times 10^{-3}}{0.0127} = 0.00012$$

Para un Reynolds $Re = 18797$ y $\frac{\varepsilon}{D} = 0.00012$;

$$4f = 0.0275 ;$$

$$f = 0.006875$$

Se procede al cálculo de pérdidas de presión en tramos rectos:

$$\Delta F_r = 2f v^2 \frac{Leq}{D} = 2 \times 0.006875 \times 1,48^2 \times \frac{20}{0,0127}$$

$$\Delta F_r = 47,4299 \cong 47,43 \text{ J/kg}$$

Por tanto:

$$\Delta F_{tot} = \Delta F_{acc} + \Delta F_r$$

$$\Delta F_{tot} = 25,63 + 47,3 = 78,84 \text{ J/kg}$$

$$\Delta F_{tot} = \hat{W} = 73,06 \text{ J/kg}$$

Para el cálculo de la potencia necesaria para la bomba:

$$h_B = \hat{W}/g$$

$$h_s = (z_2 - z_1) + \left(\frac{V_2^2}{2g_{\alpha 2}} - \frac{V_1^2}{2g_{\alpha 1}} \right) + \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + \frac{\Delta F}{g} = \frac{\hat{W}}{g}$$

$$h_B = \hat{W}/g$$

Siendo $m = \frac{J s^2}{kg m}$; el valor de la energía de cada término se expresa como la altura a que podría elevarse 1 kg de fluido que se desea transportar:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

$$h_s = h_B = \frac{\hat{W}}{g} = \frac{73,06}{9,81} = 7,45 \frac{J s^2}{kg m} = 7,45 m$$

La potencia teórica necesaria deberá ser:

$$\omega_{teo} = Q h_b \rho g$$

$$\omega_{teo} = 1,875 \times 10^{-4} \times 7,45 \times 1000 \times 9,81 = 13,70 W$$

La potencia real necesaria, utilizando un rendimiento habitual $\eta = 0,9$; será:

$$\omega_{real} = \frac{Q h_b \rho g}{\eta} = \frac{13,70}{0,9} = 15,23 W$$

$$\omega = \hat{W} m$$

$$m = Q \rho = 1,875 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s} \times 1000 \frac{kg}{m^3} = 0,1875 kg/s$$

$$\hat{W} = \frac{\omega}{m} = \frac{15,23}{0,1875} = 81,205 J/kg$$

Para el cálculo más preciso de la potencia requerida por la bomba, se muestra el cálculo del NPSH disponible, donde, para un funcionamiento correcto y evitar la cavitación:

$$NPSH_{disp} > NPSH_{req}$$

$$NPSH_{disp} = (z_1 - z_3) + \frac{1}{g} \left(\frac{p_l - p_v^o}{\rho} + \frac{V_1^2}{2\alpha_1} - \Delta F_a \right)$$

$$\alpha_1 = 1 \text{ Rég. turbulento}$$

$$(z_1 - z_3) = 0 \text{ Misma altura}$$

$$\Delta F_a = 0 ; \text{ No hay accidentes en la aspiración}$$

$$NPSH_{disp} = 0 + \frac{1}{9,81} \left(\frac{p_l - p_v^o}{\rho} + \frac{1,48^2}{2 \times 1} - 0 \right) ;$$

Siendo p_v^o :

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Tabla 1: “Valores de la tensión de vapor y de la densidad del agua según la temperatura”

Temperatura (°C)	0	4	10	20	30	40	50	60	80	100
Tensión de vapor (mca)	0,06	0,08	0,12	0,24	0,43	0,75	1,26	2,03	4,83	10,33
Densidad (kg/m ³)	999,9	1.000	999,7	998,2	995,7	992,2	988,1	983,2	971,8	958,4

1 bar =10 mca.

Para una temperatura media de 20°C se estima:

$$p_v^o = 0,24 \text{ mca} \times \frac{1 \text{ bar}}{10 \text{ mca}} \times \frac{1 \times 10^5 \text{ Pa}}{1 \text{ bar}} = 2400 \text{ Pa}$$

$$NPSH_{disp} = 0 + \frac{1}{9,81} \left(\frac{101325 - 2400}{1000} + \frac{1,48^2}{2} - 0 \right) = 10,195 \approx 10,2 \text{ m}$$

11.6 Selección de equipos para montaje del nuevo desinfectante

Depósito para solución de Salmuera de 1.500 l.



Depósito agua potable RA E 1500l Roth

REF. 1521500250

[1 Pregunta](#)

Depósito agua potable Rothagua abierto RA E Medidas 1.240 x 1.510 x 1.220 mm, Volumen 1500 L

Capacidad

1500 L

~~445,92~~ **357,66 €** -20%

- 1 +

Añadir a la cesta

En stock Pago seguro

Envío 50,00 € (Península)

Pídelo ahora y recíbelo en 7-8 días laborables

Vendido por Tu&Co

Devolución gratis

Garantía de satisfacción

Producto 100% original

Expertos a tu servicio

Depósito para ácido hipocloroso de 10.000 l.



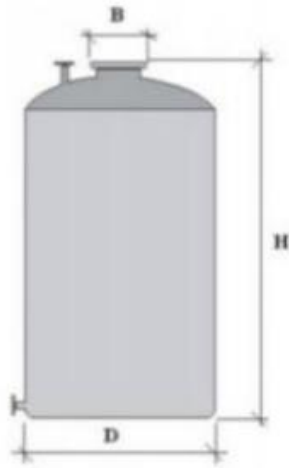
Depósitos Europlast cilindricos verticales superficie



CAPACIDAD : 10.000 Litros

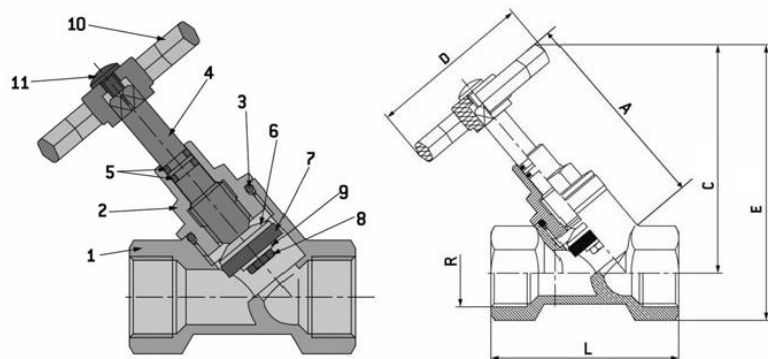
PRECIO: **2 242,09€**

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara



DIMENSIONES			
CAPACIDAD	D	H	B
6000 lts.	2000 mm.	2000 mm.	560 mm.
8000 lts.	2000 mm.	2600 mm.	560 mm.
10000 lts.	2000 mm.	3200 mm.	560 mm.
12000 lts.	2000 mm.	3830 mm.	560 mm.
15000 lts.	2000 mm.	4780 mm.	560 mm.
20000 lts.	2500 mm.	4080 mm.	560 mm.
25000 lts.	2500 mm.	5100 mm.	560 mm.
30000 lts.	2500 mm.	6110 mm.	560 mm.
35000 lts.	2500 mm.	7130 mm.	560 mm.
40000 lts.	2500 mm.	8150 mm.	560 mm.

Válvula de asiento de latón:



Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara



25,51 €

21% impuestos inc.

GENEBRE

Disponible en 6-8 días

AÑADIR AL CARRITO

Piezas



DETALLES DEL PRODUCTO

Válvula de asiento inclinado 1" PN-16 paso total. Construcción en latón UNE-EN 12165. Prensa estopa nitrilo. Temperatura máxima 120°C. Extremos rosca gas H-H, ISO 228/1.

INFORMACIÓN ADICIONAL


Ref.	Medida / Size		PN	DN	Dimensiones / Dimensions (mm)					Peso / Weight (Kg)
	R				A	L	C	E	D	
3230 04	1/2"		16	15	66	57	67	81	50	0,176
3230 05	3/4"		16	20	70	66	77	94	50	0,264
3230 06	1"		16	25	97	80	96	118	55	0,467
3230 07	1 1/4"		16	32	115	92	115	141	55	0,823
3230 08	1 1/2"		16	40	131	101	131	160	70	0,996
3230 09	2"		16	50	155	121	157	192	70	1,576
3230 10	2 1/2"		15	65	225	151	204	245	110	3,550
3230 11	3"		12	78	232	172	220	268	120	5,100
3230 12	4"		10	98	320	219	290	352	140	9,000

Características

1. Apta para cualquier tipo de instalación de fontanería o calefacción.
2. Presión máxima de trabajo:
 - PN 16 (1/2" a 2")
 - PN 15 (2 1/2")
 - PN 12 (3")
 - PN 10 (4")
3. Construcción en latón s/UNE-EN 12165 (1/2" a 2") y en Bronce s/UNE-EN 1982 (2 1/2" a 4").
4. Extremos roscados gas (BSP) hembra-hembra según ISO 228/1.
5. Apta para agua caliente y fría.
6. Temperatura de trabajo desde 0°C a 100°C.
7. Volante de plástico pintado (1/2" a 2") / acero recubierto de plástico (2 1/2" a 4").

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Conducciones de PVC para circulación del desinfectante HClO:



CODO 90° S.P.

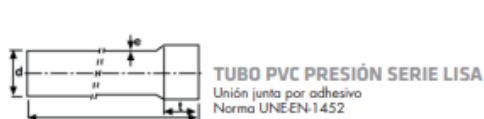
CÓDIGO	d _i (Pulg)	L (mm)	Z (mm)
CON002	1/2	30	14
CON003	3/4	35	16
CON004	1	41	18
CON005	1 1/2	66	30
CON006	2	67	31

NTP - 399.166 : 2003

Tubo PVC-U para fluidos a presión con unión tipo rosca

PN-10 (150 Lbs)					
Ø NOMINAL PULGADA	Ø Ext. (mm)	CÓDIGO	ESPESOR e (mm)	Ø Int. (mm)	PESO (Kgs)
1/2"	21.00	TUB092	2.90	15.20	1.05
3/4"	26.50	TUB093	2.90	20.70	1.60
1"	33.00	TUB094	3.40	26.20	2.22
1" 1/4	42.00	TUB095	3.60	34.80	3.13
1" 1/2	48.00	TUB096	3.70	40.60	3.99
2"	60.00	TUB097	3.90	52.20	5.66

Accesorios inyectados para fluidos a presión.
Tubo roscado longitud total 5 m. Rosca tipo NPT.



d (mm)	PRESIÓN DE TRABAJO									Metros por palé
	0,6 Mpa (6 atm.)			1,0 Mpa (10 atm.)			1,6 Mpa (16 atm.)			
e (mm)	Código	€/ml.	e (mm)	Código	€/ml.	e (mm)	Código	€/ml.		
20						1,9	* 1 16 20 020 (3)	1,05	500*	
25						1,9	* 1 16 16 025	1,25	300*	
32				1,6	□ 1 16 10 0 32	1,34	* 1 16 16 032	1,83	300*	
40				1,9	* 1 16 10 040	1,74	* 1 16 16 040	2,56	1400	
50	1,6	* 1 16 06 050	1,81	2,4	* 1 16 10 050	2,15	* 1 16 16 050	3,88	1150	
63	2,0	* 1 16 06 063	2,60	3,0	* 1 16 10 063	3,69	* 1 16 16 063	5,71	696	
75	2,3	* 1 16 06 075	3,54	3,6	* 1 16 10 075	5,25	* 1 16 16 075	7,96	486	
90	2,8	* 1 16 06 090	4,99	4,3	* 1 16 10 090	7,55	* 1 16 16 090	11,40	378	
110	2,7	* 1 16 06 110	5,98	4,2	* 1 16 10 110	9,22	* 1 16 16 110	14,30	324	
125	3,1	* 1 16 06 125	7,88	4,8	* 1 16 10 125	11,85	□ 1 16 16 125	*	258	
140	3,5	* 1 16 06 140	9,85	5,4	* 1 16 10 140	14,89	□ 1 16 16 140	*	228	
160	4,0	* 1 16 06 160	12,71	6,2	* 1 16 10 160	19,43	□ 1 16 16 160	*	198	
180	4,4	* 1 16 06 180	15,95	6,9	* 1 16 10 180	24,57	□ 1 16 16 180	*	132	
200	4,9	* 1 16 06 200	19,49	7,7	* 1 16 10 200	30,18	□ 1 16 16 200	*	84	
250	6,2	* 1 16 06 250	30,90	9,6	□ 1 16 10 250	47,03	□ 1 16 16 250	*	66	
315	7,7	* 1 16 06 315	47,70	12,1	□ 1 16 10 315	73,92	□ 1 16 16 315	*	30	

* Consultar precios.
Longitud tubos = de Ø 20 a Ø 40: 5 m. De Ø 50 a Ø 63: Politejo 6 m; Tuyper 5m; 50/6 5m. De Ø 75 a Ø 315: 6m
d= diámetro t= profundidad embocadura (mm) e= espesor tubería (mm)
(3) DN20 PN20

*Fajas

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara



**CODO 90°
HEMBRA-HEMBRA**

Medida (mm)	Presión	Código	€/piezas sueltas	Cajas completas	
				ud/caja	€/ud
20	16	3 10 00 020	0,34	100	0,31
25	16	3 10 00 025	0,42	100	0,38
32	16	3 10 00 032	0,59	100	0,54
40	16	3 10 00 040	0,87	100	0,77
50	16	3 10 00 050	1,32	100	1,17
63	16	3 10 00 063	1,95	50	1,74
75	16	3 10 00 075	3,62	30	3,24
90	16	3 10 00 090	5,85	18	5,26
110	16	3 10 00 110	10,90	10	9,80
125	16	3 10 00 125	16,34	6	14,69
140	16	3 10 00 140	28,05	6	25,20
160	16	3 10 00 160	32,75	4	29,44
180	10	3 10 00 180	51,19	2	46,00
200	10	3 10 00 200	48,09	2	43,23
250	10	3 10 00 250	151,98	1	-
315	10	3 10 00 315	340,19	1	-



EUROBRIC

Curva Ø 16 mm unión tubo PVC

★★★★★ (0) [Escribe una opinión](#)

0,45 €

BriCor

Color Gris

Ø 16 mm

ENVÍO

Entrega mañana 29 de octubre por 5,90 €



Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara



Curva de unión para tubos de PVC rígidos, para instalaciones eléctricas.

Referencias:

· 18402 - Ø 16 mm.

· 18412 - Ø 20 mm.

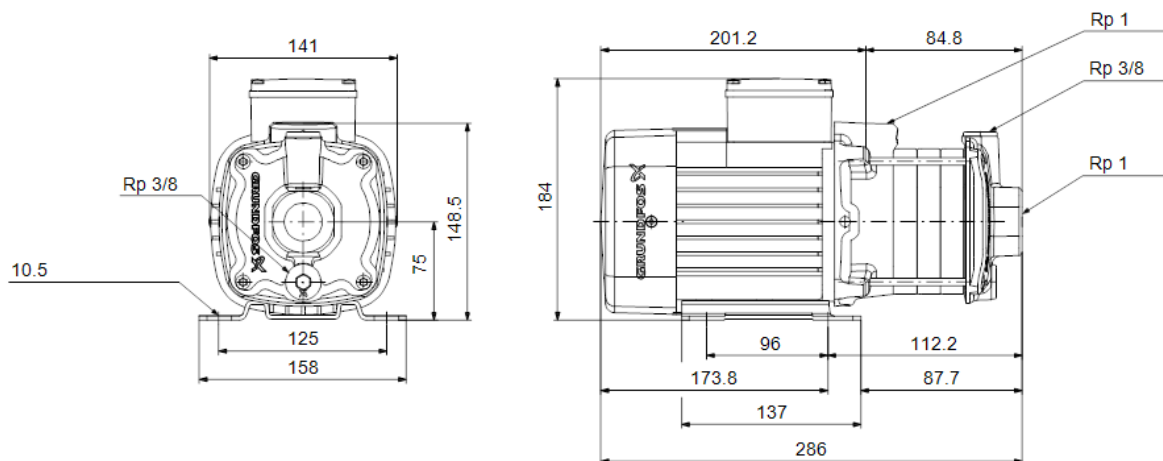
· 18422 - Ø 25 mm.

REQUISITOS PARA SELECCIÓN BOMBA

D	0.0127 m
Q_L	$1.875 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$
ω_{real}	15,23 W \approx 0.02 kW
h_s	7,45m
$NPSH_{disp}$	10,2 m

Bomba dosificadora de HClO:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara



CM 1-2 A-R-A-E-AVBE F-A-A-N

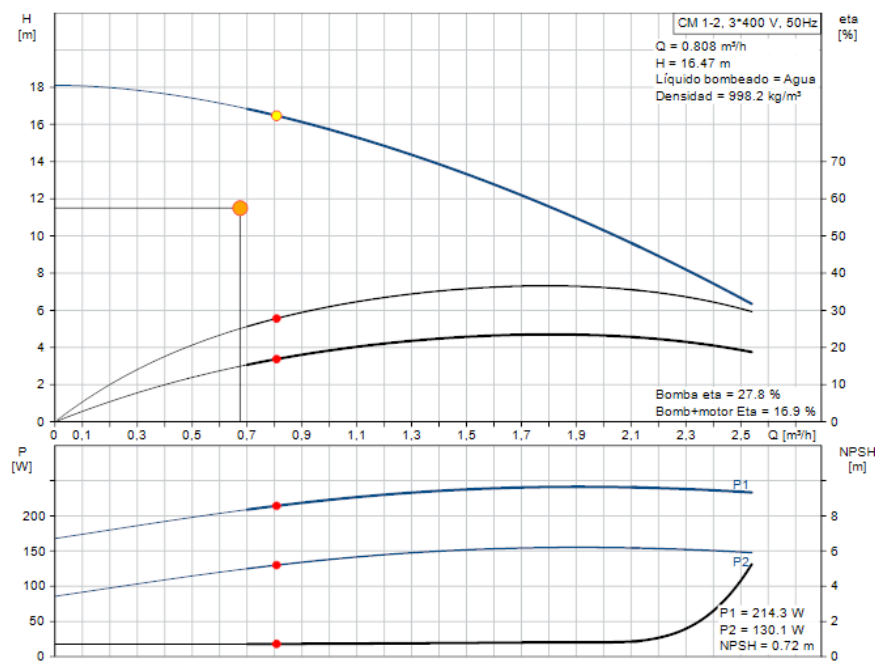
Número de producto 96935384

Adecuado para

- Goteo/Micropulverización
- Frost protection
- Pivote
- Agua superficial para agricultura
- Aire acondicionado en edificación comercial
- Aumento de presión - Edificios comerciales
- Aumento de presión doméstico
- Calefacción urbana
- Riego
- Desalinización
- Calefacción industrial
- Lavado y limpieza
- Suministro industrial de agua
- Distribución de agua

Las bombas CM son fiables, silenciosas, compactas y horizontales. Su diseño modular permite realizar soluciones personalizadas. Están disponibles en acero inoxidable y fundición

Datos específicos bomba:



Ver

Show sizing result

Tipos de curva

Curvas de potencia P1

Curvas de potencia P2

NPSH

Eta

Curva eta ISO

Tolerancia

50 Hz y 60 Hz

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Producto	CM 1-2 A-R-A-E-AVBE F-A-A-N	Líquido	
Código	96935384	Líquido bombeado	Agua
Número EAN	5700314052225	Rango de temperatura del líquido	-20 .. 90 °C
Precio	EUR 275	Densidad	998.2 kg/m ³
Técnico		Datos eléctricos	
Velocidad bomba en el que se basan los datos de la bomba	2900 rpm	Normativa de motor	IEC
Caudal real calculado	0.808 m ³ /h	Tamaño de estructura	71A
Caudal nominal	1.7 m ³ /h	Potencia nominal - P2	0.46 kW
Altura resultante de la bomba	16.47 m	Frecuencia de red	50 Hz
Altura nominal	11.98 m	Adecuado para 50/60 Hz	N
Impulsores	2	Fases	3
Código del cierre	AVBE	Tensión nominal	220-240D/380-415Y V
Homologaciones	CE,WRAS,ACS,EAC	Factor de servicio	1.00
Tolerancia de curva	ISO9906:2012 3B	Tensión nominal	2,0-2,2/1,0-1,2 A
Versión de la bomba	A	Tensión solicitada	400 V
Modelo	A	Intensidad nominal con esta tensión	1.11 A
		Intensidad de arranque	490-530 %

Presión máxima a la temp. declarada:	10 bar / 40 °C
	6 bar / 90 °C
Tipo de conexión:	Rp
Tamaño de la conexión de entrada:	1 inch
Tamaño de la conexión de salida:	1 inch
Posición de salida:	12
DATOS ELÉCTRICOS:	
Normativa de motor:	IEC
Tamaño de estructura:	71A
Potencia nominal - P2:	0.46 kW
Frecuencia de red:	50 Hz
Adecuado para 50/60 Hz:	N
Fases:	3

11.7 Composición y características Anolyte

2. IDENTIDAD

2.1. Nombres

Nombre del biocida: **HOCL y el ion OCL⁻**
 Nombre comercial del biocida: **ANK-Anolyte**

2.2. Información cuantitativa y cualitativa sobre la composición del producto biocida

2.2.1. Substancias activas en ANK-Anolyte

Las substancias activas en **ANK-Anolyte** son HOCL y el ion OCL⁻,

ANK-Anolyte es un el líquido incoloro y transparente con un ligero olor a cloro que contiene cloro activo compuesto por HOCL y OCL⁻ así como el varios hidroxilos como HO⁻, HO₂[•], HO[•], H₂O₂ y compuestos de oxígeno como ¹O₂ y O₃, qué le da propiedades biocida y esporicida.

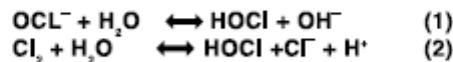
2.2.2. Composición

Ingrediente	CAS-no	EINICS-no	Wt/Vol%	Símbolos
Cloruro de sodio	7647-14-5	231-598-3	0.26%	NaCL
Ácido Hipocloroso (cloro)	7782-50-5	231-959-5	0.05%	HOCL
Ion Hipoclorito (Hipoclorito de sodio)	7681-52-9	231-668-3	HOCL + OCL ⁻	OCL ⁻
Agua	7732-18-5	231-791-2	99.69	H2O

Todos los ingredientes determinados se listan en el inventario EINICS europeo

2.2.3. Cantidad de substancias Activas en ANK-Anolyte

Los compuestos de cloro activos existen en un estado de equilibrio que es representado por las reacciones siguientes:



De acuerdo con la reacción (1) la relación entre el ácido hipocloroso (HOCL) y del ion hipoclorito (OCL⁻) depende solamente del valor del pH. La proporción del porcentaje de ion hipoclorito y ácido hipocloroso en las soluciones de cloro activo se muestra en la Tabla 1.

% HOCL en ANK-Anolyte	PH-valor ANK-Anolyte	% OCL ⁻ en ANK-Anolyte
7.0	79.1	20.9
7.5	54.8	45.2
8.0	27.5	72.5

3. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

3.1. Punto de fusión, punto de ebullición, densidad relativa y presión al vapor

Punto de fusión:	0o Celsius
Punto de ebullición:	100o Celsius
Densidad relativa:	aprox. 1,000 Kg /m ³
Presión del vapor:	aprox. 2,330 Pa

3.2. Apariencia

Apariencia:	Solución acuosa líquida clara (como agua)
Estado físico:	Líquido
Color:	Incoloro, transparente,
Olor:	Ligero olor a cloro (como el agua de piscinas)

3.3. Valor pH, volumen de cloro activo y Redox-potencial

Valor pH:	7.7 ± 0.5
Redox-Potential:	750mV ± 100
Cl. activo:	500 mg/l ± 50

3.4. Solubilidad en agua

ANK-Anolyte está completamente soluble en el agua a cualquier pH o temperatura del agua.

3.5. Estabilidad del almacenamiento, ficha de análisis del producto

3.5.1. General

ANK-Anolyte es estable bajo la condición de que haya un correcto almacenamiento y fabricación para un periodo de 6 meses.

ANK-Anolyte es 100% biodegradable, el líquido vuelve a sus sustancias originales después de la fecha de caducidad: es decir menos de un 4% de solución acuosa de NaCl en agua.

3.5.2. Efectos de la luz, temperatura, aire y humedad

La exposición a la luz reducirá el periodo de actividad del **ANK-Anolyte**. Guarde el **ANK-Anolyte** en depósitos / recipientes de plástico herméticos en un lugar fresco y oscuro.

6.1. Toxicidad aguda

Daphnia magna 24 horas pruebas de toxicidad agudas que se llevaron a cabo según SFS 5062 norma finlandesa.

Cantidad de cloro activo en ANK-Anolyte	Dilución en agua de grifo	EC50;% (límite de seguridad)	EC50;% para Anolyte inicial
6mg/l [0,6%]	1:50	13 (11-16)	0. 26-0. 28
3mg/l [0,3%]	1:100	25 (22.5-28)	0. 25
1,5mg/l [0,15%]	1:200	56 (52-59)	
0,6mg/l [0,006%]	1:500	No tóxico	
0,15mg/l [0,0015%]	1:2000	No tóxico	

La prueba de toxicidad demostró que no había efectos agudos para el ANK - Anolyte diluido a 1:500 o más.

6.2. Toxicidad crónica

Daphnia magna se usó durante el ciclo completo de vida de 21 días, midiendo dos puntos extremos, mortalidad y reproducción. Daphnia magna las pruebas de toxicidad crónicas se llevaron a cabo durante el ciclo completo de vida de 21 días, según SFS 5062 norma finlandesa.

La prueba de toxicidad demostró que no había efectos crónicos para el ANK - Anolyte diluido a 1:500 o más.

6.3. Irritación de la piel o de los ojos

ANK-Anolyte en su forma más fuerte puede causar un poco de irritación cuando entra en contacto con los ojos. ANK-Anolyte no causa irritación superficial ni siquiera en la forma más fuerte y con un largo tiempo de contacto.

6.4. Toxicidad oral

La prueba oral en ratas demuestra que esa toxicidad de ANK-Anolyte empieza aproximadamente a los LD50 >2000kg/kg.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara



11.8 Conteo de consumo del equipo Aquactiva

En este apartado se muestran las mediciones obtenidas tanto diariamente en la máquina de generación de HCIO, LAMI- 200 como por los procesos prácticos llevados a cabo en la EDAR de Almenara:

Consumos de agua, sal y electricidad por la máquina LAMI-200 y seguimiento de dosificación de HCIO:

Fecha	CONSUMOS								DOSIFICACIÓN								
	Totalizador Equipo Aquactiva (horas)	Horas Equipo Aquactiva	Totalizador Consumo agua Aquactiva (l)	Consumo Agua Aquactiva (l)	Totalizador Generación Anolite	Anolite Generado diario (l)	Consumo de Sal (kg)	Consumo teórico sal (3,688g/l Anolite producido)	Consumo eléctrico Equipo Aquactiva (kWh/día)	Caudal Efluente (m3/h)	Caudal Efluente (m3/día)	Comprobación de caudal (SI/NO)	Cubicaje Bombas dosificación Anolite (ml/m)	Cubicaje Bombas dosificación Anolite (l/h)	Horas dosificación Anolite	Anolite dosificado (l/día)	Anolite dosificado (l/m3)
1-Mar-2021		0,00		0,00		0,00	75,00	0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
2-Mar-2021		0,00		0,00		0,00		0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
3-Mar-2021		0,00		0,00		0,00		0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
4-Mar-2021		0,00		0,00		0,00		0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
5-Mar-2021		0,00		0,00		0,00		0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
6-Mar-2021		0,00		0,00		0,00		0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
7-Mar-2021		0,00		0,00		0,00		0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
8-Mar-2021		0,00		0,00		0,00		0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
9-Mar-2021		0,00		0,00		0,00		0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
10-Mar-2021		0,00		0,00		0,00		0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
11-Mar-2021		0,00		0,00		0,00		0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
12-Mar-2021		0,00		0,00		0,00	75,00	0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
13-Mar-2021		0,00		0,00		0,00		0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
14-Mar-2021		0,00		0,00		0,00		0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
15-Mar-2021		50,61		3622,80		3141,66		0,00		4,00	96,00			0,00		0,00	0,00
16-Mar-2021	50,61	4,05	3622,8	763,60	3141,66	725,42		2,68		4,00	96,00		164,00	3,84	24,00	236,16	2,46
17-Mar-2021	54,66	3,62	10386,4	639,60	3867,08	664,62		2,45		4,00	96,00		328,00	19,68	24,00	472,32	4,32
18-Mar-2021	58,28	3,08	11086,0	593,00	10531,70	563,35		2,08		4,00	96,00		444,30	26,66	24,00	639,79	6,66
19-Mar-2021	61,36	3,15	11673,0	602,00	11095,05	571,90		2,11		4,00	96,00		444,30	26,66	24,00	639,79	6,66
20-Mar-2021	64,51	3,34	12281,0	637,00	11666,35	605,15		2,23		4,00	96,00		444,30	26,66	24,00	639,79	6,66
21-Mar-2021	67,85	3,63	12918,0	694,00	12272,10	659,30		2,43		4,00	96,00		444,30	26,66	24,00	639,79	6,66
22-Mar-2021	71,48	3,08	13612,0	595,00	12931,40	565,25	50,00	2,08		4,00	96,00		444,30	26,66	24,00	639,79	6,66
23-Mar-2021	74,56	3,34	14207,0	644,00	13496,65	611,80		2,26		4,00	96,00		444,30	26,66	24,00	639,79	6,66
24-Mar-2021	77,90	2,76	14851,0	531,00	14108,45	504,45		1,86		4,00	96,00		444,30	26,66	24,00	639,79	6,66
25-Mar-2021	80,66	2,94	15382,0	561,00	14612,90	532,95		1,97		4,00	96,00		375,00	22,50	24,00	540,00	5,63
26-Mar-2021	83,60	3,40	15943,00	557,00	15145,9	529,15		1,95		4,00	96,00		375,00	22,50	24,00	540,00	5,63
27-Mar-2021	87,00	3,00	16500,00	500,00	15675,00	475,00		1,75		4,00	96,00		375,00	22,50	24,00	540,00	5,63
28-Mar-2021	90,00	1,60	17000,00	471,00	16150,00	447,45		1,65		4,00	96,00		375,00	22,50	24,00	540,00	5,63
29-Mar-2021	91,60	3,15	17471,00	596,00	16537,5	568,10		2,10		4,00	96,00	SI	375,00	22,50	24,00	540,00	5,63
30-Mar-2021	94,75	3,01	18063,00	603,00	17165,6	572,85		2,11		4,00	96,00		375,00	22,50	24,00	540,00	5,63
31-Mar-2021	97,76	2,74	18672,00	539,00	17738,4	512,05	25,00	1,89		4,00	96,00		375,00	22,50	24,00	540,00	5,63
1-Apr-2021	100,50	-100,50	19211,00	-19211,00	18250,5	-18250,45		-67,31		4,00	96,00		375,00	22,50	24,00	540,00	5,63

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

CONSUMOS															DOSIFICACIÓN									
Fecha	Totalizador Equipo Aquactiva (horas)	Horas Equipo Aquactiva	Totalizador Consumo agua Aquactiva (Litros)	Consumo Agua Aquactiva	Totalizador Generación Anolite	Anolite Generado diario	Consumo de Sal (kg)	Consumo teórico sal (3,688g/l Anolite producido)	pH Anolite salida máquina	pH Anolite en depósito	Redox Anolite salida máquina (mV)	Redox Anolite en depósito (mV)	Cloro libre Anolite salida máquina (mg/l)	Cloro libre Anolite en depósito (mg/l)	Consumo eléctrico Equipo Aquactiva (kWh/día)	Caudal Efluente (m3/h)	Caudal Efluente (m3/día)	Comprobación de caudal (SIMNO)	Cubicaje Bombas dosificación Anolite (ml/m)	Cubicaje Bombas dosificación Anolite (l/h)	Horas dosificación Anolite	Anolite dosificado (l/día)	Anolite dosificado (l/m3)	
1-Apr-2021	100,5	2,20	19211,00	619,00	18250,45	588,05		2,17								4,00	96,00	SI	375,00	22,50	24,00	540,00	5,63	
2-Apr-2021	102,7	3,20	19830,00	520,00	18838,50	494,00		1,82								4,00	96,00		375,00	22,50	24,00	540,00	5,63	
3-Apr-2021	105,3	2,30	20350,00	535,00	19332,50	508,25		1,87								4,00	96,00		375,00	22,50	24,00	540,00	5,63	
4-Apr-2021	108,8	2,30	20885,00	645,00	19840,75	612,75		2,26								4,00	96,00		375,00	22,50	24,00	540,00	5,63	
5-Apr-2021	111,1	2,00	21530,00	454,00	20453,50	431,30		1,53								4,00	96,00		375,00	22,50	24,00	540,00	5,63	
6-Apr-2021	113,1	1,80	21984,00	368,00	20884,80	349,60		1,23								4,00	96,00	SI	375,00	22,50	24,00	540,00	5,63	
7-Apr-2021	114,3	0,30	22352,00	260,00	21234,40	247,00		0,31	6,40	6,70	322,00	305,10	3,33	3,03		4,00	96,00		375,00	22,50	24,00	540,00	5,63	
8-Apr-2021	115,8	3,70	22612,00	380,00	21481,40	361,00	50,00	1,33								4,00	96,00		375,00	22,50	24,00	540,00	5,63	
9-Apr-2021	119,5	2,30	22932,00	457,00	21842,40	434,15		1,60								4,00	96,00		328,00	19,68	24,00	472,32	4,32	
10-Apr-2021	122,4	2,20	23443,00	508,00	22276,55	482,60		1,78								4,00	96,00		328,00	19,68	24,00	472,32	4,32	
11-Apr-2021	124,6	1,90	23957,00	413,00	22753,15	392,35		1,45								4,00	96,00		328,00	19,68	24,00	472,32	4,32	
12-Apr-2021	126,5	1,60	24370,00	324,00	23151,50	307,80		1,14								4,00	96,00		328,00	19,68	24,00	472,32	4,32	
13-Apr-2021	128,1	1,00	24634,00	263,00	23453,30	249,85		0,92	6,56	7,23	315,30	684,20	2,30	2,31		4,00	96,00		163,40	3,80	24,00	235,30	2,45	
14-Apr-2021	123,1	1,10	24357,00	215,00	23703,15	204,25		0,75								4,00	96,00	SI	163,40	3,80	24,00	235,30	2,45	
15-Apr-2021	130,2	1,00	25172,00	283,00	23913,40	274,55	25,00	1,01	5,67	6,57	354,60	866,70	1,31	2,23		4,00	96,00		163,40	3,80	24,00	235,30	2,45	
16-Apr-2021	131,20	2,30	25461,00	282,00	24187,35	267,30		0,93								4,00	96,00		163,40	3,80	24,00	235,30	2,45	
17-Apr-2021	133,50	1,40	25743,00	290,00	24455,85	275,50		1,02								4,00	96,00		163,40	3,80	24,00	235,30	2,45	
18-Apr-2021	134,30	1,60	26033,00	338,00	24731,35	321,10		1,18								4,00	96,00		163,40	3,80	24,00	235,30	2,45	
19-Apr-2021	136,50	0,70	26371,00	130,00	25052,45	123,50		0,46								4,00	96,00		163,40	3,80	24,00	235,30	2,45	
20-Apr-2021	137,20	0,30	26501,00	52,00	25175,35	43,40		0,18	6,25	6,75	881,00	871,20	0,54	1,30		4,00	96,00	SI	85,00	5,10	24,00	122,40	1,28	
21-Apr-2021	137,50	2,40	26553,00	465,00	25225,35	441,75		1,63								4,00	96,00		444,30	26,66	24,00	633,73	6,66	
22-Apr-2021	133,30	2,60	27018,00	519,00	25667,10	433,05		1,82								4,00	96,00		163,40	3,80	24,00	235,30	2,45	
23-Apr-2021	142,50	1,40	27537,00	274,00	26160,15	260,30	25,00	0,96								4,00	96,00		163,40	3,80	24,00	235,30	2,45	
24-Apr-2021	143,90	0,40	27811,00	265,00	26420,45	251,75		0,93								4,00	96,00		163,40	3,80	24,00	235,30	2,45	
25-Apr-2021	144,30	1,20	28076,00	259,00	26672,20	246,05		0,31								4,00	96,00		163,40	3,80	24,00	235,30	2,45	
26-Apr-2021	145,50	1,40	28335,00	2,00	26918,25	1,30		0,01								4,00	96,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27-Apr-2021	146,30	1,40	28337,00	322,00	26920,15	305,30		1,13								4,00	96,00		163,40	3,80	24,00	235,30	2,45	
28-Apr-2021	148,30	0,60	28653,00	131,00	27226,05	124,45		0,46	6,58	6,35	861,70	300,00	6+	0,13		4,00	96,00	SI	125,00	7,50	24,00	180,00	1,88	
29-Apr-2021	148,30	0,70	28730,00	116,00	27350,50	110,20		0,41	6,78	6,23	333,30	332,30	0,08	0,07		4,00	96,00		125,00	7,50	24,00	180,00	1,88	
30-Apr-2021	143,60	0,40	28906,00	36,00	27460,70	31,20		0,34								4,00	96,00		125,00	7,50	24,00	180,00	1,88	
1-May-2021	150,00	0,00	29002,00	0,00	27551,30	0,00		0,00								4,00	96,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03-may-21	150,00	-150,00	29002,00	-29002,00	27551,30											4,00	96,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
																4,00	96,00		125	7,50	24	180,00	1,88	

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte)
en la EDAR de Almenara

11.9 Resultados de los análisis microbiológicos de laboratorio

RESULTADOS ANALÍTICOS																				
Fecha	Hora	Dosisificación n Anolite (l/m ³)	Potencial Redox	pH	E. Coli Effluente sin tratar						E. Coli Effluente tratado						Enviado a IPROMA (SI/NO)	Resultado IPROMA		
					Dilución	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Dilución	Muestra 1		Muestra 2				Muestra 3	
						Conteo	Resultado	Conteo	Resultado	Conteo	Resultado		Conteo	Resultado	Conteo	Resultado			Conteo	Resultado
1-Mar																				
2-Mar																				
3-Mar																				
4-Mar																				
5-Mar																				
6-Mar																				
7-Mar																				
8-Mar																				
9-Mar																				
10-Mar																				
11-Mar																				
12-Mar																				
13-Mar																				
14-Mar																				
15-Mar	13:00	2,46	221																	
16-Mar	8:00	4,32	361															SI	2700	
17-Mar	8:00	6,66	442		1,00E-05	103	10.300.000	118	11.800.000	153	15.300.000	1,00	1	1	0	0	0	0	NO	
18-Mar																				
19-Mar																				
20-Mar																				
21-Mar																				
22-Mar	10:00	6,66	461		1,00E-05	72	7.200.000	70	7.000.000	70	7.000.000	1,00	0	0	0	0	0	0	SI	3
23-Mar																				
24-Mar	10:00	6,66	423		1,00E-05	120	12.000.000	134	13.400.000	127	12.700.000	1,00	0	0	0	0	0	0	NO	
25-Mar	12:00	5,63	345		1,00E-05	152	15.200.000	168	16.800.000	164	16.400.000	1,00	1	1	0	0	1	1	NO	
26-Mar																				
27-Mar																				
28-Mar																				
29-Mar	10:00	5,63	330	6,58	1,00E-05	131	13.100.000	134	13.400.000	148	14.800.000	1,00	0	0	2	2	1	1	SI	12
30-Mar	8:00	5,63	337	6,53	1,00E-05	114	11.400.000	34	3.400.000	105	10.500.000	1,00	0	0	0	0	0	0	NO	
31-Mar	10:00	5,63	331	6,53	1,00E-05	35	3.500.000	83	8.300.000	73	7.300.000	1,00	5	5	3	3	3	3	NO	
1-Apr																				

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

RESULTADOS ANALÍTICOS																				
Fecha	Hora	Dosificación Anolite (l/m3)	Potencial Redox	pH	E. Coli Efluente sin tratar						E. Coli Efluente tratado						Enviado a IPPROMA (SI/NO)	Resultados Iproma		
					Dilución	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Dilución	Muestra 1		Muestra 2				Muestra 3	
						Conteo	Resultado	Conteo	Resultado	Conteo	Resultado		Conteo	Resultado	Conteo	Resultado			Conteo	Resultado
1-Apr																				
2-Apr																				
3-Apr																				
4-Apr																				
5-Apr																				
6-Apr	10:00		192		1,00E-05	137	13.700.000	125	12.500.000	113	11.300.000	produce fallo en bomba de dosificación y da valores superiores al límite de detec								
7-Apr	10:00	5,63	394	6,74	1,00E-05	96	9.600.000	88	8.800.000	98	9.800.000	1,00	1	1	0	0	0	0	SI	360
8-Apr	10:00	5,63	383	6,65	1,00E-05	115	11.500.000	108	10.800.000	106	10.600.000	1,00	0	0	0	0	0	0	NO	
9-Apr																				
10-Apr																				
11-Apr																				
12-Apr																				
13-Apr	10:00	4,92	338	6,78	1,00E-05	92	9.200.000	153	15.300.000	148	14.800.000	1,00	3	3	3	3	2	2	SI	2200
14-Apr																				
15-Apr	10:00	2,45	303	6,84	1,00E-05	157	15.700.000	173	17.300.000	162	16.200.000	1,00	9	9	7	7	9	9	NO	
16-Apr																				
17-Apr																				
18-Apr																				
19-Apr	10:00	2,45	358	7,03	1,00E-05	213	21.300.000	225	#####	198	19.800.000	1,00	4	4	3	3	2	2	SI	6
20-Apr																				
21-Apr																				
22-Apr												e produce lluvia torrencial y el tanque se contamina, es imposible tomar muestra								
23-Apr																				
24-Apr																				
25-Apr																				
26-Apr																				
27-Apr	10:00	2,45	281	6,72	1,00E-05	255	#####	213	21.300.000	0	1,00	14	14	12	12		0	NO		
28-Apr	10:00	1,88	167	7,1	1,00E-05	283	#####	221	22.100.000	0	1,00	173	173	260	260	100	100	NO		
29-Apr	10:00	1,88	78	6,85	1,00E-05		0		0	0	1,00		0		0		0	SI		
30-Apr																				
1-May																				
03-may	10:00	1,88	12	7,21	1,00E-05							1								

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

11.10 Resultados trabajo conjunto con Aquactiva Solutions SL

18/03/2020 ORP (mV) pH Conductividad (µS) V. total muestra Columna1 Columna2 Columna3 Columna4 Columna5 Columna6 Columna7 Columna8 Columna9 Columna10														
Muestra tratada 345 7,27 1000 ml 984														
Nº de ensayo	V. muestra (ml)	V. Agua destilada	V. Anolite (ml)	V. Hipoclorito sódico (n)	V. total mezcla (ml)	V. filtración (ml)	Factor de dilución	Condicionador trabajo máquina Aquactiva (pH, FA)	pH y ORP real Anolite	Condicionador mezcla (pH, ORP, clara activa)	Colonia E. Coli (muestra diluida)	Colonia coliformes (muestra diluida)	Colonia E. Coli total	Colonia coliformes total
Sin tratar 1	0,1	99,9	0	0	100	100	10 ⁻⁵	pH: 7,27; ORP: 345mV	243	287	2,430,000	2,370,000		
Sin tratar 2	0,1	99,9	0	0	100	100	10 ⁻⁵	pH: 7,27; ORP: 345mV	272	224	2,720,000	2,420,000		
Sin tratar 3	0,01	99,99	0	0	100	100	10 ⁻⁶	pH: 7,27; ORP: 345mV	0	0	0	0		
Sin tratar 4	0,01	99,99	0	0	100	100	10 ⁻⁶	pH: 7,27; ORP: 345mV	0	0	0	0		1000000
5,51	10	90	0,5	0	100,5	100	0,1	pH: 5,5 Waterflau: 1911M; FAC: 300 ppm	pH: 5,8-5,9 ORP: 960 mV	Can: 6,69 mrf/cm	4	10	40	100
5,52	10	90	0,5	0	100,5	100	0,1	pH: 5,5 Waterflau: 1911M; FAC: 300 ppm	pH: 5,8-5,9 ORP: 960 mV	Can: 6,69 mrf/cm	1	19	10	190
5,53	10	90	0,5	0	100,5	100	0,1	pH: 5,5 Waterflau: 1911M; FAC: 300 ppm	pH: 5,8-5,9 ORP: 960 mV	Can: 6,69 mrf/cm	11	29	110	290
5,54	100	0	0,7	0	100,7	100,7	1	pH: 5,5 Waterflau: 1911M; FAC: 300 ppm	pH: 5,8-5,9 ORP: 960 mV	Can: 6,69 mrf/cm	10	73	10 (117 pared placa)	73
6,11	100	0	0,7	0	100,7	100,7	1	pH: 6,1 Waterflau: 1911M; FAC: 500 ppm	pH: 6,35-6,32 ORP: 950 mV	pH: 7,23 ORP: 480 mV Cand: 9,22 mrf/cm	6	74	6	74
6,12	100	0	0,5	0	100,5	100,5	1	pH: 6,1 Waterflau: 1911M; FAC: 500 ppm	pH: 6,35-6,32 ORP: 950 mV	pH: 7,23 ORP: 440 mV Cand: 9,22 mrf/cm	7	84	7	84

Nº de ensayo	V. muestra (ml)	V. Agua destilada (ml)	V. Anolite (ml)	V. Hipoclorito sódico (n)	V. total mezcla (ml)	V. filtración (ml)	Factor de dilución	Condicionador pH real Anolite	Condicionador Colonias E. Coli (mue)	Colonias or	Colonias E. Coli totales	Colonias coliformes totales
HS1	100	0	0	0,6	100,6	100,6	1	0	0	0	0	
HS2	100	0	0	0,6	100,6	100,6	1	0	0	0	0	
HS3	100	0	0	0,6	100,6	100,6	1	0	0	0	0	

18/03/2020 ORP (mV) pH Conductividad (µS) V. total muestra Columna1 Columna2 Columna3 Columna4 Columna5 Columna6 Columna7 Columna8 Columna9 Columna10 Columna11															
Muestra tratada 251 7,21 1343 1000 ml															
Nº de ensayo	V. muestra (ml)	V. Agua destilada	V. Anolite (ml)	V. Hipoclorito sódico (n)	V. total mezcla (ml)	Concentración clara libre mezcla (S)	V. filtración (ml)	Factor de dilución	Condicionador trabajo máquina Aquactiva (pH, FA)	pH y ORP real Anolite	Condicionador mezcla (pH, ORP, clara activa)	Colonia E. Coli (muestra diluida)	Colonia coliformes (muestra diluida)	Colonia E. Coli total	Colonia coliformes total
5,21	100	0	0,6	0	100,6	1,5	95,6	1	pH: 5,2 FAC: 500 ppm	5,55 pH: 7,27 ORP: 540 mV	5,55 pH: 7,27 ORP: 540 mV	10	43	10	43
5,22	100	0	0,6	0	100,6	1,55	95,6	1	pH: 5,2 FAC: 500 ppm	5,55 pH: 7,27 ORP: 469 mV	5,55 pH: 7,27 ORP: 469 mV	14	48	14	48
5,23	100	0	0,6	0	100,6	1,6	95,6	1	pH: 5,2 FAC: 500 ppm	5,55 pH: 7,25 ORP: 502 mV	5,55 pH: 7,25 ORP: 502 mV	14	52	14	52
7,51	100	0	0,6	0	100,6	1,65	95,6	1	pH: 7,5 FAC: 500 ppm	6,6 pH: 7,22 ORP: 462 mV	6,6 pH: 7,22 ORP: 462 mV	19	41	19	41
7,52	100	0	0,6	0	100,6	1,55	95,6	1	pH: 7,5 FAC: 500 ppm	6,6 pH: 7,25 ORP: 422 mV	6,6 pH: 7,25 ORP: 422 mV	17	53	17	53
7,53	100	0	0,6	0	100,6	1,44	95,6	1	pH: 7,5 FAC: 500 ppm	6,6 pH: 7,24 ORP: 421 mV	6,6 pH: 7,24 ORP: 421 mV	23	51	23	51

18/03/2020 ORP (mV) pH Conductividad (µS) V. total muestra Columna1 Columna2 Columna3 Columna4 Columna5 Columna6 Columna7 Columna8 Columna9 Columna10 Columna11														
Muestra tratada 215 7,12 1000 ml														
Nº de ensayo	V. muestra (ml)	V. Agua destilada	V. Anolite (ml)	V. Hipoclorito sódico (n)	V. total mezcla (ml)	V. filtración (ml)	Factor de dilución	Condicionador trabajo máquina Aquactiva (pH, FA)	pH y ORP real Anolite	Condicionador mezcla (pH, ORP, clara activa)	Colonia E. Coli (muestra diluida)	Colonia coliformes (muestra diluida)	Colonia E. Coli total	Colonia coliformes total
5,51	100	0	0,3	0	100,3	95,3	1	pH: 5,5 FAC: 500 ppm	5,24 902mV	pH: 7,04 ORP: 340 mV Cl2: 0,28	500+	500+	500+	500+
5,52	100	0	0,3	0	100,3	95,3	1	pH: 5,5 FAC: 500 ppm	5,24 902mV	pH: 7 ORP: 230 mV Cl2: 0,3	500+	500+	500+	500+
5,53	100	0	0,3	0	100,3	95,3	1	pH: 5,5 FAC: 500 ppm	5,24 902mV	pH: 7,03 ORP: 230 mV Cl2: 0,34	500+	500+	500+	500+
6,51	100	0	0,3	0	100,3	95,3	1	pH: 6,5 FAC: 500 ppm	6,6 995mV	pH: 7,05 ORP: 209 mV Cl2: 0,28	500+	500+	500+	500+
6,52	100	0	0,3	0	100,3	95,3	1	pH: 6,5 FAC: 500 ppm	6,6 995mV	pH: 7,04 ORP: 203 mV Cl2: 0,35	500+	500+	500+	500+
71	100	0	0,3	0	100,3	95,3	1	pH: 7 FAC: 500 ppm	7,04 864mV	pH: 6,94 ORP: 196 mV Cl2: 0,34	500+	500+	500+	500+
72	100	0	0,3	0	100,3	95,3	1	pH: 7 FAC: 500 ppm	7,04 864mV	pH: 6,96 ORP: 203 mV Cl2: 0,3	500+	500+	500+	500+
HS1	100	0	0,6 en 200 ml (464 ppm)	0	100,3	95,3	1			pH: 7,23 ORP: 190 mV Cl2: 0,3	500+	500+	500+	500+
HS2	100	0	0,6 en 200 ml (464 ppm)	0	100,3	95,3	1			pH: 7,19 ORP: 184 mV Cl2: 0,3	500+	500+	500+	500+
HS3	100	0	0,6 en 200 ml (464 ppm)	0	100,3	95,3	1			pH: 7,9 ORP: 321 mV Cl2: 3,03	500+	500+	500+	500+

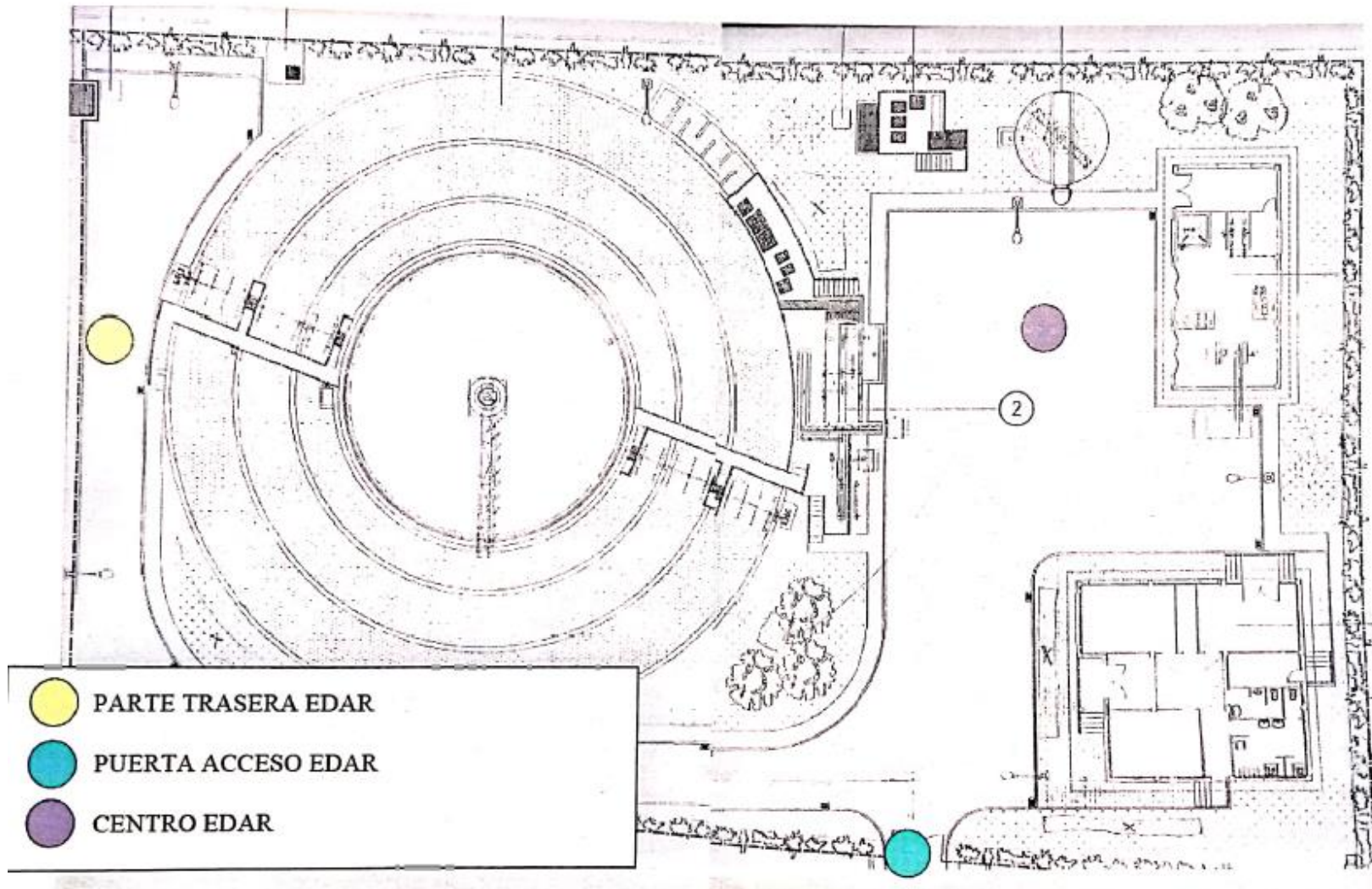
28/04/2020 ORP (mV) pH Conductividad (µS) V. total muestra Columna1 Columna2 Columna3 Columna4 Columna5 Columna6 Columna7 Columna8 Columna9 Columna10 Columna11														
Muestra tratada 297,7 7,1 1500 ml														
Nº de ensayo	V. muestra (ml)	V. Agua destilada	V. Anolite (ml)	V. Hipoclorito sódico (n)	V. total mezcla (ml)	V. filtración (ml)	Factor de dilución	Condicionador trabajo máquina Aquactiva (pH, FA)	pH y ORP real Anolite	Condicionador mezcla (pH, ORP, clara activa)	Colonia E. Coli (muestra diluida)	Colonia coliformes (muestra diluida)	Colonia E. Coli total	Colonia coliformes total
5,51	100	0	0,5	0	100,5	95,5	1	pH: 5,4 FAC: 500 ppm	6,02 952mV	pH: 7,22 ORP: 801 mV Cl2: 2,4	44	200	44	200
5,52	1	99	0,5	0	100,5	95,5	1/100	pH: 5,4 FAC: 500 ppm	6,02 952mV	pH: 7,22 ORP: 801 mV Cl2: 2,4	4	59	400	5900
6,51	100	0	0,5	0	100,5	95,5	1	pH: 6,5 FAC: 500 ppm	6,61 880mV	pH: 7,13 ORP: 758 mV Cl2: 2,61	500+	500+	5000+	5000+
6,52	100	0	0,5	0	100,5	95,5	1/100	pH: 6,5 FAC: 500 ppm	6,61 880mV	pH: 7,13 ORP: 758 mV Cl2: 2,61	152	315	15200	31500
71	100	0	0,5	0	100,5	95,5	1	pH: 7,2 FAC: 500 ppm	6,88 864mV	pH: 7,11 ORP: 709 mV Cl2: 2,25	16	51	16	51
72	100	0	0,5	0	100,5	95,5	1/100	pH: 7,2 FAC: 500 ppm	6,88 864mV	pH: 7,11 ORP: 709 mV Cl2: 2,25	227	500+	23700	5000+
HS1	100	0	0,4 en 100 ml (500 ppm)	0	100,4	95,4	1			pH: 7,15 ORP: 422 mV Cl2: 1,37	7	89	7	89
HS2	100	0	0,4 en 100 ml (500 ppm)	0	100,4	95,4	1/10			pH: 7,15 ORP: 422 mV Cl2: 1,37	1	8	10	80
HS3	100	0	0,4 en 100 ml (500 ppm)	0	100,4	95,4	1/100			pH: 7,15 ORP: 422 mV Cl2: 1,37	0	1	0	100

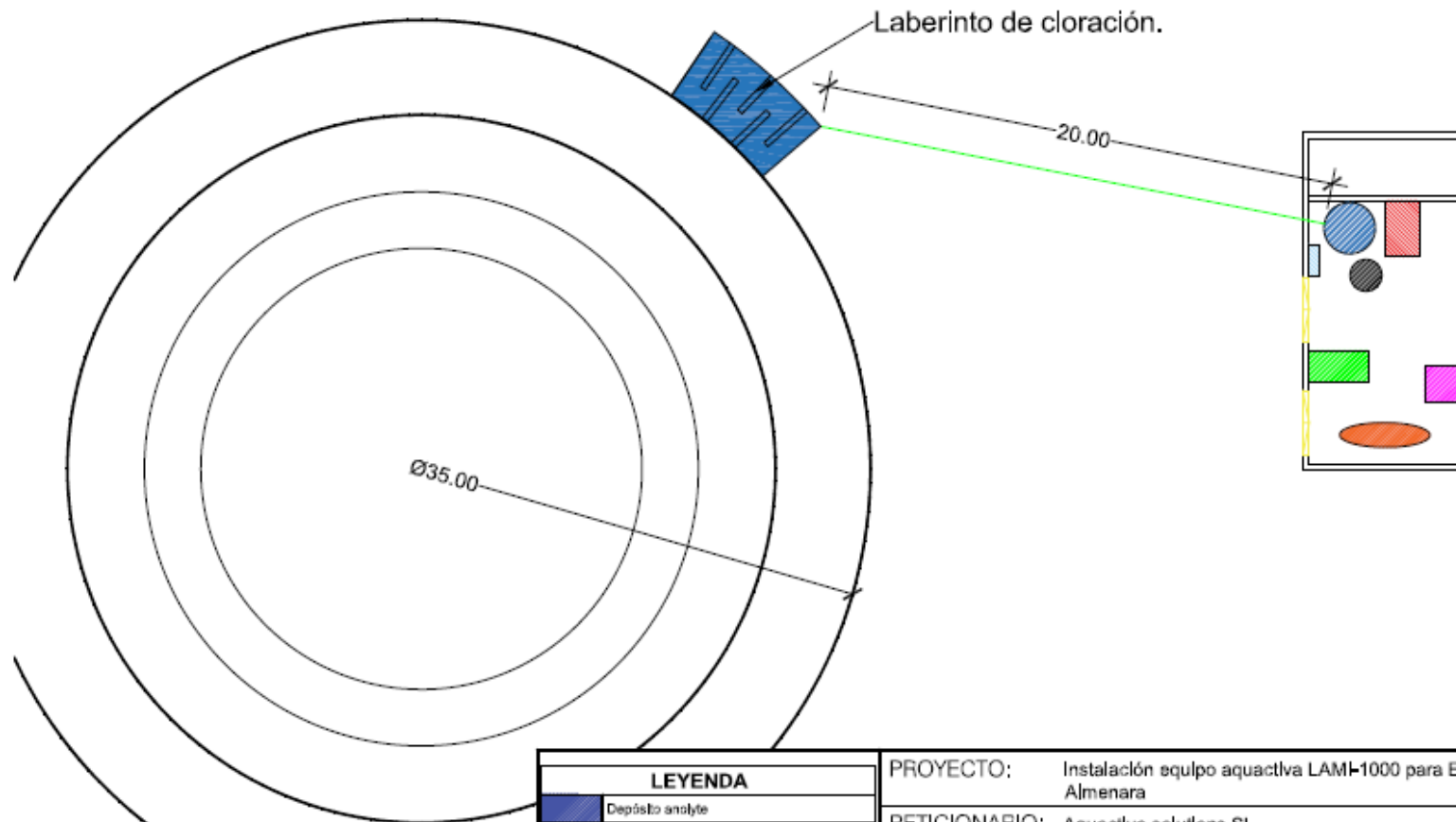
III. PLANOS









ÍNDICE DE LOS PLANOS

1. Plano general.....	142
2. Diseño conducción ácido hipocloroso.....	143
3. Distribución edificio de deshidratación y conducciones máquina LAMI-1000....	144

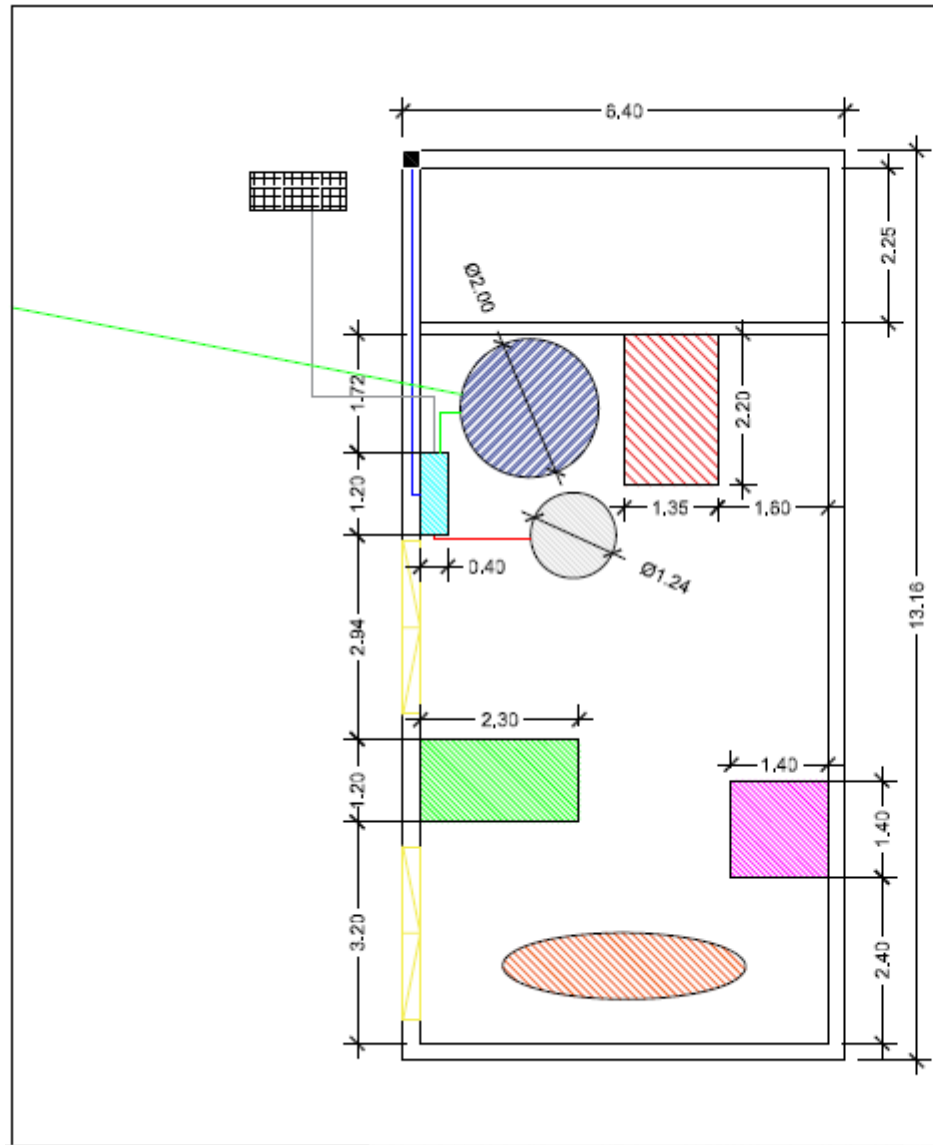
1. Situación inicial





LEYENDA		PROYECTO:	
	Depósito anolyte	Instalación equipo aquactiva LAM-1000 para EDAR Almenara	
	Máquina aquactiva LAM-1000	PETICIONARIO: Aquactiva solutions SL	
	Depósito salmuera	SITUACION: EDAR Almenara, La plana baixa (Castellón de la plana)	
	Bombas de fango	PLANO: Tratamiento terciario. EDAR Almenara.	
	Grupo de presión	EL AUTOR DEL PROYECTO:	
	Polelectrolito	FECHA: Noviembre 2021	Andreu Yuste Mañez
	Centrifugadora	PLANO: 1	
	Anolyte		





LEYENDA	
	Depósito anolyte
	Máquina aquactiva LAMI-1000
	Depósito salmuera
	Bombas de fango
	Grupo de presión
	Polielectrolito
	Centrifugadora
	Agua corriente
	Anolyte
	Disolución salmuera
	Catholyte
	Red de alcantarillado general
	Red de suministro de agua

PROYECTO: Instalación equipo aquactiva LAMI-1000 para EDAR Almenara
 PETICIONARIO: Aquactiva solutions SL
 SITUACION: EDAR Almenara, La plana baixa (Castellón de la plana)
 PLANO: Conducciones máquina Aquactiva LAMI-1000 y distribución de cotas.
 FECHA: Noviembre 2021 EL AUTOR DEL PROYECTO: Andreu Yuste Mañez



IV. PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1. Pliego de condiciones generales.....	149
1.1. Disposiciones generales.....	149
1.1.1. Autorizaciones.....	149
1.1.2. Documentación de partida.....	149
1.1.3. Inicio de la instalación del nuevo desinfectante.....	150
1.1.4 Desarrollo.....	150
1.1.5. Puesta en marcha y corrección de errores.....	150
1.1.6. Control de calidad de las aguas residuales.....	150
1.2 Disposiciones facultativas.....	150
1.2.1. Promotor.....	151
1.2.2. Proyectista.....	151
1.2.3. Contratista.....	151
1.2.4 Director de obra.....	152
1.2.5 Director de la ejecución de la obra.....	152
1.2.6. Las entidades y laboratorios de control de calidad de la instalación.....	152
1.3. Disposiciones económicas.....	153
1.3.1. Contrato de la obra.....	153
1.3.2. Precios.....	154
1.3.3. Valoración y abono de la instalación.....	154
1.3.4. Pagos.....	154

2 Pliego de prescripciones técnicas particulares.....	154
2.1. Especificaciones materiales y equipos.....	155
2.1.1. Calidad de materiales.....	155
2.1.2. Pruebas y ensayos de laboratorio.....	155
2.1.3. Materiales no consignados en proyecto.....	155
2.2. Condiciones equipos electromecánicos y electroquímicos.....	155
2.1.4. Aguas.....	155
2.2.1 Generalidades equipos eléctricos.....	156
2.2.1. Equipos mecánicos y electroquímicos.....	156
2.2.2. Control de calidad.....	156
2.2.3. Pruebas de funcionamiento.....	157
2.2.4. Documentación exigida por los equipos.....	157
2.3. Prescripción de ejecución.....	158
2.3.1. Condiciones generales de ejecución.....	159
2.3.1.1. Replanteo.....	159
2.3.1.2. Desinstalación de la conducción de hipoclorito de sodio.....	159
2.3.1.3 Instalación de tuberías.....	159
2.3.1.4. Depósitos de almacenamiento.....	161
2.3.1.5. Instalación eléctrica.....	161
2.3.1.6. Precauciones a adoptar.....	162

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

En este apartado se enuncian todos los pasos burocráticos necesarios para el cumplimiento de la ley en la puesta en práctica del presente proyecto.

El Pliego de Condiciones establece la forma de ejecutar un Proyecto teniendo en cuenta los condicionantes de tipo técnico, económico, normativo, laboral y administrativo que le afecten exponiendo la información clara y concisa para el correcto entendimiento entre las partes.

1. Pliego de condiciones generales

Es una descripción a grandes rasgos del contenido del proyecto. Se dividirá en distintas disposiciones según su naturaleza:

- Disposiciones generales
- Disposiciones facultativas
- Disposiciones económicas

1.1. Disposiciones generales

En primer lugar, se debe conocer la normativa que se debe aplicar para la consecución del cumplimiento de todos los puntos del proyecto:

- Instrucciones del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización
- (Normas UNE).
- Legislación sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08.
- Recomendaciones Internacionales Unificadas para el Cálculo y la Ejecución de las Obras de Hormigón Armado (C.E.B.).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua (M.O.P. de Julio de 1947).
- Condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Decreto 3275/82 del 12 de Noviembre.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones reglamentarias. Real Decreto 842/2002 del 2 de Agosto.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

- Recomendaciones y Normas de la Organización Internacional de Normalización (I.S.O.).
- UNE 53112:1988, Plásticos. Tubos y accesorios de poli (cloruro de vinilo) no plastificado para conducción de agua a presión.
- El Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la “Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)”
- UNE-EN 1610:2016, Construcción y ensayos de desagües y redes de alcantarillado.
- UNE-EN 805:2000, Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.
- UNE-ENV 1046:2002, Sistemas de canalización y conducción en materiales plásticos. Sistemas de conducción de agua o saneamiento en el exterior de la estructura de los edificios. Práctica recomendada para la instalación aérea y enterrada.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

1.1.1. Autorizaciones

Para conseguir la correcta elaboración del proyecto, se deben conocer las autorizaciones pertinentes. En este proyecto la aprobación de la autorización de vertido es competencia de la confederación hidrográfica del Júcar, que es quien tiene la potestad de asignar los VLE para las aguas residuales tratadas en una planta EDAR.

1.1.2 Documentación de partida

En la EDAR Almenara actualmente se utiliza un producto desinfectante denominado hipoclorito de sodio. El contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos que considere necesarios y más eficientes siempre que se cumplan los requisitos exigidos para todo lo relativo al tratamiento terciario de la planta.

Se debe comprobar:

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

- Normativa vigente actualmente.
- Estudio y aprobación del Control de Calidad
- Viabilidad económica del proyecto y rentabilidad.

1.1.3. Inicio de la instalación del nuevo desinfectante

El inicio de la instalación, consta en que el contratista debe hacer una revisión previa al inicio de la instalación de un nuevo desinfectante. Para ello se debe hacer una prueba de la instalación del desinfectante, montando un pilotaje del tratamiento terciario en la EDAR, para concluir la efectividad del nuevo producto y su posible implantación en la propia planta.

1.1.4 Desarrollo

Para el desarrollo del proyecto propuesto, se deben cumplir todas las reglamentaciones descritas en la normativa aplicada a este. Es imprescindible contar con medidas de seguridad adecuadas durante el proceso. Se debe hacer un estudio de valoración para conocer la efectividad del producto propuesto y debe dejarse constancia en un cuaderno de incidencias cualquier problema que ocurra durante el proceso de valoración del producto.

1.1.5. Puesta en marcha y corrección de errores

Una vez haya sido instalado el nuevo sistema de producción del desinfectante se debe realizar una inspección general muy detallista para conocer en profundidad todos los problemas que pueden ocurrir durante o después de la finalización de la obra propuesta para dicha instalación.

1.1.6. Control de calidad de las aguas residuales

Las medidas de control propuestas a continuación deben de prevenir averías, evitar accidentes y obtener la máxima eficiencia en la desinfección de las aguas residuales.

Para el control del buen funcionamiento del tratamiento terciario, se proponen controles de calidad de las aguas diarios y semanales, así como otros parámetros que se deberán controlar mensual o anualmente:

Controles diarios:

- Calidad de agua de entrada: pH, turbidez, valor ORP, SS, color, olor, DQO, DBO_5 .
- Calidad agua de salida: pH, turbidez, valor ORP, SS, color, olor, DQO, DBO_5 .

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

- Reposición de productos: La reposición de productos se realizará teniendo en cuenta que en todo momento estará garantizada la dosificación necesaria para el correcto funcionamiento de la instalación. Se indicará el volumen antes de la reposición del producto (Volumen inicial) y el volumen una vez se ha repuesto producto (Volumen final).
- Preparación de reactivos: Sal en dados y agua para la disolución de salmuera.
- Dosificación de *Anolyte*: *Caudal óptimo*= 675 l *Anolyte* /h. Puede regularse según sea necesario.
- Comprobación del correcto funcionamiento.

Controles semanales:

- Calidad de agua de entrada: pH, turbidez, valor ORP, SS, color, olor, DQO, DBO_5 , nematodos intestinales, porcentaje de nitrógen
- Calidad agua de salida: pH, turbidez, valor ORP, SS, color, olor, DQO, DBO_5 .

1.2 Disposiciones facultativas

1.2.1. Promotor

Cualquier persona física o jurídica que decida o impulse la instalación de la obra de construcción para su posterior venta, cesión o entrega a terceros.

Debe:

- Asumir la iniciativa del proceso de instalación.
- Proporcionar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto.
- Designar un coordinador para la ejecución de la obra.
- Entregar la documentación requerida en la obra ejecutada o cualquier otro documento exigible por las administraciones competentes.
- Cumplir las disposiciones de la LOE.

1.2.2. Proyectista

El encargado de redactar el proyecto por encargo del promotor. Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la LOE, cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

Obligaciones del proyectista:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional según corresponda, además deberá cumplir las condiciones requeridas para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
- Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

1.2.3. Contratista

Será la persona que asume la responsabilidad de proveer de todo lo necesario para la realización del proyecto por el contrato firmado con el promotor.

Tareas del contratista:

- Cumplir y coordinar actividades para el cumplimiento del proyecto
- Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del proyecto propuesto.
- Preparar las certificaciones parciales de la instalación propuesta
- Facilitar al director de la obra los datos obra pertinentes para la realización del proyecto.

1.2.4 Director de obra

Será quien dirige el desarrollo de la obra en aspectos técnicos, jurídicos y estéticos cumpliendo los parámetros exigidos por la normativa vigente.

Obligaciones:

- Asistir al montaje de la instalación, a fin de resolver los problemas que surjan.
- Comprobar los resultados de análisis e informes realizados por laboratorios.
- Dar conformidad al promotor durante el proceso de instalación.
- Coordinar la intervención con el promotor del proyecto.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

1.2.5 Director de la ejecución de la obra

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo instalado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el ingeniero, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencias y atribuciones legales, estimara necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de estas.

1.2.6. Las entidades y laboratorios de control de calidad de la instalación

Son entidades de control de calidad de la instalación aquellas capacitadas para presentar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la instalación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de la obra. Las entidades de control de calidad deberán asegurar el cumplimiento de la normativa vigente.

1.3. Disposiciones económicas

1.3.1. Contrato de la obra

El contrato de la obra debe prever los posibles problemas que surjan a lo largo de la ejecución del proyecto. Este debe controlar, dirigir y coordinar la ejecución de la obra, por lo que es conveniente definir con más claridad este punto:

- Documentos que debe aportar el contratista
- Presupuesto del contratista.
- Determinación gastos consumos eléctricos y consumos en reactivos para la generación del producto elegido.
- Responsabilidades y obligaciones del promotor.
- Revisión de precios.
- Forma de pago: certificaciones
- Condiciones de ocupación en la zona de actuación e inicio de la instalación
- Plazos de ejecución

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

- Retraso de la obra.
- Litigio entre las partes.

1.3.2. Precios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Costes directos

La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

Los materiales que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

Los gastos de combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Costes indirectos

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Gastos generales

Los gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración entran en esta categoría.

Se cifrarán como un porcentaje del Presupuesto, en los contratos de obras de la administración pública.

Beneficio industrial

El beneficio industrial del contratista se establece sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la administración.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

1.3.3. Valoración y abono de la instalación

Salvo que se preceptúe otra cosa en el pliego particular de condiciones, el abono de los trabajos según la modalidad elegida para la contratación de las obras se efectuara así:

- Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.
- Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del arquitecto director. Se abonará al contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
- Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente pliego general de condiciones económicas determina.
- Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

1.3.4. Pagos

Los pagos se realizarán en los plazos previamente establecidos, se efectuarán por el propietario y el importe total corresponderá al de las certificaciones emitidas para la instalación de la unidad en la planta.

Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el contratista a su debido tiempo; y el arquitecto director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los pliegos particulares o en su defecto en los generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.

2 Pliego de prescripciones técnicas particulares

Es el apartado donde aparecen las especificaciones necesarias para la comprensión de la totalidad del proyecto en cuestión, en el cual se nombran todos los equipos, materiales e instalaciones necesarias para el cumplimiento de este, así como la manera de actuar que se tendrá en el proyecto con los materiales de los que se disponen.

Este documento se divide en las especificaciones de materiales y equipos, por una parte, y las especificaciones de ejecución que mostrarán la manera de aplicar correctamente los diferentes equipos o materiales disponibles.

2.1. Especificaciones materiales y equipos

Las condiciones especificadas en el presente proyecto deben cumplirse para todos los materiales necesarios para la ejecución del proyecto. La calidad de las mismas también será especificada según la referencia de normas siguiente:

- Normas UNE
- Normas DIN
- Normas MV
- Normas ASTM
- Normas AEONOR
- PIET-70
- Normas REACH
- Normas CLP
- Normativa UE
- Autorización de vertidos de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

El responsable de asegurar las condiciones óptimas en los materiales elegidos para la ejecución del proyecto será por parte del contratista. Será este último el encargado de subcontratas, de las cuales también será responsable de cumplir con las calidades necesarias

2.1.1. Calidad de materiales

Los materiales deben cumplir unos requisitos de calidad previos definidos en los documentos realizados por Organismos técnicos reconocidos que avalen sus propiedades.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

El responsable de verificar si los productos que forman parte de la ejecución del proyecto están afectados por el cumplimiento del sistema CE, y si cumplen las condiciones establecidas en el Real Decreto 1630/1992.

2.1.2. Pruebas y ensayos de laboratorio

Es necesario como se especifica en el control de calidad que se realicen controles de laboratorio para asegurar la calidad del tratamiento expuesto. Todos los materiales y equipos que se requieren para el cumplimiento de los objetivos de este proyecto podrán someterse a distintos análisis y pruebas de calidad para asegurar el cumplimiento de las normas ya especificadas. Cualquier prueba o ensayo adicional será aprobado o denegado por la Dirección de la obra.

2.1.3. Materiales no consignados en proyecto

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la dirección facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

2.1.4. Aguas

La calidad de las aguas emitidas estará regulada por la autorización de vertido emitida por la Confederación Hidrográfica del Júcar. Por lo tanto, el agua efluente del tratamiento terciario especificado en el proyecto deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Aceites y grasas: VLE = 10 mg/l.
- Amonio total: VLE = 4 mg NH_4 /l.
- Conductividad: VLE = 3.000 μ S/cm.
- DBO5: VLE = 25 mg O_2 /l.
- DQO : VLE = 125 mg O_2 /l.
- E. Coli: VLE = 1.800 UFC/100 ml.
- Fósforo total: VLE = 3 mg P/l.
- Nematodos intestinales: VLE = 2 huevos/10 l.
- Nitrógeno total: VLE = 25 mg N/l.
- Sólidos en suspensión: VLE = 35 mg/l.

2.2. Condiciones equipos electromecánicos y electroquímicos

2.2.1 Generalidades equipos eléctricos

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Para los equipos eléctricos presentes en la instalación del proyecto se debe tener en cuenta los múltiples equipos utilizados en la instalación. Los equipos que afectarán al diseño de la instalación serán:

- Máquina Aquactiva Generador ECA: LAMI-1000.
- Equipos de impulsión propios en la instalación de la máquina Aquactiva.
- Bomba dosificadora de producto desinfectante.
- Válvulas y regulación de caudal.
- Depósitos de almacenamiento de productos.
- Instrumentación de laboratorio requerida para los análisis químicos pertinentes.

Las propiedades y características de los equipos están especificados en el punto de Memoria de este proyecto.

2.2.2. Control de calidad

El adjudicatario y suministradores aceptarán en todo momento las visitas e inspecciones, entregarán los documentos de certificación adecuados y ningún equipo recibirá el apto sin el Certificado de calidad del proyecto.

Se deberá cumplir:

- Certificado materiales y equipos
- Certificado de ensayos de laboratorio
- Seguimiento de la instalación
- Controles de calidad y funcionamiento semanales y diarios.

2.2.3. Pruebas de funcionamiento

Para la comprobación del funcionamiento de la instalación propuesta, se debe realizar una comprobación por parte de la dirección de la obra. Si no se cumple con las especificaciones será la misma dirección de obra quien realizará el informe de incidencias pertinente.

La dirección de obra será la responsable de:

- Prueba de cableado eléctrico
- Prueba de conexiones eléctricas
- Prueba de sistema de control de equipos
- Pruebas de bombeo de aguas residuales

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

- Pruebas de bombeo de dosificación de desinfectante
- Prueba de funcionamiento de la máquina de generación de ácido hipocloroso instalada.
- Prueba de caudal en la generación y dosificación del producto desinfectante.

Se debe realizar un informe de aprobación en caso del cumplimiento de la normativa tras analizar los resultados de las pruebas realizadas para el control del funcionamiento.

2.2.4. Documentación exigida por los equipos

La documentación será aportada por el contratista, el cual debe preparar y entregar a las administraciones pertinentes. La documentación exigida será:

- Logos de certificación de los productos, depósitos y equipos instalados.
- Planos generales de la instalación del tratamiento terciario.
- Planos del equipo de generación del desinfectante
- Planos de los equipos de impulsión intervinientes en el tratamiento-.
- Certificados de garantía definidos
- Manuales de mantenimiento para los productos y equipos necesarios.

2.3. Prescripción de ejecución

De la ejecución de la obra será responsable la dirección de la misma, se deberá informar y atender a su criterio cualquier variación en el presupuesto enunciado en este proyecto.

Las normativas de cumplimiento serán:

- Normativa MV
- Normativa CTE
- Normativa REACH
- Normativa CLP

2.3.1. Condiciones generales de ejecución

2.3.1.1. Replanteo

Cuando el contratista ya tenga asignada la obra propuesta, se procederá a la reestructuración de la instalación añadiendo el nuevo desinfectante en la instalación. Se hará efectivo mediante el contratista atendiendo a las indicaciones exigidas por el proyecto. El acta emitida

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

tras este ejercicio de análisis quedará reflejada por ambas partes, contratista y dirección de la obra.

2.3.1.2. Desinstalación de la conducción de hipoclorito de sodio

Consiste en la desinstalación de la conducción vigente de PVC que transporta el desinfectante desde el depósito hasta el laberinto de cloración. Requiere movimiento de tierras ya que esta conducción está enterrada. Una vez finalizada la desinstalación de la conducción actual se procederá a la instalación nueva de la conducción del desinfectante, esta vez preparada para asumir el caudal necesario de impulsión para su correcto funcionamiento.

2.3.1.3 Instalación de tuberías

En el tratamiento la instalación de las conducciones deberá llevarse a cabo mediante el cumplimiento de la normativa aplicable.

El punto de partida de la conducción de tuberías se debe regir por las indicaciones expuestas en los planos y el estado de mediciones.

Los tramos de conducción trazados deben realizarse de la manera más simple y directa posible con el fin de disminuir al máximo los accidentes que se instalen en la misma.

2.3.1.4. Depósitos de almacenamiento

Para la instalación de los depósitos adecuados que cumplan la normativa aplicable, se debe seguir las instrucciones de diseño propuestas en estado de mediciones y planos para la correcta instalación y la verificación del funcionamiento de los mismos.

Ambos depósitos objeto de estudio para la instalación, deberán realizar su montaje en el edificio y de la manera especificada de nuevo en los planos y estado de las mediciones.

2.3.1.5. Instalación eléctrica

Los mecanismos de electricidad serán los que figuren en los planos y en las mediciones, exigiéndose la marca, color y calidad definidos en aquellos, no permitiéndose aparatos defectuosos, decolorados, con fisuras... toda la instalación cumplirá el Reglamento de Baja Tensión y los distintos conductores tendrán la sección mínima que en él se prescriben.

Los mecanismos se instalarán nivelados y a las distancias que indique la Dirección Facultativa.

La instalación definitiva se instalará acorde a los planos de la empresa

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

montadora, en los que incluirán todos los por menores de la instalación, exigiendo esta premisa como condición previa.

La instalación irá desde el cuadro eléctrico situado en el propio edificio de deshidratación de fangos, de donde se trazará el cableado pertinente para la instalación de la máquina de generación de ácido hipocloroso.

Así las canalizaciones se instalarán separadas 30cm como mínimo de la de agua y 5cm como mínimo de las de teléfono o antenas. En cualquier caso, todos los materiales de la instalación se protegerán durante el transporte, uso y colocación de los mismos.

La instalación de toma a tierra será de uso exclusivo para la puesta a tierra de toda la instalación eléctrica. La tensión de contacto será inferior a 24V en cualquier masa y con una resistencia del terreno menor 20 Ohmios.

2.3.1.6. Precauciones a adoptar

Los requerimientos de la instalación del tratamiento terciario precisan de control de ciertos parámetros a tener en cuenta durante el funcionamiento de los equipos.

La máquina de generación de *Anolyte* debe llevar un control de caudal estricto, pues la generación de este desinfectante supone un caudal mayor de entrada al depósito de almacenamiento que de salida del mismo. Es conveniente el uso de equipos de control como una sonda de medición de caudal del tanque de almacenamiento para asegurar que el producto dentro del tanque propuesto no supera ni se queda insuficiente en la dosificación del mismo.

Así mismo, se debe tener en consideración la calidad del agua del efluente residual, ya que puede variar en carga fecal a lo largo del día, provocando excesivos gastos innecesarios de caudal desinfectante o por el contrario una cantidad del mismo insuficiente para la desinfección óptima del producto.

V. ESTADO DE MEDICIONES

ÍNDICE DEL ESTADO DE MEDICIONES

1.Obra civil.....	166
2. Depósitos de almacenamiento.....	167
3. Conducciones y accesorios.....	167
4. Equipos electroquímicos y equipos de impulsión.....	168

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

1. Obra civil

La obra civil en este proyecto se basa en el desentierro de la conducción actual y la sustitución de la misma.

Elemento	Unidades	Longitud equivalente	Cantidad
Desinstalación conducción actual de PVC de hipoclorito de sodio	m	20	1
Instalación conducción de PVC de dosificación de <i>Anolyte</i>	m	20	1

Tabla 35. Obra civil propuesta.

2. Depósitos de almacenamiento

En este apartado se muestran los tanques de almacenamientos necesarios para la instalación del tratamiento de aguas.

Elemento	Unidades	Capacidad	Cantidad
Tanque cilíndrico producto desinfectante	1	10.000	1
Tanque cilíndrico disolución de Salmuera	1	1.500	1

Tabla 36. Depósitos de almacenamiento necesarios.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

3. Conducciones y accesorios LAMI-1000

Se tiene en cuenta en esta partida todos los elementos para la construcción de las conducciones y accesorios para la máquina de generación de ácido hipocloroso.

Material	Unidades	Especificaciones	Cantidad
Barra PVC (5 m. de longitud)	m	Tubo PVC-U presión serie lisa, junta con rosca, NTP-399.166:2003, PN=16 atm, DN=1/2''	4
Codo 90° standard	u	Tubo PVC-U presión serie lisa, junta con rosca, NTP-399.166:2003, PN=16 atm, DN=1/2''	6
Codo 90° gran curvatura	u	Tubo PVC-U presión serie lisa, junta con adhesivos, Norma UNE-EN-1452, PN=16 atm, DN=1/2'' (a medida)	2
Válvula de asiento	u	Válvula de asiento inclinado, Latón, Norma UNE-EN-12165, PN=16 atm, DN=15 mm	2
Pequeño material eléctrico y fontanería (tubería, picaje, electrodos, válvulas, etc.)	u	Se incluyen en la compra y la instalación de la máquina de generación de ácido hipocloroso LAMI-1000	Especificado por el vendedor
Descalcificador	u	Montaje en LAMI-1000	1
Electroválvula	u	Montaje en LAMI-1000	1
Regulador de presión	u	Montaje en LAMI-1000	1

Tabla 37. Conducciones y accesorios elegidos.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

4. Equipos electroquímicos y equipos de impulsión

Por último, e contempla la máquina de generación del desinfectante y el equipo de dosificación del mismo.

Elemento	Unidades	Especificaciones	Cantidad
Máquina de generación producto desinfectante	LAMI-1000	Caudal nominal de generación de Anolyte: Ql=1000 l/h	1
INTERCON	u	Conexión a internet para máquina LAMI-1000	1
FULLPH	u	Ajuste de pH 3-8 para máquina LAMI-1000	1
SMSFEED	u	SMS feedback para máquina LAMI-1000	1
Bomba de dosificación del desinfectante	kW	0,46	1

Tabla 38. Equipos electroquímicos y de impulsión necesarios

VI. PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1. Presupuesto de inversión inicial instalación nuevo tratamiento	
1.1. Obra civil.....	172
1.2. Depósitos de almacenamiento.....	173
1.3. Conducciones y accesorios.....	174
1.4. Equipos electroquímicos y equipos de impulsión.....	175
1.5. PEM montaje de la nueva instalación.....	177
1.6. PEC montaje de la nueva instalación.....	177
2. Presupuesto de coste de reactivos para producción HClO.....	178
2.1. Costes eléctricos para la producción y dosificación de HClO.....	178
2.2. Coste de producción anual HClO (<i>Anolyte</i>).....	178
2.3. Coste total de producción y dosificación para el HClO:.....	178

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

1. Presupuesto de inversión inicial

1.1. Obra civil

La obra civil en este proyecto se basa en el desentierro de la conducción actual y la sustitución de la misma. Se considerará que se trata de una inversión nula debido a que se puede realizar por los mismos operarios de la planta EDAR ya que se trata de una instalación sencilla y no requiere inversiones extra de obra civil, pero es necesario el nombramiento y justificación de este en el apartado.

No se cuenta con el sueldo de los operarios ya que es un dato que será igual para la utilización de ambos desinfectantes.

Elemento	Unidades	Precio	Coste total
Desinstalación conducción actual de PVC de hipoclorito de sodio	20 m	No presupuestado	Nulo
Instalación conducción de PVC de dosificación de <i>Anolyte</i>	20m	No presupuestado	Nulo
Coste total			Nulo

Tabla 39. Presupuesto Obra civil.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

1.2. Depósitos de almacenamiento

En este apartado se muestran los tanques de almacenamientos necesarios para la instalación del tratamiento de aguas.

Elemento	Volumen (m^3)	Coste por unidad (€)	Importe (€)
Depósito de salmuera para LAMI-1000	1	357,66	357,66
Depósito de HClO	10	2.242,00	2.242,00
Montaje de los equipos		15 %	389,95
Coste total			2.989,61

Tabla 40. Coste depósitos en la instalación del nuevo desinfectante

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

1.3. Presupuesto de conducciones

Se tiene en cuenta en esta partida todos los elementos para la construcción de las conducciones y accesorios para la máquina de generación de ácido hipocloroso.

Elemento	Unidades	Coste por unidad (€)	Importe (€)
Conducción lisa 5 metros	4	1,05	4,20
Codo 90° standard	6	0,34	2,04
Codo 90° gran curvatura	2	0,45	0,90
Válvula de asiento	2	25,51	51,02
Montaje de las conducciones		15 %	8,72
Coste total			66,88

Tabla 41. Coste conducciones.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

1.4. Equipos electroquímicos y equipos de impulsión

Se tendrá en consideración todos los costes asociados a los equipos para el correcto funcionamiento de la instalación.

Elemento	Unidades	Coste por unidad (€)	Importe (€)
LAMI-1000	1	55.212,00	55.212,00
INTERCON (Conexión a internet para máquina LAMI-1000)	1	1.088,00	1.088,00
FULLPH (Ajuste de pH 3-8 para máquina LAMI-1000))	1	1.418,00	1.418,00
SMSFEED (sms feedback para máquina LAMI-1000)	1	840,00	840,00
Pequeño material eléctrico y fontanería (tubería, picaje, electrodos, válvulas, etc.)	1	800,00	800,00
Embalaje, transporte, seguro, instalación	1	350,00	350,00
Desplazamiento e instalación	1	850,00	850,00

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

Accesorios* (descalcificador, panel máquinas LAMI con filtro, electroválvula, válvula manual, regulador de presión, manómetro y tubos conexión)	1	11.042,40	11402,40
Coste total			70.760,40
Bomba dosificadora	0,46 kW potencia unitaria	275,00	275,00
Montaje de la bomba		15 %	41,25
Coste total			71.076,65

Tabla 42. Coste equipos eléctricos y de dosificación

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

1.5. PEM montaje de la nueva instalación

Costes totales equipo HCIO (€)	70.760,40
Costes totales depósitos (€)	2.989,61
Costes totales conducción HCIO (€)	66,88
Coste bomba dosificadora (€)	316,25
INVERSIÓN INICIAL (PEM) (€)	74.133,14

Tabla 43. Costes PEM inversión inicial.

1.6. PEC montaje de la nueva instalación

Para este apartado se tomará como valor de gastos generales un 13% del PEM y como beneficio industrial un 6%.

Costes totales PEM (€)	74.133,14
Gastos generales (€)	9.637,31
Beneficio industrial (€)	4.447,99
INVERSIÓN INICIAL (PEC) (€)	88.218,44

Tabla 44. Costes PEC inversión inicial.

El presupuesto de la inversión inicial asciende a 88.218,44 €.

A partir del estudio financiero, en el apartado de viabilidad económica del proyecto, se puede deducir que la instalación del nuevo sistema de desinfección a partir de ácido hipocloroso es viable económicamente.

Según los cálculos, también será rentable.

El Período de Retorno a la inversión del proyecto será de 8 años y 102 días.

Estudio de efectividad y viabilidad económica de un nuevo proceso de desinfección de aguas residuales a partir de Ácido hipocloroso (Anolyte) en la EDAR de Almenara

2. Presupuesto de costes eléctricos y de reactivos para producción HCIO

2.1. Costes eléctricos asociados a los equipos para la producción y dosificación de HCIO

Equipo	Potencia (kW)	Coste (€/kWh)	Horas de funcionamiento al día (h)	Total (€/año)
LAMI-1000	6	0,23	17	8.562,90
Bomba dosificadora	0,46	0,23	24	926,81
Costes totales				9.489,71

Tabla 45. Costes eléctricos anuales producción de *Anolyte*.

2.2. Coste de producción anual HCIO (*Anolyte*)

Elemento	Consumo anual	Coste	Total (€/año)
Agua corriente	6.531,58010 m ³	1,91 (€/m ³)	12.475,32
Sal común en dados	17.374,00 kg	0,56 €/kg NaCl	9.729,44
Coste total			22.204,76

Tabla 46. Coste anual reactivos para producción de *Anolyte*.

2.3. Coste total de producción y dosificación para el HCIO:

Elemento	Coste anual total (€/año)
Costes totales equipos (Gastos directos)	9.489,71
Coste producción HCIO (Gastos indirectos)	22.204,76
Coste total	31.694,47

Tabla 47. Coste total anual HCIO.

Se deduce que el presupuesto de costes en reactivos y costes eléctricos en el tratamiento terciario a partir de ácido hipocloroso ascenderá a 31.694,47 € anuales.