

## Proyecto de Construcción de Actuaciones de Mejora en la ETAP de Torrelaguna

Tomo 01 de 11

Documento nº 1.- Memoria y Anejos I  
Memoria y Anejos 1 - 6

Autor del proyecto:  
Emilio Villar González

Madrid, Agosto de 2020



## **Proyecto de Construcción de Actuaciones de Mejora en la ETAP de Torrelaguna**

Tomo 01 de 11

Documento nº 1.- Memoria y Anejos I  
Memoria y Anejos 1 - 6

Autor del proyecto:  
Emilio Villar González

Madrid, Agosto de 2020



## ÍNDICE

### **TOMO 01 DE 11**

#### **Documento nº 1.- Memoria y Anejos**

##### *Memoria*

##### *Anejos*

- Anejo nº 1.- Características Principales del Proyecto
- Anejo nº 2.- Estudio de alternativas y justificación de la solución adoptada
- Anejo nº 3.- Cartografía y topografía
- Anejo nº 4.- Geología y Geotecnia
- Anejo nº 5.- Cálculos de Proceso
- Anejo nº 6.- Cálculos Hidráulicos

### **TOMO 02 DE 11**

- Anejo nº 7.- Cálculos Estructurales
- Anejo nº 8.- Cálculos Mecánicos
- Anejo nº 9.- Cálculos Eléctricos
- Anejo nº 10.- Instrumentación y Control

### **TOMO 03 DE 11**

- Anejo nº 11.- Adecuación a la Normativa APQ
- Anejo nº 12.- Estudio de Seguridad y Salud (I)

### **TOMO 04 DE 11**

- Anejo nº 12.- Estudio de Seguridad y Salud (II)

### **TOMO 05 DE 11**

- Anejo nº 13.- Tramitación Ambiental
- Anejo nº 14.- Plan de Obra y Descripción del proceso constructivo
- Anejo nº 15.- Plan de Gestión de Residuos
- Anejo nº 16.- Autorizaciones Administrativas Necesarias
- Anejo nº 17.- Relaciones del Contratista con la Dirección de Obra
- Anejo nº 18.- Control de Calidad

### **TOMO 06 DE 11**

- Anejo nº 19.- Medidas de prevención y seguridad en la Estación de Tratamiento de agua potable (ETAP)
- Anejo nº 20.- Señalización Corporativa para instalaciones de Canal de Isabel II
- Anejo nº 21.- Reportaje fotográfico
- Anejo nº 22.- Justificación de Precios

Anejo nº 23.- Documentación a entregar por el contratista

Anejo nº 24.- Estudio de interferencias

Anejo nº 25.- Protección contra incendios

Anejo nº 26.- Normativa de redacción del manual de operación y mantenimiento

#### **TOMO 07 DE 11 Y TOMO 08 DE 11**

##### **Documento nº 2.- Planos**

#### **TOMO 09 DE 11**

##### **Documento nº 3.- Pliego de Prescripciones Técnicas**

A) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

B) Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

C) Especificaciones Técnicas

#### **TOMO 10 DE 11**

##### **Documento nº 4.- Presupuestos**

Mediciones

Cuadro de precios nº 1

#### **TOMO 11 DE 11**

Cuadro de precios nº 2

Presupuestos parciales

Presupuestos generales

## DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA Y ANEJOS

## MEMORIA

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ÁMBITO GEOGRÁFICO .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>TRAMITACIONES.....</b>	<b>7</b>
	4.1 Tramitación urbanística .....	7
	4.2 Tramitación ambiental .....	7
	4.3 Tramitación arqueológica.....	8
<b>5</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>8</b>
	5.1 Instalaciones existentes.....	8
	5.2 Problemáticas detectadas .....	9
	5.2.1 Almacenamiento y dosificación de reactivos de la línea de agua .....	9
	5.2.2 Procesos de la línea de agua .....	10
	5.2.3 Procesos de la línea de fangos .....	11
	5.2.4 Instalaciones de electricidad en la línea de agua .....	12
	5.2.5 Instalaciones de control y automatismos.....	12
<b>6</b>	<b>DATOS PREVIOS Y EXPERIENCIA DE EXPLOTACIÓN .....</b>	<b>12</b>
	6.1 Caudales .....	12
	6.2 Reactivos.....	13
	6.3 Producciones de fangos.....	14
<b>7</b>	<b>ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>14</b>
	7.1 Estudios previos.....	14
	7.2 Pruebas de capacidad de la ETAP .....	15
	7.3 Cambios en la normativa MIE-APQ .....	16
	7.4 Línea de fangos.....	16
	7.5 Conclusión .....	16
<b>8</b>	<b>BASES DE PARTIDA .....</b>	<b>17</b>
<b>9</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.....</b>	<b>18</b>
	9.1 Actuación nº 1.- Adaptaciones de las instalaciones a la normativa APQ y otras mejoras en la dosificación de reactivos.....	18
	9.1.1 Nuevo Edificio de reactivos .....	18
	9.1.2 Reforma del edificio de reactivos actual y de sus instalaciones .....	22
	9.2 Actuación nº 2.- Mejoras en línea de agua de la ETAP.....	26
	9.2.1 Decantadores .....	26
	9.2.2 Filtración .....	27
	9.2.3 Reformas en sala de máquinas.....	29
	9.2.4 Agua de servicios y arrastres.....	30
	9.3 Actuación nº 3.- Reforma de la línea de fangos .....	30

9.3.1	Nuevo bombeo de alimentación a decantadores lamelares .....	31
9.3.2	Mejora de la extracción del clarificado en decantadores lamelar .....	32
9.3.3	Nueva conexión de la purga de fangos de los decantadores acelerador .....	32
9.3.4	Nuevos espesadores por gravedad .....	32
9.3.5	Otras actuaciones .....	33
9.4	Actuación nº 4.- Nueva instalación eléctrica en la ETAP .....	33
9.4.1	Situación actual .....	33
9.4.2	Nuevas actuaciones eléctricas.....	36
9.5	Actuación nº 5.- Renovación del sistema de control de la línea de agua e implementación de la planta de fango.....	39
<b>10</b>	<b>CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA .....</b>	<b>39</b>
<b>11</b>	<b>GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA.....</b>	<b>39</b>
<b>12</b>	<b>CÁLCULOS DE PROCESO .....</b>	<b>41</b>
<b>13</b>	<b>CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....</b>	<b>41</b>
13.1	Datos de partida para la línea piezométrica.....	41
13.2	Resultados obtenidos .....	42
<b>14</b>	<b>CÁLCULOS ESTRUCTURALES .....</b>	<b>43</b>
<b>15</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>43</b>
<b>16</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO, ANALISIS DE LAS INTERFERENCIAS A LA EXPLOTACIÓN Y PLAN DE OBRA .....</b>	<b>44</b>
<b>17</b>	<b>AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS NECESARIAS Y CERTIFICACIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>18</b>	<b>RELACIONES DEL CONTRATISTA CON LA DIRECCIÓN DE OBRA.....</b>	<b>46</b>
<b>19</b>	<b>PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES .....</b>	<b>46</b>
19.1	Suministros .....	46
19.2	Control de calidad.....	47
19.3	Puesta en marcha y ajuste de equipos procesos y secuencias de control.....	47
19.4	Formación y apoyo técnico .....	47
19.5	Ocupación de los terrenos.....	47
19.6	Proyectos de finalización y legalización de la actividad y de las instalaciones de la ETAP .....	48
19.7	Proyecto final y manual de operación y mantenimiento .....	48
<b>20</b>	<b>LEGALIZACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>21</b>	<b>GESTIÓN DE RESIDUOS .....</b>	<b>49</b>
<b>22</b>	<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE CANAL DE ISABEL II. ....</b>	<b>50</b>
<b>23</b>	<b>SEÑALIZACIÓN CORPORATIVA .....</b>	<b>50</b>
<b>24</b>	<b>PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....</b>	<b>51</b>
<b>25</b>	<b>REVISIÓN DE PRECIOS .....</b>	<b>51</b>
<b>26</b>	<b>CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....</b>	<b>51</b>

27	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	51
28	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO .....	53
29	DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.....	54
30	CONCLUSIÓN .....	55

## 1 INTRODUCCIÓN

La estación de tratamiento de aguas de Torrelaguna empezó a construirse en el año 1966, efectuándose su puesta en servicio en 1968. La función de esta estación es el tratamiento de las aguas procedentes de los Canales del Jarama y del Villar, que han de ser conducidas a Madrid por los canales del Atazar o Alto, según se desee, además de alimentar, a través del depósito de cabecera de la ETAP a los ramales Norte, Este y Oeste, este último mediante un bombeo.



La ETAP actual es el resultado de las actuaciones que se han ido acometiendo desde el año 1966, de acuerdo a los siguientes proyectos:

- o Proyecto de la Estación de Tratamiento de Agua en las Inmediaciones del depósito Superior de Torrelaguna con fecha octubre de 1967, en el que se define prácticamente la mayoría de las estructuras, edificios y procesos actuales de la línea de agua: decantación acelerador, filtración, edificio de control y de reactivos.
- o Proyecto de Modernización de la ETAP nº 1 Torrelaguna con fecha mayo de 1987, donde se contemplaba diversas actuaciones parciales en sus instalaciones de reactivos y en sus instalaciones eléctricas.
- o Proyecto de Construcción de la Planta de Tratamiento de Fangos y Adecuación de la Automatización de la ETAP de Torrelaguna con fecha mayo de 2000, que contemplaba la construcción de un tratamiento de los fangos producidos en la ETAP.

Gracias a este proyecto, se ejecutaron parte de los depósitos de homogeneización, la decantación lamelar de agua de lavado de los filtros, el espesado de los fangos mediante flotadores y su deshidratación mediante dos centrífugas. También se realizó el actual bombeo de escorrentías, las instalaciones eléctricas correspondientes a las nuevas



instalaciones de fangos y de incremento de potencia, así como un nuevo sistema de control y automatismos tanto para la línea de agua como la de fangos.

- o Proyecto de Remodelación y Adecuación de la Línea de Fangos de la ETAP de Torrelaguna con fecha octubre de 2008 donde se proyectaba una ampliación de determinados procesos parciales de la línea de fangos: balsa de homogeneización de las aguas de lavado de filtros y una centrífuga más para el secado de los fangos, así como una reforma de los decantadores lamelares.

Desde 2015, la ETAP ha sido sometida a diversas pruebas de funcionamiento a máxima capacidad que junto con la experiencia del día a día de su explotación han mostrado la necesidad de acometer una serie de reformas y mejoras para resolver las problemáticas que se explican más adelante y por lo que se justifica la redacción del presente proyecto.

## 2 OBJETIVOS

El objetivo del presente proyecto es la definición técnica y económica de las obras e instalaciones que permitan resolver las problemáticas actuales que presenta la ETAP, tanto en la línea de agua como en la línea de fango.

El desgaste de las instalaciones, junto con la evolución de la reglamentación relacionada con el almacenamiento y clasificación de productos químicos, así como algunas incidencias detectadas en explotación, justifican la necesidad de acometer las siguientes actuaciones de mejora:

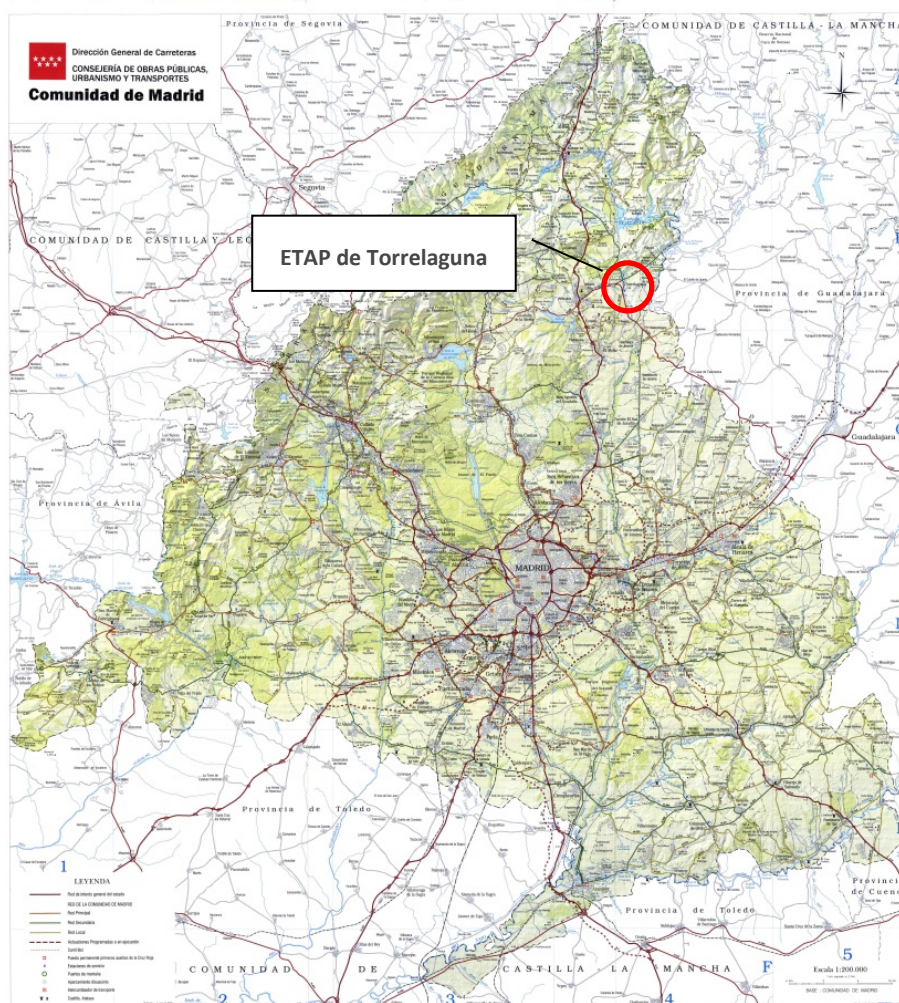
- o Actuación nº 1.- Adaptaciones de las instalaciones de reactivos a la normativa APQ y otras mejoras en la dosificación de reactivos.
- o Actuación nº 2.- Mejoras en línea de agua de la ETAT, tanto en la filtración como en los decantadores actuales.
- o Actuación nº 3.- Reforma de la línea de fangos para mejorar su explotación y dar al proceso una mayor versatilidad en su funcionamiento.
- o Actuación nº 4.- Nueva instalación eléctrica en la línea de agua de la ETAP, que se renueva en su mayor parte debido a su antigüedad y por la incorporación de nuevos motores
- o Actuación nº 5.- Renovación completa del sistema de control de la línea de agua, y ampliación e integración del sistema existente de control de la línea de fangos.

En los apartados siguientes se describe con más detalle el contenido de las actuaciones.

## 3 ÁMBITO GEOGRÁFICO

El término municipal de Torrelaguna se encuentra en el Valle medio del Jarama, al noreste de la provincia de Madrid, lindando con la provincia de Guadalajara.

Al noroeste del núcleo urbano y a una distancia de 2.200 m, se sitúa la ETAP de Torrelaguna, entre la carretera autonómica M-131 y la nacional N-320.



La ETAP ocupa la parcela 54 del Polígono 2, con referencia catastral: 28151A002000540000BD.

Las obras y nuevas instalaciones que se definen en este proyecto se ubicarán en el interior de dicha parcela, sin ocupar temporal o definitivamente ninguna parcela adicional.

## 4 TRAMITACIONES

### 4.1 Tramitación urbanística

El presente proyecto no necesita tramitación urbanística, al margen de la correspondiente licencia municipal de obra, puesto que las nuevas instalaciones y procesos se ubican en el interior de la parcela de la ETAP.

### 4.2 Tramitación ambiental

La ETAP de Torrelaguna se encuentra enclavada en terrenos pertenecientes a un Monte Preservado según la *Ley 16/1995 de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid*, es por ello que con fecha 9 de febrero 2017 se realiza consulta, sobre posibles afecciones por las obras de mejora contempladas en la ETAP de Torrelaguna, a la

Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid, con fecha 19 de mayo de 2017 se incluye respuesta del Área de Evaluación Ambiental la cual indica que el presente proyecto no precisa someterse a una evaluación de impacto ambiental establecidas en la Ley 21/2013 de 9 de diciembre de evaluación ambiental y en la Disposición transitoria primera de la Ley 4/2014 de 22 de diciembre de Medidas Fiscales y Administrativas.

Con fecha 13 de septiembre de 2019 y motivado por la ampliación de actuaciones no contempladas en la primera consulta, se envía segunda consulta al organismo competente.

Desde la Dirección General de Sostenibilidad y Cambio Climático de la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad de la Comunidad de Madrid, se recibe con fecha 20 de diciembre de 2020 contestación a la segunda consulta en la cual se indica que el presente proyecto no precisa someterse a una evaluación de impacto ambiental establecidas en la Ley 21/2013 de 9 de diciembre de evaluación ambiental.

Asimismo, en todo caso, se deberán cumplir las condiciones impuestas en el informe de la Subdirección General de Recursos Naturales, que se acompañan en los documentos recogidos en el anejo N° 13.-*Tramitación Ambiental* del presente proyecto, y en lo establecido en la legislación vigente que sea de aplicación:

#### 4.3 Tramitación arqueológica

Las actuaciones que se recogen en este proyecto no tendrán presumiblemente afección sobre el patrimonio histórico. No obstante, en aplicación del artículo 31 de la Ley 3/2013, de 18 de junio de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid, si durante el transcurso de las obras aparecieran restos de valor histórico y arqueológico, deberá comunicarse en el plazo de tres días naturales a la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid y paralizar inmediatamente las obras, tal y como se dispone en su artículo 31.

## 5 SITUACIÓN ACTUAL

### 5.1 Instalaciones existentes

De acuerdo con los sucesivos proyectos de construcción comentados anteriormente, la capacidad nominal de diseño de la planta es de 6 m<sup>3</sup>/s. La planta de tratamiento en los procesos de filtración y decantación de la línea de agua se encuentra dividida en dos semiplantas de 3 m<sup>3</sup>/s con 12 filtros de arena y 3 decantadores Accelator por semiplanta. La ETAP en conjunto dispone de los siguientes procesos unitarios:

1. Canal de toma o entrada y medida de caudal de agua bruta.
2. Adición de reactivos. La planta dispone de instalaciones de almacenamiento y dosificación de hidróxido cálcico, policloruro de aluminio, almidón, permanganato potásico, cloro y amoníaco, y clorito sódico para generación de dióxido de cloro.
3. Floculación y decantación. La instalación de floculación-decantación consta de 6 decantadores Accelator tipo "IS" de 46 m de diámetro en superficie del agua y 6 m de

profundidad. El caudal nominal de funcionamiento por Accelerator es de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ , con una velocidad ascensional de  $2,33 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ .

4. Filtración rápida. Está formada por 24 filtros de  $116 \text{ m}^2$  de superficie filtrante y nivel constante, agrupados en dos baterías de 12 Uds. Con un metro de lecho de arena silíceo de una talla efectiva media de  $0,7 \text{ mm}$  y un coeficiente de uniformidad de 1,6 aproximadamente. La velocidad normal de filtración con un filtro lavando es de  $8,1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ .
5. En la planta inferior del edificio de control se halla la sala de máquinas, donde se ubican dos soplantes para el aire de lavado de los filtros de capacidad unitaria  $6480 \text{ Nm}^3/\text{h}$  y tres bombas para agua de lavado de caudal unitario  $1.100 \text{ m}^3/\text{h}$ . En una edificación anexa están instaladas dos soplantes de émbolos rotativos de la misma capacidad.
6. Restitución del agua a los Canales Alto o depósito de cabecera de la ETAP. A través del depósito de cabecera de la ETAP a los ramales Norte, Este y Oeste, este último mediante un bombeo. Desde dicho depósito de Cabecera se puede alimentar el depósito Intermedio que conecta con el Canal del Atazar.
7. Tratamiento de fangos. La ETAP dispone de los siguientes procesos parciales en la línea de fangos: dos balsas de homogeneización, dos decantadores lamelares, dos espesadores por flotación y tres centrífugas.

## 5.2 Problemáticas detectadas

Como se mencionaba anteriormente, desde el año 2015 se han venido realizando una serie de pruebas de “stress” a la instalación dónde se ha podido observar unas problemáticas concretas que hay que resolver para el buen funcionamiento de la ETAP, a las que se le suman otras que son necesarias para cumplir con la normativa vigente.

### 5.2.1 Almacenamiento y dosificación de reactivos de la línea de agua

Tras la aprobación del 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, se ha constatado que es necesaria la reforma de las instalaciones de reactivos actuales para su adaptación a la normativa vigente, concretamente:

- o Las instalaciones de cloro gas y amoniaco anhidro se ubican actualmente en la misma sala y es necesario acometer actuaciones de seguridad en su manejo y garantía de funcionamiento de la dosificación de estos reactivos.
- o El almacenamiento actual de policloruro de aluminio se dispone en el interior de unos depósitos de hormigón armado que tampoco cumplen las normas requeridas de acuerdo a los índices de riesgo de estos reactivos.
- o También, los almacenamientos de clorito sódico y las instalaciones de preparación de carbón activo en polvo se sitúan en la misma sala, y es necesario su adaptación a las normas ATEX y MIE APQ.

- o Las instalaciones actuales de permanganato sódico se construyeron a finales de los años 80. Su diseño y sus equipos están obsoletos siendo necesaria reforma completa.
- o Del mismo modo la ETAP dispone de una instalación de preparación de polielectrolito (floculante de la línea de agua) construida también a finales de los años 80. En la actualidad esta instalación no se utiliza, siendo sustituida por una instalación provisional de preparación en continuo de almidón.

Por otra parte, en relación a estos procesos también se ha observado:

- o La instalación de agua de servicios es precaria y necesita ser mejorada y duplicada para garantizar su servicio en el caso de fallo o mantenimiento de los equipos existentes.
- o El sistema actual de maniobra que conecta las distintas tuberías de dosificación de cal-amoniaco –cloro para rotar su uso y prevenir problemas de atascos por deposiciones de cal necesita ser renovado.

### **5.2.2 Procesos de la línea de agua**

La línea de agua de la ETAP está compuesta por seis decantadores acelerador y 24 filtros de arena monocapa. En relación a estos procesos, se han detectados las siguientes problemáticas:

En los decantadores se observan zonas donde sus paramentos están en mal estado pudiendo dar lugar a fugas. Por otro lado la seguridad en el trabajo de los operarios y técnicos es deficiente en las siguientes zonas:

1. Las arquetas de purga de fangos no disponen de un cierre superior que evite la entrada de agua de lluvia o de riego. Como consecuencia de ello, las escaleras de acceso y la zona inferior de la arqueta de purga están en muchas ocasiones húmedas o parcialmente inundadas.
2. Las estructuras metálicas tanto de los mecanismos de arrastre de los puentes barredores como los propios puentes y turbinas necesitan una limpieza y pintado. Además, partes de los paramentos de los decantadores y las bandas de rodadura de los mismos necesitan ser reformados.
3. El canal de agua decantada perimetral de los decantadores no dispone de una protección que evite las caídas accidentales al mismo.

La filtración necesita ser renovada prácticamente por completo. Se señalan las principales deficiencias detectadas:

1. Paramentos de hormigón que necesitan ser reparados e impermeabilizados, tanto en filtros como en los canales de entrada y salida de decantación, así como el canal de las aguas de lavado.
2. Los falsos fondos, contruidos en la década de los 60, están en mal estado y su diseño es obsoleto, con una descompensación evidente del reparto de agua y aire de lavado entre sus dos celdas.



3. El frente de los filtros se ha mantenido en servicio 50 años y necesita ser reformado completamente, sustituyendo toda la valvulería y conducciones. La impulsión de agua para el lavado de filtros en el interior de la galería es de fibrocemento.
4. Las válvulas de entrada actuales a los filtros de arena desde el canal de recogida de clarificado de la decantación provocan una pérdida de carga que provoca la disminución de capacidad hidráulica de la ETAP.
5. La ventilación de las galerías es deficiente y provoca molestias a los operarios cuando se efectúan las labores de desinfección de los filtros mediante cloro. Dicho ambiente provoca corrosiones en los equipos mecánicos y eléctricos.
6. Hay dos filtros de la batería 1 que están con carbón activado como medio filtrante con motivo de unas pruebas realizadas hace unos años y actualmente se encuentran fuera de servicio.
7. Por último, las bombas de lavado necesitan ser sustituidas y ser dotadas de variación de frecuencia para homogeneizar los caudales de lavado que se producen entre los primeros y los últimos filtros de cada batería.

En la misma sala donde están estas bombas, es necesaria la sustitución de las conducciones de aspiración e impulsión del agua para lavado y de una válvula general de cierre que permita realizar las operaciones de mantenimiento debidas.

### 5.2.3 Procesos de la línea de fangos

De acuerdo a la experiencia de explotación desde el año 2000, cuando se construyó la planta de fangos, y de su reforma en el año 2011, se han ido detectando las siguientes problemáticas:

1. Las arquetas que derivan las aguas de lavado de los filtros hacia el tratamiento de fangos disponen de un vertedero que puede aliviar las aguas al bombeo de drenajes. En ocasiones, se producen alivios no controlados que superan la capacidad de las bombas de drenaje vertiendo a un arroyo próximo.
2. En las pruebas de esfuerzo realizadas a la ETAP, se ha comprobado que la capacidad real del depósito de homogeneización en algunas ocasiones es insuficiente.
3. El bombeo de alimentación a los decantadores lamelares actuales no permite una regulación de caudales homogénea, y la disposición de las descargas en los decantadores provoca demasiada agitación y un reparto deficiente afectando a los rendimientos de este proceso.
4. Desde que se utiliza almidón en vez de polielectrolito como reactivo floculante en la línea de agua, las características del fango han variado provocando que los equipos de flotación no sean efectivos y por tanto estos se han dejado de utilizar. En la actualidad, las purgas de los decantadores acelerador de la línea de fangos y las de los decantadores lamelares se llevan directamente a centrífugas que tienen que hacer frente a un caudal hidráulico demasiado alto para el que fueron concebidas, así como una carga de sólidos muy baja en comparación con los parámetros para los que fueron diseñados.

5. Estas problemáticas afectan al funcionamiento del bombeo de clarificados que debe ser mejorado dado el pequeño volumen de regulación que se dispone en la cámara de aspiración, y por otra parte en el bombeo de drenajes que tiene que hacer frente a los importantes caudales de escurridos que proceden de las centrífugas.

#### 5.2.4 Instalaciones de electricidad en la línea de agua

Las instalaciones eléctricas en baja tensión de la línea de agua, con algunas partes en servicio desde hace 50 años, necesitan su renovación completa, incluyendo nuevos CCM, acometida a CGD, cableados a motores y consumidores, canalizaciones y elementos auxiliares.

#### 5.2.5 Instalaciones de control y automatismos

El sistema de control existente de la línea de agua de la planta está obsoleto, obligando a que la operación de los diferentes procesos sea prácticamente manual. Se debe resolver el actual problema de inducción eléctrica en los cables de señal, dada la cercanía entre los trazados de control y fuerza.

En la línea de fangos hay un sistema de control autónomo sin integración con el control de la línea de agua.

### 6 DATOS PREVIOS Y EXPERIENCIA DE EXPLOTACIÓN

Se incluyen en este apartado los datos más relevantes de la explotación de las instalaciones desde el año 2014 hasta febrero de 2018.

#### 6.1 Caudales

La planta ha tratado en el periodo estudiado un caudal medio de 1 m<sup>3</sup>/s, con dos o tres decantadores acelerador y unos 10 filtros en servicio, ambos correspondientes a una misma batería.

En la siguiente tabla se muestran los caudales de agua bruta y los registrados de aguas de lavado de filtros y purgas de los decantadores acelerador.

Año	A. Bruta m <sup>3</sup> /año	Lavado m <sup>3</sup> /año	Purgas m <sup>3</sup> /año
2.014	29.739.056,00	393.086,00	62.837,00
2.015	37.351.959,00	268.365,00	54.696,00
2.016	39.331.198,00	319.429,00	44.130,00
2.017	27.788.489,00	240.791,00	36.429,00
2.018	6.933.113,00	49.683,00	4.484,00

En la siguiente tabla se muestran los caudales medios de agua bruta en m<sup>3</sup>/s, y los porcentajes medios de caudales de agua destinados a lavado de filtros y purgas de los decantadores acelerador.

Año	Q medio m <sup>3</sup> /s	Porcentaje	
		Lavado	Purgas
2.014	0,94	1,32%	0,21%
2.015	1,18	0,72%	0,15%
2.016	1,25	0,81%	0,11%
2.017	0,88	0,87%	0,13%
2.018	0,68	0,72%	0,06%
Periodo 2014-2018	0,99	0,89%	0,13%

Evidentemente, tanto los decantadores como los filtros han estado funcionando con parámetros de servicio muy conservadores. Prácticamente en filtración con velocidades 2,5 veces inferiores a su capacidad nominal y por ello las carreras de lavado en los filtros son significativamente elevadas.

Estos valores pueden ayudar a estimar las condiciones medias de la planta cuando trabaje a su máxima capacidad de 6 m<sup>3</sup>/s, y, por tanto, se originarán unos caudales de lavado de unos 5200 m<sup>3</sup>/d en 20 lavados al día (280-300 m<sup>3</sup>/lavado). Las carreras de lavado medias en los filtros serán de unas 30 horas aproximadamente.

Del mismo modo, en esta situación de funcionamiento de 6 m<sup>3</sup>/s, la planta purgará desde los decantadores acelerator un caudal de unos 600-700 m<sup>3</sup>/d.

## 6.2 Reactivos

De acuerdo a los informes de explotación, los reactivos utilizados en la ETAP son los siguientes:

Reactivo	Producto	Uso	Línea	Consumo (kg)		
				2015	2016	2017
Cloro	Botellones 1000 Kg	Desinfección	L. Agua	149.994,00	152.101,00	121.778,00
Amoniaco	Botellones 1000 Kg	Desinfección	L. Agua	18.371,00	17.585,00	13.939,00
Clorito sódico	Cisternas	Desinfección	L. Agua	-	43.414,00	15.901,00
Policlورو de aluminio	AQUALENC F-1	Coagulación	L. Agua	149.944,00	263.420,00	-
Policlورو de aluminio	PAX XL-10	Coagulación	L. Agua	821.180,00	882.355,00	781.045,00
Almidón	KemOpti A-AC	Floculación	L. Agua / L. Fangos	3.880,00	6.670,00	5.385,00
Almidón	WISPROFLOC P	Floculación	L. Agua / L. Fangos	465,00	-	-
Hidróxido cálcico	Granel	pH y neutralización	L. Agua	181.460,00	237.200,00	172.240,00
Polielectrolito	FLOPAM AN 900 SEP	Deshidratación	L. Fangos	4.240,40	2.560,00	4.240,00

Con estos valores se pueden determinar las siguientes dosis de los reactivos (productos comerciales) utilizados en la línea de agua de la ETAP

Reactivos L. Agua	Dosis medias (g/m <sup>3</sup> )		
	2015	2016	2017
Cloro	4,02	3,88	4,40
Amoniaco	0,49	0,45	0,50
Policlورو de aluminio	30,22	29,18	28,20
Almidón	0,12	0,17	0,19
Hidróxido cálcico	4,87	6,04	6,22



### 6.3 Producciones de fangos

De acuerdo a los informes de explotación y las analíticas, se ha podido estimar la producción específica (gMS) de fangos por m<sup>3</sup> de agua bruta en el periodo 2014-2017, obteniéndose los siguientes resultados:

Año	gMS/m <sup>3</sup>
2014	5,07
2015	4,17
2016	4,78
2017	5,59

El valor medio en el periodo estudiado ha resultado ser un valor de 4,90 gMS/m<sup>3</sup> de agua de entrada en la ETAP. Este valor es parecido al de otras ETAP de Canal de Isabel II con aguas a tratar de calidades similares.

Tras el análisis de los datos de explotación y en las condiciones de operación de los últimos años, el 85% de los fangos proceden de los decantadores acelerador y el 15% del agua de lavado de los filtros. Este dato difiere del que se registran en otras ETAP de Canal de Isabel II, y se entiende que es un dato que hay que tomar con precaución, ya que es posible que los diversos problemas de operación de la línea de fangos pueden ocasionar que parte de los fangos de filtración sean recirculados a cabecera de planta y retenidos posteriormente en los decantadores acelerador.

Por otra parte, la sequedad del fango deshidratado alcanza valores del 18% con dificultad, y ello se debe a las bajas concentraciones del fango de entrada en las centrífugas.

## 7 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En el anejo nº 2 *Estudio de alternativa y justificaciones de la solución adoptada*, se recogen los estudios y pruebas realizadas en la ETAP, las conclusiones que se pueden extraer, las diferentes alternativas previstas, y las razones técnicas y económicas que han llevado a la solución adoptada en el presente proyecto.

### 7.1 Estudios previos

Durante el año 2016 se realizó un detallado estudio preliminar con diferentes alcances prediseñados y valorados que se resumen del siguiente modo:

#### Alcance 1: Actuaciones urgentes

1. Adaptación de las instalaciones a la normativa APQ
2. Renovación de otras instalaciones de reactivos
3. Sustitución de la tubería de aspiración del bombeo de agua de lavado

4. Renovación de la impulsión de drenajes de la ETAP.
5. Renovación del sistema de control de la línea de agua
6. Actuaciones urgentes de prevención y seguridad, como la protección perimetral de los decantadores para evitar caídas accidentales o el cierre de las arquetas de purga de fango de los decantadores para evitar la entrada de agua de lluvia.

**Alcance 2:** Comprende las actuaciones urgentes resumidas en el alcance nº 1, más la reparación de los seis decantadores existentes y la remodelación de los filtros, así como otras mejoras en la galería de filtración.

**Alcance 3:** Incluye las actuaciones urgentes del alcance 1, la reparación de tres de los seis decantadores acelerador existentes y la construcción de un bloque de decantación lamelar con cámaras de mezcla y floculación previas y la remodelación de los filtros.

**Alcance 4:** Comprende las actuaciones urgentes descritas en el alcance 1, la demolición de los decantadores actuales y su sustitución por decantadores lamelares con cámaras de mezcla y floculación, la remodelación de los filtros, la renovación de la urbanización, impermeabilización del canal de entrada y ejecución del desvío del camino.

Se muestra a continuación un resumen de las posibles actuaciones a realizar:

Actuaciones	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	Alcance 4
Actuaciones Urgentes	SI	SI	SI	SI
Reparación decantación actual	NO	SI	SI	NO
Sustitución de 3 decantadores acelerador por lamelares	NO	NO	SI	NO
Sustitución de todos los decantadores por lamelares	NO	NO	NO	SI
Remodelación filtros	NO	NO	SI	SI
Remodelación galería de filtros	NO	NO	NO	SI
Urbanización	NO	NO	NO	SI
Impermeabilización canal de entrada	NO	NO	NO	SI
Desvío camino	NO	NO	NO	SI
<b>Importe estimado del Presupuesto Base de Licitación</b>	<b>2.042.840,73</b>	<b>8.295.832,39</b>	<b>12.262.904,61</b>	<b>17.516.745,86</b>

## 7.2 Pruebas de capacidad de la ETAP

Se realizaron diversas pruebas en los procesos de la línea de agua y también en la línea de fangos durante el segundo trimestre de 2016 y el año 2017.

Las conclusiones más importantes que se obtuvieron son las siguientes:

- o Se comprobó que la decantación acelerador respondía adecuadamente a las necesidades planteadas, y por tanto a las futuras que iban a requerirse a este proceso. Se concluyó que no era necesario realizar ninguna remodelación, aunque sí debían acometerse las

actuaciones de reparación, impermeabilización y otras menores referidas a la prevención y seguridad de los operarios.

- o Se comprobó también que el funcionamiento de la filtración no era satisfactorio, y por ello, se decidió que el futuro proyecto acometiera las actuaciones previstas en el estudio previo para esta fase del proceso.
- o Al realizar las pruebas de funcionamiento en la línea de fangos se detectaron diversas problemáticas, decidiéndose entonces que el futuro proyecto también las contemplara y aportara las soluciones correspondientes.

### **7.3 Cambios en la normativa MIE-APQ**

En la actualidad, las instalaciones de reactivos de la ETAP no cumplen con el 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.

Esta actualización de la normativa obligó a reconsiderar el diseño inicial del nuevo edificio de reactivos, incluyéndose en el mismo nuevas instalaciones de cloro y coagulante de la línea de agua, así como la generación de dióxido de cloro.

En el edificio actual permanecen:

- o Las instalaciones de almacenamiento y dosificación de cal, así como las de amoníaco anhidro. Se ha considerado la renovación completa de las instalaciones de almacenamiento y dosificación de amoníaco dada su antigüedad.
- o Las instalaciones de permanganato potásico, carbón activo en polvo, almidón y el almacenamiento de clorito sódico, se reconfiguran incluyendo actuaciones de mejora.

### **7.4 Línea de fangos**

Con posterioridad a los estudios previos que se centraban en la línea de agua de la ETAP y a los requerimientos de las últimas normas APQ, se consideró incluir en el presente proyecto algunas mejoras en la línea de fangos cuya efectividad ya se han contrastado en otras instalaciones de potabilización de Canal de Isabel II.

Estas mejoras consisten en incluir un sistema adicional de espesado por gravedad de los fangos con distintas posibilidades de operación y mejorar la alimentación a los decantadores lamelares.

### **7.5 Conclusión**

Durante el periodo 2015-2019, como se ha comentado anteriormente, se han llevado a cabo estudios preliminares, pruebas de funcionamiento, ensayos de laboratorio, cambios de normativa, etc., que han ido modificando paulatinamente el alcance de este proyecto. Con esto se quiere subrayar que la elección de la solución elegida en este proyecto está muy fundamentada.

También se quiere hacer patente la complejidad intrínseca en el desarrollo de este proyecto que plantea una remodelación y actualización completa de la ETAP con la premisa de aprovechar en gran parte los recintos y edificaciones existentes:

- o En primer lugar, la información está repartida en diferentes proyectos ejecutados desde el año 1967 que recogen modificaciones parciales de sus instalaciones y procesos, no existiendo un único documento recopilatorio que defina el estado actual de la ETAP.
- o En segundo lugar, es evidente que cualquier aspecto secundario que se modifique en un proceso parcial lleva consigo múltiples repercusiones sobre otras instalaciones y elementos.

Estas circunstancias y otros condicionantes menores han justificado la larga gestación del presente proyecto y el alcance del mismo, definido en el apartado correspondiente de esta memoria.

## 8 BASES DE PARTIDA

Se establecen en este apartado las bases de partida y los parámetros de dimensionamiento más importantes en el diseño de las actuaciones que recoge este proyecto, contemplándose dos situaciones:

- o Situación actual que corresponde a las necesidades que actualmente tiene la planta y que se establece a los efectos de diseño de las instalaciones provisionales para mantener la continuidad del servicio durante la ejecución de las obras, y para comprobar la bondad del diseño en estas condiciones.
- o Diseño o nominal, que corresponde al máximo caudal que la ETAP deba tratar una vez terminadas las actuaciones definidas en este proyecto.

Los caudales de entrada de agua a la ETAP de este proyecto son los siguientes:

		S. Actual	Diseño
Caudal de diseño	m <sup>3</sup> /s	1,25	6,00
	m <sup>3</sup> /h	4.500,00	21.600,00
	m <sup>3</sup> /d	108.000,00	518.400,00

La producción específica de fangos de proyecto será de 7,5 gMS/m<sup>3</sup>, un 50% más que la media observada en los últimos años en la ETAP para dotar al diseño de un margen de seguridad apreciable.

El porcentaje de fangos producidos en decantación será el 70% de los fangos totales producidos. El resto (30%) serán los fangos retenidos en filtración.

La carrera de lavado de los filtros a considerar será 30 horas a caudal de diseño (6 m<sup>3</sup>/s).

## 9 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

El presente proyecto contempla las siguientes actuaciones, que de forma general se resumen en:

- o Actuación nº 1.- Adaptaciones de las instalaciones a la normativa APQ y otras mejoras en la dosificación de reactivos.
- o Actuación nº 2.- Mejoras en línea de agua de la ETAP.
- o Actuación nº 3.- Reforma de la línea de fangos.
- o Actuación nº 4.- Nueva instalación eléctrica en la línea de agua de la ETAP.
- o Actuación nº 5.- Renovación del sistema de control.

### 9.1 Actuación nº 1.- Adaptaciones de las instalaciones a la normativa APQ y otras mejoras en la dosificación de reactivos.

#### 9.1.1 Nuevo Edificio de reactivos

##### 9.1.1.1 Características constructivas

Tal y como se justifica en el Anejo nº 11.- Adecuación a la normativa APQ, es necesario acometer las siguientes reformas en las instalaciones de cloro y floculante de la ETAP:

- o Separar los almacenamientos actuales de cloro y amoniaco, que actualmente se disponen en la misma sala en el edificio de reactivos actual.
- o Construir un nuevo almacenamiento de floculante dada las dificultades que supone modificar el existente y adaptarlo a los condicionantes de la norma APQ.

Para solucionar estas cuestiones, se proyecta un nuevo edificio de reactivos con dimensiones en planta 34,45 x 9,90 m en el que se ubicarán las instalaciones de almacenamiento y dosificación de cloro y coagulante.

Esta edificación se ha situado en las inmediaciones del edificio actual de reactivos teniendo en cuenta las distancias que requiere la aplicación de la normativa APQ.

La tipología constructiva del edificio se resume en:

- o Estructura de vigas y pilares de hormigón prefabricado.
- o Cerramiento mediante fábrica de ladrillo cara vista y forjado con placa alveolada con capa de comprensión sobre el que se ejecutará una cubierta no transitable con formación de pendientes, aislamiento térmico, lámina asfáltica y 5 cm de grava. La sala del equipo de neutralización y de los depósitos de coagulante se cerrará superiormente mediante una cubierta metálica atornillada para facilitar su posible desmontaje y facilitar el montaje o retirada de los depósitos.

- o Soleras de hormigón armado protegido con pavimentos de uso industrial y revestimientos especiales para reactivos.
- o Carpintería en puertas y ventanas y rejillas de ventilación en acero galvanizado.
- o Instalaciones de seguridad, iluminación, tomas de fuerza y cuadros locales auxiliares.

El edificio dispone de las siguientes salas:

- o Sala de cloro a presión donde se situarán los contenedores de almacenamiento de cloro y los equipos de presión de este reactivo (evaporadores y reguladores de vacío), con unas dimensiones 12,20 x 9,50 x 4,25 m.
- o Sala de dosificación de cloro de dimensiones 7,15 x 3,95 x 4,25 m donde se instalarán los eyectores, las cabinas dosificadoras de cloro y los equipos de generación de dióxido de cloro.
- o Sala de neutralización de fugas de cloro de dimensiones 7,15 x 5,35 x 9,00 m donde se ubicará el equipo correspondiente.
- o Sala de CCM de nuevos reactivos, de dimensiones 3,00 x 9,50 x 4,25 m.
- o Sala de almacenamiento y dosificación de coagulante 11,10 x 9,50 x 7,50 m.

#### 9.1.1.2 Cloro y dióxido de cloro

La instalación de cloro se diseña para las siguientes dosis:

		C. Medio Actual	C. Nominal
<u>A/ Precloración</u>			
Dosis de cloro			
- Media	mg/l	2,50	2,50
- Máxima	mg/l	5,00	5,00
<u>B/ Postcloración</u>			
Caudal máximo	m <sup>3</sup> /h	4.500,00	21.600,00
Dosificación de cloro			
- Media	mg/l	1,50	1,50
- Máxima	mg/l	2,50	2,50

Además, la instalación deberá hacer frente a las necesidades de este reactivo para generación de dióxido de cloro con dosis de 0,35 mg/l y 0,70 mg/l en condiciones medias y punta.

Con ello se han previsto los siguientes consumos totales de cloro:

		C. Medio Actual	C. Nominal
<u>Consumos totales de cloro</u>			
<i>Consumos medios</i>			
- Precloración	kg/h	11,25	54,00
- Postcloración	kg/h	6,75	32,40
- Formación de dióxido de cloro	kg/h	0,95	4,54
Total	kg/h	18,95	90,94
	Kg/día	454,68	2.182,46

*Consumos máximos*

Consumos totales de cloro		C. Medio Actual	C. Nominal
- Precloración	kg/h	22,50	108,00
- Postcloración	kg/h	11,25	54,00
- Formación de dióxido de cloro	kg/h	1,89	9,07
Total	kg/h	35,64	171,07

Se ha previsto una superficie de almacenamiento para 12 contenedores de cloro de 1.000 kg, disponiéndose de una autonomía de 15 días para el caudal medio actual (dosis máxima) y de 5 días a caudal nominal (dosis media). Se ha dispuesto de un puente grúa de 3.000 kg para el traslado de los contenedores.

La instalación de cloro se reparte en dos zonas denominadas como sala de presión y sala de vacío. En la primera sala se instalarán todos los equipos necesarios para la transferencia del cloro líquido desde los contenedores de cloro hasta poder dosificar cloro gas en vacío, que se resumen en:

- o Dos (2) básculas electrónicas (de 1 contenedor de cloro cada una) para el control del contenido de los tanques en servicio mediante controlador asociado con pantalla de visualización de datos y teclado.
- o Sistema de cambio automático para los 2 contenedores conectados a proceso y para garantizar el suministro ininterrumpido de cloro. El sistema de cambio automático está formado por 1 cuadro de control local, 2 válvulas motorizadas y 2 manómetros con contacto eléctrico.
- o Dos (2) cámaras de expansión para las líneas de trasiego de cloro líquido, compuesta cada una de ellas por 1 vaso de expansión, disco de ruptura y manómetro indicador local con contacto eléctrico para indicación remota.
- o Dos (2) evaporadores de cloro de 200 kg/h.
- o Sistemas de venteo ante posibles sobrepresiones de cloro gas a la salida de cada evaporador, a base de disco de ruptura, válvula de alivio de presión y manómetro indicador local con contacto eléctrico para indicación remota y accionamiento de alarmas
- o Conjunto de reguladores de vacío (5 de 60 kg/h y 2 de 10 kg/h), con tipo de montaje mural, incluyendo soporte de pared y resistencia calefactora a entrada de los mismos.
- o Conjunto de conducciones en acero al carbono, valvulería y elementos especiales de esta instalación como filtros, válvulas reguladoras y conectores flexibles, etc. que interconecten los equipos relacionados.
- o Dos ventiladores extractores de 5.000 m<sup>3</sup>/h instalados en el cerramiento para ventilación de la sala y ducha lavaojos.

En la sala de dosificación se instalarán:

- o Tres (3) cabinas de dosificación automática con una capacidad unitaria de 60 kg/h y otras tres (3) cabinas de dosificación automática (dos de 40 kg/h y una de 20 kg/h), incluyendo un rotámetro, un vacuómetro, potenciómetro de dosificación y la válvula de dosificación automática.

- o Sistema de inyección de cloro a base de eyectores, válvulas de bola automáticas para cada línea de gas, válvulas de bola automáticas y manuales para las líneas de agua de arrastre, rotámetros para medida del agua de arrastre a cada eyector y válvulas de retención.
- o Conjunto de tuberías, válvulas y elementos auxiliares para el trasiego del reactivo y del agua de arrastre.

Tanto en los diagramas de proceso como en los cálculos funcionales, se representa y se justifica la instalación proyectada según los criterios establecidos por Canal de Isabel II que permite una gran flexibilidad y garantía en su funcionamiento.

Se ha previsto también, la instalación de un sistema de neutralización de fugas de cloro en una sala independiente, compuesto por una torre vertical para lavado de 1,4 m de diámetro y 4 m de altura, un depósito para NaOH de 1,6 m de diámetro y 2,1 m de altura cilíndrica, y una bomba centrífuga horizontal para bombeo de este reactivo. Todo este equipamiento se encuentra ubicado en el interior de la sala de neutralización dentro de un cubeto de hormigón de dimensiones en planta 3,80 x 3,80 m.

Los equipos de neutralización se completan con un ventilador centrífugo de 5.140 m<sup>3</sup>/h de caudal, además de las tuberías, accesorios y válvulas de interconexión entre equipos para la recirculación de líquidos y para la unión entre scrubber y ventilador.

El proyecto también considera una nueva instalación de generación de dióxido de cloro mediante dos (2) generadores automáticos situados en la sala de dosificación de cloro, de capacidad unitaria 15 Kg/h mediante cloro gas y clorito sódico. El equipo previsto es un sistema muy seguro dado que no necesita de ningún almacenamiento de dióxido de cloro generado ni bombas dosificadoras adicionales.

#### 9.1.1.3 Coagulante

En la sala de coagulante se situarán nuevas las instalaciones de almacenamiento y dosificación de policloruro de aluminio dimensionado para las siguientes dosis de producto comercial con un 9,50 % de riqueza en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Dosificación reactivo comercial:

- Máxima	mg/l	50,00
- Media	mg/l	28,00

Se ha previsto la instalación de cuatro depósitos de PE de fondo plano, con capacidad unitaria de 40 m<sup>3</sup> que permitirán una autonomía de 64,02 días para los caudales actuales y dosis medias y 7,47 días para el caudal nominal y dosis máximas.

Estos depósitos se encuentran alojados en el interior de un foso de hormigón protegido, de dimensiones en planta 10,95 x 9,20 m.

La dosificación cuenta con una instalación doble para permitir dosificar dos tipos de coagulantes, si las necesidades de explotación así lo requirieran. Se dispone, por tanto, de dos grupo de dosificadoras con cinco (5) bombas peristálticas cada uno de ellos, de caudal unitario 25-250 l/h, para cubrir el rango máximo y mínimo de dosificación (892,56 l/h y 104,13 l/h) de producto.



Como instalaciones de seguridad, se han previsto dos duchas lavaojos, cabinas de protección anti-salpicaduras, en cuyo interior se instalarán las bombas y dos (2) ventiladores extractores de capacidad unitaria 5.000 m<sup>3</sup>/h.

Para la carga de este reactivo a los depósitos desde los camiones cuba de suministro, se ha previsto la construcción de una zona de carga específica en el vial de acceso al edificio de control.

Por último, señalar, que se ha previsto en presupuesto nuevas canalizaciones en zanja para el transporte de los reactivos hasta los puntos de dosificación.

### 9.1.2 Reforma del edificio de reactivos actual y de sus instalaciones

Tal y como se muestra en los planos correspondientes de este proyecto, el edificio actual de reactivos se configura con dos plantas en la actualidad. La planta primera con acceso directo al vial norte, se sitúan en la actualidad las salas de almacenamiento de cloro y amoniaco, y la sala de cabinas de dosificación. En la planta baja, las instalaciones de cal, coagulante, permanganato, clorito sódico, generación de dióxido de cloro y dos equipos de preparación y dosificación de floculante.

Ya se ha comentado en el apartado anterior, que se construyen un edificio nuevo para situar en su interior los nuevos equipos de cloro gas, generación de dióxido de cloro y coagulante.

En el edificio actual, permanecerán los sistemas de almacenamiento y dosificación de cal, amoniaco, permanganato potásico, almidón, carbón activo y clorito sódico, en los cuales se realizarán diversas actuaciones para mejorar su explotación o adaptarlas a requerimientos de normativas técnicas específicas, a excepción del primero (cal) que mantiene sus instalaciones actuales sin cambios.

#### 9.1.2.1 Amoniaco

Se desmontarán y se retirarán todos los equipos actuales de cloro y amoniaco.

A continuación, la actual sala de almacenamiento de cloro y amoniaco será remodelada por completo para adaptarla a los requerimientos particulares de este segundo reactivo, para ello se compartimentará en cuatro salas a su vez mediante muros de termoarcilla, formándose los nuevos accesos a cada de ellas:

- Amoniaco a presión de dimensiones en planta 11,00 x 9,20 m<sup>2</sup>.
- Amoniaco en vacío de 4,10 x 5,50 m<sup>2</sup>.
- Dos almacenes de superficie 97,90 m<sup>2</sup> y 21,73 m<sup>2</sup>.

En los planos de este proyecto se representan gráficamente las reformas previstas.

Las dosis de este reactivo para el diseño de esta instalación son 0,45 mg/l en condiciones medias y 0,60 en condiciones punta. Para los caudales de diseño previstos en proyecto, supone unos consumos de entre 2,03 y 12,96 Kg/h.

En la zona de almacenamiento de contenedores, se ha previsto un espacio suficiente para 6 contenedores que permitirá un rango de autonomía de 41 días para caudales medios actuales a dosis máximas y de 11 días para caudal nominal a dosis medias. Para el servicio de esta zona se ha dispuesto de un nuevo puente grúa, quedando el actual habilitado en la zona de almacén.

La instalación de amoniaco se reparte en dos zonas denominadas como sala de presión y sala de dosificación (vacío). En la primera sala se instalarán todos los equipos necesarios para la transferencia del amoniaco líquido desde los contenedores de almacenamiento hasta poder dosificar amoniaco gas en vacío, que se resumen en:

- o Dos (2) básculas electrónicas (de 1 contenedor de amoniaco cada una) para el control del contenido de los tanques en servicio mediante controlador asociado con pantalla de visualización de datos y teclado.
- o Sistema de cambio automático para los 2 contenedores conectados a proceso y para garantizar el suministro ininterrumpido de amoniaco. El sistema de cambio automático está formado por 1 cuadro de control local, 2 válvulas motorizadas y 2 manómetros con contacto eléctrico.
- o Dos (2) cámaras de expansión para las líneas de trasiego de amoniaco líquido, compuesta cada una de ellas por 1 vaso de expansión, disco de ruptura y manómetro indicador local con contacto eléctrico para indicación remota.
- o Dos (2) evaporadores de cloro de 50 kg/h.
- o Sistemas de venteo ante posibles sobre presiones de amoniaco gas a salida de cada evaporador, a base de disco de ruptura, válvula de alivio de presión y manómetro indicador local con contacto eléctrico para indicación remota y accionamiento de alarmas
- o Conjunto de reguladores de vacío (2 de 20 kg/h).
- o Conjunto de conducciones en acero al carbono, valvulería y elementos especiales de esta instalación como filtros, válvulas reguladoras y conectores flexibles, etc. que interconecten los equipos relacionados.
- o Dos ventiladores extractores de 5000 m<sup>3</sup> instalados en el cerramiento para ventilación de la sala y ducha lavajos.

En la sala de dosificación se instalarán:

- o Dos (2) cabinas de dosificación automática con una capacidad unitaria de 20 kg/h, incluyendo un rotámetro, un vacuómetro, potenciómetro de dosificación y la válvula de dosificación automática.
- o Sistema de inyección de amoniaco a base de eyectores, válvulas de bola automáticas para cada línea de gas, válvulas de bola automáticas y manuales para las líneas de agua de arrastre, rotámetros para medida del agua de arrastre a cada eyector y válvulas de retención.

- o Conjunto de tuberías, válvulas y elementos auxiliares para el trasiego del reactivo y del agua de arrastre.

Tanto en los diagramas de proceso como en los cálculos funcionales se representa y se justifica la instalación proyectada según los criterios establecidos por Canal de Isabel II que permite una gran flexibilidad y garantía en su funcionamiento.

Se ha previsto también la instalación de un sistema de neutralización de fugas de amoníaco compuesto por una torre vertical para lavado de 1,4 m de diámetro y 5 m de altura. Los equipos de neutralización se completan con un ventilador centrífugo de 7.500 m<sup>3</sup>/h de caudal, además de las tuberías, accesorios y válvulas de interconexión entre equipos para la recirculación de líquidos y para la unión entre scrubber y ventilador.

Además se incorpora al proyecto, todas las instalaciones de seguridad adicionales necesarias como ducha lavaojos, detectores, certificación ATEX en todos los motores de los equipos auxiliares (puente grúa, ventiladores, etc.). En presupuestos, se han considerado las partidas necesarias, incluyéndose la correspondiente a las tramitaciones y los proyectos técnicos para su legalización completa.

Tal y como se describe en el anejo nº 14 y anejo nº 24 de este proyecto, será necesario disponer de una instalación provisional de amoníaco diluido para garantizar la formación de cloraminas hasta que se termine de ejecutar el nuevo sistema.

Esta instalación provisional se situará en el exterior y en las inmediaciones del edificio actual de reactivos. Dispondrá de un depósito de 2900 l en el interior de cubeto de hormigón, una bomba de carga y dos (1+1) bombas dosificadoras de caudal unitario 40 l/h. En presupuestos, está considerados las unidades correspondientes, incluyendo la demolición del cubeto y el desmontaje y retirada de estas instalaciones provisionales una vez puesta en marcha las definitivas, así como la legalización correspondiente.

#### **9.1.2.2 Permanganato potásico**

En la actualidad la planta cuenta con una instalación obsoleta de permanganato compuesta por un dosificador volumétrico, dos depósitos cilíndricos dotados de agitadores verticales y bombas dosificadoras. Se remite a los planos de este proyecto donde se representa gráficamente la instalación actual.

El presente proyecto contempla desmontar esta instalación los equipos actuales y ubicar en el mismo sitio un equipo de preparación en continuo y nuevas bombas peristálticas.

Las dosis medias y máximas de diseño establecidas son 0,50 mg/l y 2,0 mg/l de reactivo puro respectivamente.

Se ha previsto un equipo de preparación en continuo de volumen 2.500 l, tolva de alimentación y dosificador volumétrico con rompebóvedas. Este equipo consta de tres cámaras, dotadas de tres agitadores verticales. La dosificación se realizará mediante tres (2+1) bombas peristálticas de caudal unitario 150-1200 l/h.

La sustitución de los equipos de permanganato potásico podrá realizarse sin afectar al funcionamiento de la planta, dado que es un reactivo que se utiliza de modo ocasional en función de la calidad del agua de entrada. Este aspecto puede ser predecible y con una

adecuada coordinación con los técnicos de explotación, se podrán realizar el cambio de las instalaciones correspondientes.

#### **9.1.2.3 Floculante (Almidón)**

En el edificio de reactivos actual, se sitúan dos instalaciones de floculante. La primera está ubicada en las inmediaciones del sistema de permanganato potásico y consta de un dosificador volumétrico, dos depósitos cilíndricos dotados de agitadores verticales y bombas dosificadoras. La segunda, está situada en la sala de clorito y carbón activado, y se compone un equipo de preparación en continuo y dos (1+1) bombas dosificadoras.

Se ha previsto en este proyecto la retirada de la primera instalación y el suministro de una nueva unidad de preparación en continuo, de 850 l/h de capacidad, con tres compartimentos, agitadores verticales y dosificador volumétrico de producto sólido.

Las dosis media y máxima de cálculo empleadas en el diseño de esta instalación son 0,20 mg/l y 0,60 mg/l, respectivamente.

La dosificación de la disolución de floculante al 2% se realizará con tres (2+1) bombas volumétricas de tornillo helicoidal de 40-400 l/h para cubrir de esta manera el rango los 46,15 l/h para caudales medios actuales a dosis medias y los 664 l/h para caudal nominal a dosis máxima.

Una vez puesta en servicio esta nueva instalación, se procederá al desmontaje y retirada de los equipos actuales (preparación y bombas dosificadoras) ubicados en la sala de clorito y carbón activado.

#### **9.1.2.4 Clorito sódico**

La instalación de clorito sódico existente se sitúa en el extremo Este del edificio actual de reactivos, junto con el equipo de neutralización actual de sala de cloro-amoniaco. En este proyecto se pretende sustituir la actual instalación de almacenamiento.

Para ello, se retirarán tanto el equipo de neutralización como el depósito actual de clorito, se demolerán los cubetos donde están confinados, y se construirá uno nuevo de 4,60 x 4,60 x 0,90 m. En su interior se alojará el nuevo depósito de clorito sódico de capacidad 18.000 l. construido en PE.

Dado el desnivel geométrico entre esta sala y la que se situarán las nuevas cabinas de generación de dióxido de cloro en el nuevo edificio, sólo es necesario contemplar una canalización para comunicar ambos elementos.

Como instalaciones auxiliares, se ha considerado una bomba de carga de reactivo, boca de conexión protegida, ducha lavavojos y un ventilador extractor adicional.

Se ha considerado en los presupuestos otras actuaciones de reforma en esta parte del edificio como la construcción de una canaleta para paso de las conducciones y el nuevo falso techo de la sala.

#### **9.1.2.5 Carbón activado en polvo**

La ETAP cuenta con una instalación de carbón activado en polvo compuesta por un silo situado en exterior, y en el interior del edificio de reactivos actual los equipos de preparación de la solución y las bombas de trasvase al punto de dosificación.

Estos últimos equipos no se encuentran confinados en una sala específica, compartiendo sala con las instalaciones de clorito, generación de dióxido de cloro y preparación de floculante.

Se han previsto en este proyecto las siguientes actuaciones:

- o Desmontar y retirar los equipos actuales de generación de dióxido de cloro que se encuentran fuera de servicio.
- o Ejecución de un cerramiento que permita separar los equipos de carbón activo del resto de la sala dotándola de instalaciones (iluminación, tomas de fuerza, etc.) con certificación ATEX.
- o Sustituir los motores existentes del agitador y las bombas por otros con certificación ATEX.
- o Instalar un ventilador extractor en el cerramiento exterior de capacidad 6.600 m<sup>3</sup>/h, también con certificación ATEX.

#### **9.1.2.6 Otras actuaciones en el edificio actual de reactivos**

Se incluyen en este apartado la sustitución completa del sistema de mezcla actual de los reactivos Cal – Cloro y Amoniaco que está situado en la misma sala que el clorito sódico y carbón activo.

### **9.2 Actuación nº 2.- Mejoras en línea de agua de la ETAP**

#### **9.2.1 Decantadores**

En los decantadores acelerador, se inspeccionarán los paramentos, soleras y vertederos para determinar zonas degradadas o con fisuras y se tratarán convenientemente para su impermeabilización.

Se cerrarán las arquetas de purga mediante una pequeña edificación con estructura de acero soportando interiormente una viga carril para polipasto manual, y exteriormente los cerramientos y una cubierta, ambas desmontables, de chapa de aluminio.

En las arquetas, se repararán también las zonas de los paramentos que estén degradadas y se aplicarán medidas de impermeabilización interior.

Se proyecta una barandilla con postes de aluminio y cuerda para señalar la proximidad del perímetro de los canales de salida la decantación. Se dispondrá de zonas de entrada y salida para acceso de los operarios.

Las estructuras metálicas de los decantadores acelerador, tales como turbinas, puentes y mecanismos de arrastre serán decapadas, limpiadas y pintadas. Asimismo, se rehabilitarán las

bandas de rodadura de los decantadores procediendo a la demolición de las actuales para su posterior construcción de acuerdo a lo recogido en el proyecto.

### **9.2.2 Filtración**

La filtración se renovará en su mayor parte, reparándose e impermeabilizando los paramentos fisurados, retirando las canaletas de recogida de agua de lavado, demoliendo el falso fondo y parte del muro del frente de válvulas para insertar nuevos pasamuros de salida de los filtros.

En las galerías de filtración de ambas baterías se ejecutarán entradas de materiales para poder realizar correctamente las demoliciones y desmontajes de los equipos existentes, así como la instalación y montaje de los nuevos equipamientos. En el interior, se contará con polipastos transportables y otros medios auxiliares.

Se ejecutará un nuevo camino de acceso hasta la batería 2 de la filtración y facilitar el transporte de materiales y equipos.

Se retirará el medio filtrante de todos los filtros ya que este será renovado por completo y las canaletas transversales de hormigón prefabricado existentes. Se cerrarán los orificios de comunicación entre estas canaletas y el canal central de evacuación de agua del lavado.

La entrada a los filtros actual se realiza mediante una válvula de guillotina, que tiene una sección insuficiente y provoca una pérdida de carga demasiado alta, impidiendo de esta forma que se pueda alcanzar el caudal máximo de cada filtro. Se ha previsto su retirada, la apertura de un orificio de 0,70 x 0,70 m y la instalación de una compuerta de aislamiento.

Las válvulas de guillotina de evacuación de las aguas del lavado de los filtros permanecen.

El falso fondo de los filtros será renovado por completo, demoliendo y retirando el existente. Se instalarán en la solera actual de los filtros dos tipos de falsos fondos:

- o En 20 filtros de los 24 existentes se instalarán falsos fondos de bloques de PE con sus correspondientes piezas de transición en su acople con el canal central, soportes y fijaciones.
- o En los cuatro restantes, el falso fondo se configurará mediante filas transversales de módulos metálicos en AISI con forma semicircular y ranurados con luz paso de 0,3 mm. Asimismo, se instalarán igualmente las piezas de transición en su acople con el canal central, soportes y fijaciones.

Con esta reforma, además de mejorar el funcionamiento y eficiencia de los filtros, se pretende ganar altura útil en los filtros permitiendo alturas de agua sobre el lecho filtrante mayores de las disponibles en la actualidad, o incluso en el futuro disponer de la posibilidad de utilizar otros lechos filtrantes multicapa de mayor espesor.

Del mismo modo, el medio filtrante será renovado por completo, disponiéndose de dos tipos:

- o En 20 filtros, se utilizará un monocapa de arena de espesor 1 m con las características indicadas en la Especificación técnica correspondiente de este proyecto.

- o En los cuatro filtros restantes se utilizará arcilla expandida bicapa, también con las características específicas indicadas en la especificación técnica de este proyecto:
  - Capa superior con un espesor de 0,6 m y un rango de tamaño de partícula de 1,4 a 2,5 mm.
  - Capa inferior con un espesor de 0,6 m y un rango de tamaño de partícula de 0,8 a 1,6 mm.

Se establecen tres posibilidades de ejecución dependiendo del tipo de material filtrante y de falso fondo instalado. Tal y como se indica en planos y se valora en presupuestos, se han previsto en la batería 1 de filtración cuatro filtros con falsos fondos de PEAD y arena, otros cuatro con el mismo falso fondo y medio filtrante de arcilla expandida y cuatro más con falsos fondos de acero inoxidable y arena. En la batería 2, todos los filtros se configuran con arena y falsos fondos de PEAD.

También, todo el conjunto de equipos del frente filtros e instalado en el interior de la galería será completamente renovado, desmontando y retirando previamente el existente. Se quiere señalar sobre este particular que la impulsión de aguas de lavado en el interior de la galería es una conducción de Ø600 de fibrocemento, y por ello se ha considerado en los presupuestos de obra civil y del Plan de Gestión de Residuos las partidas para realizar las actuaciones específicas que requiere la normativa para estos materiales.

Se instalarán en el frente de filtros e interior de la galería los siguientes elementos, entre otros:

- o Nuevas conducciones de aire de lavado de Ø400 en acero inoxidable AISI-316 con válvulas de mariposa para aislamiento de cada filtro con accionamiento servomotorizado. En el exterior del filtro se instalarán dos ramales longitudinales del mismo diámetro con acometidas específicas a cada hilera de bloques según el tipo de falso fondo. La acometida actual de aire de lavado se anulará con la colocación de una brida ciega.
- o Nuevas conducciones de impulsión de agua de lavado de acero inoxidable AISI-316 Ø600 con acometidas a cada filtro y válvulas de mariposa para aislamiento en cada filtro con accionamiento servomotorizado.
- o Nueva canalización de salida de agua filtrada hasta el canal de agua filtrada y/o entrada de agua de lavado en diámetros Ø600/Ø500, con válvulas de regulación de mariposa servomotorizadas de diámetro Ø500.
- o Se renovarán los pasamuros de entrada y salida de agua de los filtros. En el anejo nº 14 de este proyecto y en el documento nº 2.- Planos se propone un procedimiento constructivo específico para esta actuación.

Los filtros se diseñan como los actuales de nivel constante, instalándose en cada uno de ellos un medidor de nivel tipo radar para su regulación. Además, se incluirán medidores de presión diferencial en cada filtro.



### 9.2.3 Reformas en sala de máquinas

El agua filtrada se conduce desde el canal situado en cada galería de filtración hasta la obra de salida de la ETAP ubicado debajo del edificio de control. Anexa a esta obra se dispone de un depósito y de una sala seca donde se ubican el bombeo de lavado de filtros, las bombas de aguas de servicio, las soplantes de aire de lavado y los compresores de la red de aire de servicios.

El depósito del que aspiran las bombas de lavado no se puede aislar, y la conducción de aspiración debe ser sustituida. Por tanto, entre las primeras actuaciones a realizar será la instalación manual de un escudo húmedo mediante buzo que podrá acceder desde la parte superior del depósito. Se formará un cierre estanco en la acometida de la conducción de aspiración y con ello se podrá desmontar la conducción e insertar una válvula de aislamiento Ø600. Posteriormente, el buzo podrá quitar el escudo. En el anejo nº 14 se propone un procedimiento constructivo específico de esta actuación.

El resto de las actuaciones previstas son:

- o Revisión y puesta a punto de las soplantes rotativas de aire de lavado instaladas en la actualidad.
- o Retirada de las bombas de lavado y de los ventiladores centrífugos de aire de lavado, acondicionado general de la sala con la construcción de las bancadas para las nuevas bombas de lavado y grupo de presión.
- o Instalación de un nuevo colector de aspiración de Ø600 con alimentaciones a cada bomba de lavado, a las bombas de agua de servicio actuales y al nuevo grupo de presión para completar esta instalación. También se contemplan los colectores individuales de impulsión y su entronque con las conducciones existentes de agua de lavado Ø600 y servicios Ø200.
- o Las nuevas bombas de lavado son de mayor potencia y tamaño (1400 m<sup>3</sup>/h a 8,5 mca) que las actuales (1200 m<sup>3</sup>/h) para disponer de velocidades de lavado y aclarado mayores (12,5 y 25 m/h) en filtros. La alimentación de estas bombas tendrá variadores de frecuencias. Además se instalará medición de caudal en las tuberías de impulsión tanto de agua como de aire de lavado.
- o El nuevo grupo de presión tiene por objetivo garantizar un caudal y una presión adecuada a todo el sistema de agua de servicios que utilizan las instalaciones de reactivos de la ETAP. Es una instalación adicional ya que se mantiene las bombas actuales en la sala de máquinas y las de apoyo en el edificio de reactivos actual.

Se ha previsto la instalación de un nuevo grupo de presión de caudal 150 m<sup>3</sup>/h a 6 bar.

En los planos de este proyecto se representa gráficamente la situación actual de esta sala y de sus instalaciones, y estado final una vez ejecutadas las actuaciones.

Por otra parte, la ejecución de estas actuaciones impedirá el suministro de agua para lavado de los filtros de la batería 2 durante un periodo en el que se actúe en la sala de máquinas, por lo que se construirá y se pondrá en marcha previamente un sistema adicional compuesto en un depósito de acero vitrificado de capacidad 314 m<sup>3</sup> alimentado desde el canal de agua



filtrada con tres (2+1) bombas sumergibles de caudal unitario 105 m<sup>3</sup>/h. Para el suministro de agua de lavado a los filtros se plantean dos sistemas para garantizar el aporte de caudal y presión en cualquier circunstancia:

- o Por gravedad, mediante válvula reguladora y caudalímetro Ø600.
- o Mediante impulsión con dos bombas sumergibles de 1400 m<sup>3</sup>/h.

En el anejo nº 24.- Estudio de interferencias se justifica la necesidad de estas instalaciones de agua de lavado adicionales previstas en el proyecto.

#### 9.2.4 Agua de servicios y arrastres

La planta en la actualidad dispone de un sistema de equipos y conducciones para abastecer las necesidades de agua para servicios diversos que son la preparación y dosificación de reactivos, agua arrastre en dosificaciones de cloro, dióxido de cloro y amoníaco, refrigeración de las turbinas de los decantadores y otros usos auxiliares (carga de camiones cisternas, limpiezas, etc.)

Tal y como se muestra en los planos, el sistema se compone básicamente de una serie de conducciones, un bombeo de dos (1+1) bombas horizontales de caudal unitario 150 m<sup>3</sup>/h que aspira desde la cámara de agua tratada, un depósito y un grupo de rebombeo formado por cuatro bombas de 150 m<sup>3</sup>/h que da servicio a los equipos que necesitan agua de arrastre.

Como ya se ha adelantado, este sistema es precario desde el punto de vista de las garantías de funcionamiento exigibles a una ETAP de las características de Torrelaguna además de necesitar una renovación del tramo actual de tuberías que circula por la galería de servicio.

Por ello, se ha previsto en este proyecto:

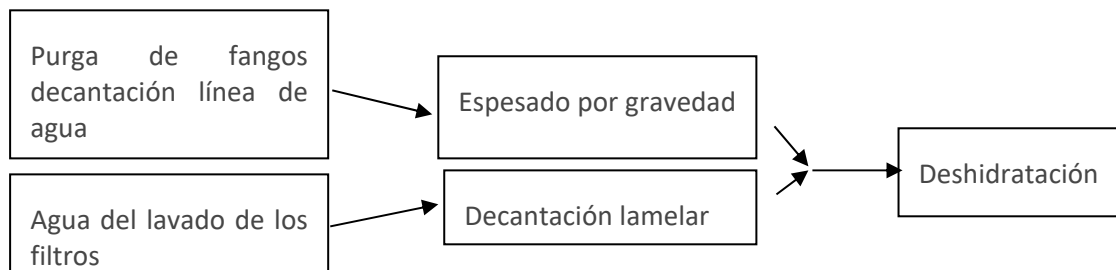
- o La sustitución del tramo de Ø150 que circula por la galería por otra conducción del mismo diámetro y de AISI-316L.
- o La instalación y conexión a la red existente de un nuevo grupo de presión con tres bombas (2+1) con capacidad total de 150 m<sup>3</sup>/h a situar en la sala de máquinas.
- o Las obras a ejecutar en la sala de máquinas, supondrá una parada del servicio de las instalaciones actuales de agua de servicio, y por ello se ha previsto otro grupo adicional de las mismas características que el anterior, y que se situará en el semisótano de la galería de filtros de la batería 2. Se conectará este grupo a la red actual mediante la correspondiente conexión.

### 9.3 Actuación nº 3.- Reforma de la línea de fangos

Las actuaciones en esta parte de la ETAP tienen como finalidad mejorar la explotación de la línea de fangos y dar al proceso una mayor versatilidad en su funcionamiento en los aspectos básicos siguientes:

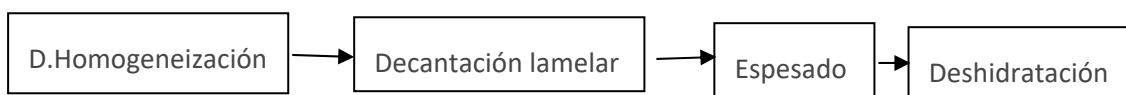
1. Como ya se ha indicado, el fango procedente de los decantadores acelerador tiene una concentración significativamente mayor y mejor sedimentabilidad que el procedente del lavado de los filtros. Para aprovechar estas características, se plantea la posibilidad de

disponer de una línea de tratamiento adicional para destinar exclusivamente el decantador lamelar como concentrado de los fangos del agua de lavado y los nuevos espesadores de gravedad para la purga de los fangos de decantación de la línea de agua.



Además, también se deja la posibilidad de conducir las purgas de la decantación lamelar a los nuevos equipos de espesamiento por gravedad previo paso a su deshidratación.

2. También se incorpora la posibilidad de seguir con el modo de funcionamiento actual (mezclar la purga de fangos y el agua de lavado) del depósito de homogeneización, concentrar los fangos en el decantador lamelar y conducir las purgas de éste a los nuevos espesadores.



3. Se dota a los nuevos espesadores también con la posibilidad de funcionar como volumen adicional de homogeneización de fangos. Ya se ha comentado anteriormente que en determinadas ocasiones la capacidad de los depósitos de homogeneización de fangos puede ser insuficiente.
4. Se mejoran algunos aspectos parciales del tratamiento de fangos como son la alimentación a los decantadores lamelares, la extracción del clarificado o sustitución de la tubería de impulsión del bombeo de drenajes.
5. Se recrecen las arquetas existentes de agua de lavado de los filtros, para evitar su desbordamiento en condiciones límite de servicio.

Por último, es importante remarcar el carácter adicional de estas mejoras al proceso de la línea de fangos ya que se mantiene la posibilidad de operar los sistemas actuales tal y como fueron concebidos en su día.

En los planos y diagramas del documento nº 2 de este proyecto se representan convenientemente las soluciones relacionadas en los apartados anteriores.

En los siguientes apartados se concretan las actuaciones a ejecutar:

### 9.3.1 Nuevo bombeo de alimentación a decantadores lamelares

Se instalarán cinco (4+1) nuevas bombas volumétricas (tornillo helicoidal) de caudal unitario 70 m<sup>3</sup>/h para la alimentación del decantador lamelar de la línea de fangos desde el depósito de

homogeneización. Estas bombas se ubicarán en una nueva edificación anexa al depósito de homogenización y actual edificio de fangos. Se practicará una apertura al cerramiento del actual edificio de fangos para conectar ambas instalaciones. Además, se realizará un nuevo orificio en el paramento de la balsa de homogenización para conectar una aspiración general del bombeo de Ø500. Dicha aspiración, también servirá para conectar con los nuevos espesadores de gravedad, en caso de ser utilizados como vasos comunicantes de dicha balsa de homogenización.

Se instalarán dos nuevas impulsiones, una por decantador lamelar con medida de caudal electromagnética de Ø200. Cada impulsión se repartirá en tres conducciones distribuidas en el ancho de la cámara de entrada de cada decantador para procurar evitar flujos preferenciales que alteren el funcionamiento de la sedimentación.

Con esta actuación se pretende alimentar a los decantadores con un régimen de caudal más homogéneo y mejorar el control sobre este sistema.

### 9.3.2 Mejora de la extracción del clarificado en decantadores lamelar

La extracción actual del clarificado se realiza mediante conducciones perforadas. Se observa además que, en ocasiones, el fango se acumula en determinadas zonas de las lamelas concluyéndose que puede ser debido a la creación de flujos preferenciales en el interior del decantador y que el sistema de extracción del clarificado no garantiza un adecuado reparto del caudal en toda la superficie de la decantación.

Por ello, se sustituirán las tuberías perforadas por canaletas de sección 0,30 x 0,30 m con vertederos triangulares incluyéndose sus correspondientes soportes y anclajes dimensionados para evitar su deformación por el empuje del agua.

### 9.3.3 Nueva conexión de la purga de fangos de los decantadores acelerator

Se construirá una arqueta seca de dimensiones 3,40 x 2,10 x 3,45 m donde se alojará una nueva acometida a la conducción actual de purga de fangos de los decantadores de la línea de agua para su transporte hasta la arqueta actual de fangos decantados.

Previamente, será necesario desviar la conducción de aguas de lavado procedente de la batería 2.

Desde esta cámara aspiran las dos (1+1) bombas actuales de fangos a flotación de caudal unitario 10-60 m<sup>3</sup>/h. Se contempla en este proyecto la incorporación de una acometida adicional en la impulsión y la correspondiente tubería Ø150 para conducir los fangos de esta arqueta a los nuevos espesadores.

Con la nueva configuración prevista en esta actuación tal y como se define en planos, se podrá mantener el esquema actual de operación (fangos de los decantadores acelerator y agua de lavado a depósito de homogeneización) o disponer de destinos diferentes según la procedencia del fango.

### 9.3.4 Nuevos espesadores por gravedad

Se construirán dos depósitos cilíndricos de Ø10 y 4,9 m de calado perimetral que podrán ejercer las funciones de almacenamiento adicional de aguas de lavado de filtros o espesado

por gravedad de los fangos procedentes de los decantadores acelerador de la línea de agua o de los lamelares de la línea de fangos.

La alimentación desde la cámara de fangos decantados se efectuará desde una nueva cámara de mezcla de dimensiones 2,30 x 2,30 x 1,50 m dotada de un agitador vertical de potencia unitaria 0,55 kW por si las circunstancias de explotación aconsejarán la dosificación de un reactivo floculante.

Las purgas de los fangos de los nuevos espesadores se plantean mediante tres (2+1) bombas de tornillo helicoidal de caudal unitario 10-60 m<sup>3</sup>/h con variación de frecuencia, alojadas en una edificación situada entre los dos espesadores. La purga se conducirá al actual depósito de desgasificación de fangos de donde se alimenta a la deshidratación, mediante una nueva tubería de Ø150 con caudalímetro electromagnético, considerándose en presupuesto la ejecución del correspondiente pasamuros en los paramentos de esta arqueta.

Los sobrenadantes o reboses de los espesadores se conducirán al depósito de agua recuperada mediante una nueva conducción Ø150 para su retorno a la línea de agua de la ETAP. Se ejecutará para ello el correspondiente pasamuros de entrada en el paramento de este depósito.

Además, para tener la posibilidad de funcionamiento de los espesadores como volumen adicional de homogeneización de fangos, se ha previsto prolongar la nueva conducción Ø500 de aspiración de las bombas de alimentación a decantadores lamelares hasta los nuevos espesadores. Se ha considerado el correspondiente juego de válvulas y elementos auxiliares para ello.

Los espesadores de gravedad, la cámara de mezcla y la edificación se han proyectado en hormigón armado de acuerdo a los requerimientos geotécnicos y a las normas de cálculo de estas estructuras, tal y como se justifica en el anejo 7.- *Cálculos estructurales*.

### 9.3.5 Otras actuaciones

Se contemplan en este proyecto las siguientes obras:

- o Se desmantelarán los dos silos de PRFV de 40 m<sup>3</sup> de almacenamiento de purga de fango previo a deshidratación cuya finalidad actual era aumentar el volumen de la cámara de desgasificación, pero dado su configuración para meter y extraer el fango de los mismos y su dificultad en la limpieza, genera muchos problemas en la explotación.
- o Se sustituirá la tubería de impulsión del bombeo de drenajes por otra de diámetro Ø250, desde la salida del mencionado bombeo hasta cabecera de planta.

## 9.4 Actuación nº 4.- Nueva instalación eléctrica en la ETAP

### 9.4.1 Situación actual

De acuerdo con la información disponible, la planta se alimenta actualmente a través de dos líneas aéreas de 20 kV propiedad de Canal de Isabel Segunda. Estas dos instalaciones dependen de las subestaciones transformadoras de Torrelaguna y de El Sotillo. El esquema eléctrico se incluye en los planos del proyecto.

Las celdas que componen el Centro de Seccionamiento y Transformación se sitúan en un edificio independiente. Todas las celdas tienen las siguientes características eléctricas principales comunes: Umax 24kV, Ith 16kA, In 400 A. Son del año 1994 del fabricante Schneider gama SM6 (aislamiento al aire).

A continuación, se expone el número de celdas y sus principales características:

- o 2 Uds. Celdas de línea (modelo NSM) con interruptor seccionador III con enclavamiento mecánico (1), indicadores capacitivos de presencia de tensión (4) y seccionadores de puesta a tierra (5). Estas celdas constituyen la entrada de alimentación a la ETAP desde las líneas aéreas mencionadas. Estas celdas son motorizadas y están enclavadas entre sí permitiendo que la ETAP se conecte sólo de una de las dos líneas en que puede hacerlo (son celdas de conmutación).
- o 1 Ud. Celda con interruptor automático (modelo DM1-C) para una instalación de bombeo de agua tratada existente en la parcela de la ETAP (bombeo Valgallegos). Equipada con interruptor automático con seccionador III semi rotativo (3)
- o 1 Ud. Celda de protección general (modelo DM1-C) con interruptor automático con seccionador III semi rotativo (3).
- o 1 Ud. Celda de medida eléctrica de A.T. Aloja los transformadores de tensión e intensidad que precisa la medida.
- o 3 Ud. Celdas de protección de los transformadores (modelo QM) con interruptor seccionador III ruptofusible (6) y seccionador de puesta a tierra (5)
- o Existen tres transformadores de 400 kVA de potencia unitaria y relación de transformación 20.000/400 V, funcionando en (2+1), es decir, uno de ellos se encuentra en reserva. Son transformadores con aislamiento en aceite con punto de inflamabilidad por debajo de 300 °C y ventilación natural ONAN. Cada uno de estos transformadores se encuentra ubicado en un recinto de uso exclusivo.

Para la distribución y fuerza en Baja Tensión se cuenta con un Cuadro General de Distribución, en cuyo embarrado se conectan los transformadores de 400 kVA a través de tres interruptores magnetotérmicos de cuatro polos y 1600 A. Entre las bornas de baja tensión del transformador y el cuadro general de baja tensión existe un cuadro de protección de secundarios de transformador que se ubica en el mismo edificio que el cuadro general de distribución.

También dispone de una entrada desde un grupo electrógeno con interruptor de 1000 A.

Este Cuadro se ubica en un edificio próximo al Centro de Seccionamiento y Transformación existente. Este edificio dispone de dos salas:

- o Una que alberga un grupo electrógeno marca ROLLS ROYCE en desuso y el cuadro de protección de secundarios de baja tensión. Exterior al edificio, se encuentra situado otro grupo electrógeno de 250 KVA.
- o Otra sala que alberga el actual cuadro de baja tensión y el CCM DISTRIBUCIÓN.





Desde el cuadro general de baja tensión se alimenta a los diferentes cuadros y elementos de B.T. repartidos por la Planta, que son:

- o Centros de control de motores.
- o Cuadro general de alumbrado y fuerza.
- o Cuadro de control.
- o Equipos de corrección del factor de potencia.

Existen varios Centros de Control de Motores que controlan y protegen las máquinas de la instalación, y están organizados como sigue:

Salidas del CGD	Protección (A)	Potencia simultánea (kW)
CCM Centro de distribución	1250	264,60
CCM Reactivos sólidos	60	12,68
CCM Reactivos gaseosos	250	80,75
CCM Decantación (Ala izquierda)	120	38,85
CCM Decantación (Ala derecha)	120	38,85
CCM Filtros (Ala izquierda)	165	4,45
CCM Filtros (Ala derecha)	165	7,6
CCM Compuertas	100	16,80
CCM Fangos	630	515,56
Batería de condensadores		

#### 9.4.2 Nuevas actuaciones eléctricas

Las nuevas obra e instalaciones incluidas en el presente proyecto se diseñan teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se ejecutará una variante de línea aérea a subterránea de la línea propiedad de IBERDROLA "LA CABRERA". Esto se debe a que la línea en su trazado actual sobrevuela la parte de la parcela donde se van a ubicar los espesadores de fangos. La variante implica el suministro y colocación de dos nuevos apoyos metálicos de celosía con los equipos de conversión a subterráneo (terminales, seccionadores y autoválvulas) y 250m de línea subterránea bajo tubo con calas de tubo y conductor HEPRZ1 Al 12/20kV 3x1x240mm<sup>2</sup>.
- No se realiza ningún cambio en las instalaciones de Media Tensión. Tan solo se va proceder a realizar el suministro y conexionado de un nuevo cuadro de alarmas de media y baja tensión según ET- 3223 y en caso necesario se procederá a sustituir los transformadores de medida de intensidad o modificar los cableados asociados al mismo. Dicho transformadores están alojados dentro de la celda de medida de media tensión existente.
- Cuadro general de protección de los secundarios de los transformadores: Será nuevo y alojará tres interruptores de baja tensión 4px1600A 50kA. Se instalará en el propio centro de transformación próximo a la entrada peatonal al mismo.
- Cuadro general de distribución de baja tensión: También será nuevo. Desde él se alimentarán los CCMs así como el CGBT actual, la nueva batería variable 300kVar, el poblado (conjunto de edificaciones existentes en la ETAP), cuadro de alumbrado existente y una salida previsión para el futuro cuadro de alumbrado exterior. Se instalará dentro del edificio que alberga actualmente el cuadro general de baja tensión existente. Este edificio tiene actualmente dos salas:
  - Una en la que está un grupo electrógeno ROLLS ROYCE fuera de servicio y el actual cuadro de protección de la baja tensión de los transformadores.
  - Otra sala que alberga el Cuadro General de Baja Tensión y el CCM Centro de distribución.
- El edificio será remodelado. Se retirará el grupo electrógeno ROLLS ROYCE y el cuadro de interruptores de protección de los secundarios y se ubicará en esta sala el nuevo cuadro general de baja tensión, CGBT , y el nuevo CCM en centro de distribución.
- Los CCMs de la planta se organizarán del siguiente modo:
  - CCM en centro de distribución que reunirán las cargas de los CCM actuales de compuertas y distribución.
  - CCM de edificio de reactivos actual
  - CCM en nuevo edificio de reactivos
  - CCM de decantación y filtración (ala derecha)



- CCM de decantación y filtración (ala izquierda)
  - CCM de tratamiento de fangos (existente y que no se modifica)
  - CCM ampliación de fangos (nuevas cargas eléctricas asociadas a fangos)
- o Todos los CCMs serán nuevos a excepción del CCM de tratamiento de fangos. Tanto en los CCMs como en el CGBT se guardará siempre que se pueda unos pasillos de mantenimiento de 0,85m en su parte trasera y de 1,3m en su frontal.
  - o Actualmente hay un grupo electrógeno de 250 KVA/ 200 kW. Este grupo entra en funcionamiento de forma manual. Está ubicado en el exterior contiguo a la sala que alberga actualmente el cuadro general de distribución.
  - o Se equipará un nuevo grupo electrógeno insonorizado 657 kVA (526kW) en funcionamiento LTP apto para instalación exterior. Incorporará sincronizador para permitir el retorno a red sin paso por cero (cuando esté en modo remoto/automático).



Los consumidores de los CCMs de reactivos gaseoso y sólidos actual se reducen en gran medida, y por ello se unifican en un solo CCM que se ubicará en una de las salas actuales que antiguamente se utilizaban de almacenamiento de reactivos (Cuevas).



Como regla general, el cableado de mando y control será nuevo con rutados también nuevos.

Respecto a los conductores de fuerza sólo se tenderán nuevos aquellos que atienden a cargas nuevas y también los que conectan los transformadores con el nuevo cuadro de protección de secundarios de transformadores, nuevo cuadro general de distribución de baja tensión y a los centros de control de motores nuevos. Se desmontarán y se retirarán todas la canalizaciones y conductores que queden sin servicio.

Los nuevos CCM se ubicarán en localizaciones próximas a los que sustituyen. Como se ha indicado serán nuevos todos los CCMs a excepción del de fangos (las cargas ampliadas de los fangos se alimentarán desde una nuevo CCM AMPLIACIÓN DE FANGOS).

Las compuertas o válvulas de gran diámetro ( $>\varnothing 500$ ) con tipo de salida INVERSOR son actuadores todo-nada (abierto/cerrado) controladas mediante maniobra cableada con botonera de campo. Las válvulas de regulación con salida tipo FEEDER o ALIM. FIJA podrán ser actuadores con capacidad de regulación (%apertura ajustable) en el caso de su funcionalidad así lo requiera. En ese caso irán telemandadas mediante bus y multicable.

Los tipos de salidas a considerar según ET 3311 son las siguientes:

- Tipo AD: arranque directo hasta 10kW
  - Subtipo AD-1: arranque directo
  - Subtipo AD-2: arranque directo con limitador de par
  - Subtipo AD-3: arranque directo con limitador de par y sonda térmica
  - Subtipo AD-4: arranque directo con protección por sonda térmica y sonda de humedad
- Tipo AS: arranque mediante arrancador electrónico para motores de potencias comprendidas entre 10kW y 18,5kW
- Tipo AE: arranque mediante arrancador estático a partir de 18,5kW
- Tipo VF: arranque mediante variador de frecuencia. Para definir el variador se empleará la intensidad nominal del motor accionado considerando un factor de potencia de 0,85 y mayorada un 25%.
- Tipo ALIMENTACIÓN FIJA: salida de alimentación fija (1-monofásica, 2-trifásica).
- Tipo FEEDER EXTRAÍBLE: alimentación directa tetrapolar extraíble.

Los nuevos CCM irán previstos de protección combinada tipo I+II contra sobretensiones y centralita de medida.

En el anejo nº 9.- Cálculos eléctricos se detalla y se justifica el dimensionado de las nuevas instalaciones eléctricas.

## **9.5 Actuación nº 5.- Renovación del sistema de control de la línea de agua e implementación de la planta de fango**

Las actuaciones contempladas en este apartado consisten en una completa renovación del sistema de control y automatización, que captarán las señales de campo y el estado de los motores para ejecutar las secuencias de programa que operarán de manera automática los procesos de la línea de agua. Se estudiarán todas las actuaciones necesarias en la planta de fangos para incluir dichas instalaciones en el sistema de control que se plantee para la ETAP.

Asimismo, se considera la parte proporcional de cableado como bandejas para la transmisión de señales, además de equipar la sala de control con todo el material necesario relativo a la actuación, control y visualización de todos los parámetros que se consideren necesarios para el correcto funcionamiento de la ETAP, incluyendo la programación correspondiente.

Se remite al anejo 10.- Instrumentación y control, donde se detalla el alcance de la actuación y de las nuevas instalaciones a ejecutar.

## **10 CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA**

Para la elaboración de la solución descrita en este Proyecto Constructivo, se ha contado con el levantamiento topográfico encargado por Canal de Isabel II S.A a la empresa NORTE TOPOGRAFÍA, realizado en febrero 2017, posteriormente con fecha mayo 2018, debido a otras mejoras a realizar en otra parte de la planta, se vio necesario la ampliación de este levantamiento topográfico.

Se han comparado las cotas “Z” obtenidas en los levantamientos topográficos y las reflejadas en los sucesivos proyectos de construcción y remodelación de la planta desde el año 1967, reflejándose en todos los casos un desfase medio de 30 cm a favor de los proyectos mencionados.

En este proyecto, se adopta el sistema de referencia del levantamiento topográfico efectuándose la corrección correspondiente en las cotas (-30 cm) en aquellos elementos o estructuras definidas a partir de los planos consultados en los citados proyectos.

Ambos levantamientos topográficos están recogidos en el anejo nº 3 *Cartografía y topografía*, de este proyecto.

## **11 GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA**

Para la elaboración de la solución descrita en este Proyecto Constructivo, se ha contado con la información del estudio geotécnico encargado por Canal de Isabel II S.A a la empresa INTEINCO realizado entre los meses de enero, febrero 2017 en el que se estudia principalmente la ubicación del nuevo edificio de reactivos.

Posteriormente, Canal de Isabel II incorporó al presente Proyecto las actuaciones que se describen para la línea de fangos, siendo necesario realizar otro estudio específico realizado por la empresa ENMACOSA CONSULTORÍA TÉCNICA con fecha julio de 2019.

Ambos estudios geotécnicos están recogidos en el anejo nº 4 *Geología y geotécnica*, de este proyecto y sus conclusiones principales son:

Las conclusiones principales del estudio realizado para el edificio de reactivos fueron:

- o Los sondeos indicaron que bajo una pequeña capa superficial de espesor entre 0,6-0,8 m, el terreno está constituido por un sustrato rocoso de dolomías y areniscas dolomíticas, con inexistencia de aguas freáticas.
- o Por tanto, la presencia de sustrato rocoso, más o menos fracturado, permite una cimentación directa mediante zapata aislada, zapata corrida o losas, transmitiendo las cargas a dicho sustrato. No obstante, debido al diferente grado de fracturación, el estudio geotécnico no recomienda diseñar cimentaciones por encima de 5 kp/cm<sup>2</sup>.
- o La presencia del talud de desmonte próximo al edificio obliga a tomar precauciones que no afecten a su cimentación, en este sentido se considera que una línea a 45º desde el punto más exterior del plano de apoyo de la cimentación no debería cortar nunca el plano del talud, no obstante indicar que la estratificación subhorizontal del macizo resulta favorable para la estabilidad del conjunto.
- o Por último, el terreno no contiene elementos que supongan problemas de agresividad a los hormigones de cimentación de acuerdo con los criterios de la EHE-08.

Las principales conclusiones del segundo estudio realizado para las actuaciones en la línea de fangos de la ETAP son:

- o En esta zona de la ETAP el suelo se clasificaría como gravas arcillo limosas, con contenidos variables de arena y, localmente, bloques desde superficie hasta una profundidad variable de entre 2.40 m y 5.30 m, posteriormente se encuentra Dolomías compactas y Dolomías margosas.
- o En cuanto a la cimentación se refiere, considerando una tensión admisible del terreno < 7.00 Kg/cm<sup>2</sup> los asentamientos que puedan producirse serán despreciables independientemente del tamaño de la cimentación. Los asentamientos calculados partiendo de esta recomendación serán inferiores a 0.5 cm.
- o Los espesadores proyectados se localizan en una zona de media ladera, por lo que será necesario realizar una excavación para acoger dichas estructuras, cuya inclinación estable a largo se ha estimado en 28º.
- o En el caso de realizar una excavación temporal en espera de agregar algún sistema de sostenimiento, se podrá alcanzar una inclinación de hasta 3H:2V. En el momento de tocar roca (cajeado de la cimentación o similares) la excavación podrá inclinarse hasta prácticamente ser vertical.
- o La cimentación de los espesadores deberá apoyarse uniformemente sobre el macizo rocoso o bien, si fuera necesario, sobre pozos rellenos de hormigón ciclópeo.

## 12 CÁLCULOS DE PROCESO

Se incluye en el anejo nº 5 *Cálculos de proceso* de este proyecto los cálculos justificativos de los nuevos procesos e instalaciones previstas en relación con las actuaciones definidas en los apartados anteriores.

## 13 CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Todos los cálculos hidráulicos necesarios para la realización de las actuaciones de este proyecto, junto con la metodología empleada para el cálculo de los mismos, están recogidos en el anejo nº 6.-*Cálculos hidráulicos*.

### 13.1 Datos de partida para la línea piezométrica

Se definen las siguientes bases de partida para el estudio piezométrico:

- 1) Línea de agua de la ETAP

Caudales de diseño	C. Medio Actual	Capacidad Nominal
Caudales	m <sup>3</sup> /s	1,250
	m <sup>3</sup> /h	4.500,0
	m <sup>3</sup> /d	108.000,0
		6,000
		21.600,0
		518.400,0

Durante la ejecución de las obras, se deberá garantizar que la ETAP tenga una capacidad máxima de tratamiento de 3 m<sup>3</sup>/s.

- 2) Agua de lavado

Caudales de diseño	Fase lavado	Fase de Acarado
Caudales	m <sup>3</sup> /h	1.400,00
	m <sup>3</sup> /s	0,39
		2.800,00
		0,78

- 3) Línea de fangos, donde a su vez se comprueban tres nuevos tramos hidráulicos diferentes en los cuales hay transporte de agua por gravedad.

- Operación de nuevos espesadores como concentradores de los fangos de procedentes de los decantadores acelerador:

Caudales de diseño	C. Medio Actual	Capacidad Nominal
Caudales	m <sup>3</sup> /h	11,81
	m <sup>3</sup> /s	0.0033
		60,00
		0,0167

- Conexión entre el depósito de homogeneización y los nuevos espesadores para ser usados como volumen adicional de homogeneización, donde se determina el tiempo necesario para evacuar el volumen de un lavado desde el depósito de homogeneización hasta los nuevos espesadores.
- Clarificado de la decantación lamelar hasta la arqueta de bombeo de clarificados de la línea de fangos a cabecera de planta.

Clarificados decantación lamelar		C. Medio Actual	C. Nominal
Caudales de diseño	m <sup>3</sup> /h	70,00	28,0,000
	m <sup>3</sup> /s	0,019	0,078

### 13.2 Resultados obtenidos

Para la determinación de la línea piezométrica en los diferentes tramos estudiados se han tenido en cuenta los siguientes condicionantes principales:

- o Compatibilidad de los elementos que permanecen en servicio una vez que se terminen las obras de remodelación de la ETAP.
- o Las cotas de urbanización actual de la parcela.
- o La disposición en la parcela de los nuevos elementos a construir, así como de las conducciones que los comunican.

Con estos condicionantes, se ha desarrollado el cálculo de la línea piezométrica correspondiente, considerándose para cada tramo o elemento los caudales máximos y medio.

Se adjunta a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

#### 1) Línea de agua de la ETAP

ELEMENTO	Vertederos	S. DISEÑO	
		Medio Actual	C. Nominal
Cámara de partición	-	867,213	867,543
Entrada a decantador	-	866,824	867,003
Decantador	-	866,785	866,904
Canal de agua decantada	-	866,717	866,733
Filtros	-	866,700	866,700
Cámara de descarga de los filtros	864,225	864,289	864,293
Canal de agua tratada en galería	-	863,812	864,046
Canal de agua tratada en cámara de distribución	-	863,759	863,759

#### 2) Agua de lavado

ELEMENTO	Vertederos	S. DISEÑO	
		Lavado	Aclarado
Depósito de agua para lavado		863,759	863,759
Filtros	865,950	865,988	866,011
Canal de salida de aguas de lavado en filtración	-	864,215	864,600
Arqueta de retención de arenas	863,050	863,191	863,272
Arquetas de alivio	861,801	857,533	861,801
Balsa de homogeneización	-	856,100	856,100

#### 3) Línea de fango:

- Nuevos espesadores como concentradores de los fangos procedentes de los decantadores acelerador:

TRAMO ESTUDIADO	Vertedero	DISEÑO	
<b>Espesado de fangos de la decantación acelerator</b>		<b>Medio</b>	<b>Máximo</b>
Cámara de fangos decantados	-	851,700	851,700
Reparto a espesadores (Mezcla reactivos)	855,650	855,659	855,677
Espesadores	855,500	855,510	855,520
Cámara de agua recuperada	-	854,700	854,700

- Clarificado de la decantación lamelar de la línea de fangos hasta la cámara de agua recuperada.

TRAMO ESTUDIADO	Vertedero	DISEÑO	
<b>Decantación lamelar hasta cámara de agua recuperada</b>		<b>C. Medio Actual</b>	<b>C. Nominal</b>
Decantación lamelar	854,750	854,767	854,772
Canal de salida de la decantación lamelar	-	854,701	854,718
Cámara de agua recuperada	-	854,700	854,700

- Conexión entre el depósito de homogeneización y los nuevos espesadores para ser usados como volumen adicional de homogeneización: el tiempo necesario para evacuar el volumen correspondiente a un lavado es de 27,31 minutos.

En el Anejo nº 6.- Cálculos hidráulicos se detalla y se justifica el diseño hidráulico de la ETAP.

## 14 CÁLCULOS ESTRUCTURALES

En el Anejo nº 7.- Cálculos estructurales se justifica el diseño estructural de las nuevas actuaciones de mejora planteadas en el proyecto y se exponen de manera justificada los cálculos de todos los elementos estructurales analizados, obteniendo dimensiones y armados que cumplan los preceptivos Estados Límite definidos en la normativa vigente.

En el documento nº 2.- Planos se representa los espesores y armados considerados, así como las características de las estructuras metálicas previstas.

## 15 SEGURIDAD Y SALUD

El presente Proyecto incluye en el Anejo nº 12, un estudio de seguridad y salud atendiendo a la necesidad de una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo para los trabajadores tal y como dicta la Ley 31/1995 y el RD 1627/1997 de 24 de octubre (y sus posteriores modificaciones).

En este estudio, se establecen las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidente y enfermedades profesionales, y a las instalaciones de higiene y bienestar, durante la construcción de las obras de referencia.

De acuerdo con el citado Real Decreto, los riesgos se agrupan en: evitables mediante medidas de carácter preventivas y, no evitables. Para la eliminación o disminución de los daños



derivados de los riesgos no evitables se dispondrán en primer lugar medidas protectoras de tipo colectivo y, además, en aquellos casos en los que las protecciones colectivas no puedan garantizar la integridad de los trabajadores, se utilizarán Equipos de protección individual.

Se han considerado en este estudio los siguientes elementos:

- Medidas preventivas a introducir en la organización de los tajos y en los procedimientos constructivos para la eliminación de los riesgos evitables.
- Protecciones colectivas e individuales para los riesgos no evitables.
- Condiciones a cumplir por las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Instrucciones para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria empleados en la obra.
- Dar indicaciones sobre aplicación de primeros auxilios y evacuación de heridos.
- Requerimientos de personal de seguridad en la obra.

Esto no quiere decir que puedan surgir otros riesgos, que deberán ser estudiados de la forma más profunda por el Servicio de Prevención de la empresa Contratista de las obras, que deberán recogerse en el preceptivo Plan de Seguridad y Salud.

En definitiva, se pretende cumplir con la legislación vigente y eliminar de la obra la siniestralidad laboral y la enfermedad profesional, elevando así el nivel de las condiciones de trabajo de esta construcción.

Este documento, cuenta con una Memoria descriptiva, unos Planos, un Pliego de Condiciones y un Presupuesto.

## 16 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO, ANALISIS DE LAS INTERFERENCIAS A LA EXPLOTACIÓN Y PLAN DE OBRA

En el *Anejo nº 14.-Plan de obra y descripción del proceso constructivo*, se describe y se justifica la secuencia de trabajos y su duración, que permita asegurar la continuidad del servicio de la ETAP mientras se efectúa la ejecución de las nuevas obras e instalaciones.

El Contratista de las obras tendrá que tener en cuenta, tal y como se prevé en este proyecto, que la ETAP tendrá que seguir funcionando con normalidad durante la ejecución de las obras con una capacidad máxima de 3 m<sup>3</sup>/s y deberá asumir como condicionante básico de los trabajos, realizar todas las obras de conexiones, tanto temporales como definitivas, con las instalaciones existentes con el fin de garantizar la continuidad del proceso de tratamiento de la ETAP con la calidad exigida.

Se han considerado cinco fases de ejecución de las obras:

- o Fase 0.- Actividades previas, primera instalación e inicio de la ingeniería de ejecución con una duración de tres (3) mes.
- o Fase 1.- Remodelación del conjunto de batería de filtros 2, decantadores 4 al 6 y nuevo edificio de reactivos, centrada fundamentalmente en la ejecución de las obras civiles de estos elementos y con una duración de cinco (5) meses.
- o Fase 2.- Terminación de las actuaciones anteriores, fundamentalmente equipos mecánicos, electricidad y control de los elementos anteriores con una duración de cinco (5) meses.
- o Fase 3.- Remodelación del conjunto de batería de filtros 1, decantadores 1 al 3 y zona de fangos y en el edificio actual de reactivos, centrada fundamentalmente en la ejecución de las obras civiles de estos elementos. Se prevé una duración de otros cinco (5) meses para esta actuación
- o Fase 4.- Terminación de las actuaciones previstas en la batería 1, decantadores 1 al 3 y zona de fangos fundamentalmente equipos mecánicos, electricidad y control, remates y pruebas globales de funcionamiento.

Se ha previsto un plazo de ejecución de las obras descritas en el presente proyecto de veinte y cuatro (24) meses.

En el Anejo nº 24.- Estudio de interferencias, se describen y se justifican las interferencias que pueden impedir la continuidad del servicio de la planta son:

- o Actuaciones eléctricas.
- o Remodelación del bombeo de agua de lavado.
- o Renovación de las instalaciones de amoniaco y de otros reactivos.
- o Remodelación de la línea de fangos.

En el citado anejo se proponen las soluciones para mantener la continuidad del servicio de la ETAP.

## 17 AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS NECESARIAS Y CERTIFICACIONES

En el *Anejo nº 16.- Autorizaciones administrativas* se incluyen las autorizaciones y certificados necesarios para el adecuado inicio y finalización de las obras, sin perjuicio de aquellos otros que por las características particulares de la instalación sean preceptivos.

En concreto, se trata de los siguientes:

- o Certificado de obra completa.
- o Certificado de viabilidad geométrica.
- o Declaración de conformidad con la ordenación urbanística.

## 18 RELACIONES DEL CONTRATISTA CON LA DIRECCIÓN DE OBRA

En el *Anejo nº 17.- Relaciones del contratista con la Dirección de las Obras* de este proyecto se fijan las normas de envío y aprobación de planos y documentación entre Canal de Isabel II S.A. y la empresa que resulte adjudicataria de las obras e instalaciones descritas en este proyecto.

La aprobación por parte de la Dirección de las Obras, de planos y documentación, sólo tiene validez a efectos de autorización de inicio de tajos o actividades en obra, y no exime al Contratista de su responsabilidad, a todos los efectos, en relación con la concepción, diseño, dimensionamiento, cálculo, calidad de materiales, procedimiento constructivo, entre otros aspectos, de dichas obras.

## 19 PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES

Una vez finalicen las actuaciones de procesos completos, se hayan realizado las pertinentes pruebas de estanqueidad y limpieza de todos los depósitos, así como los ajustes previos a la puesta en servicio y las pruebas en campo de equipos electromecánicos se procederá a la fase de puesta en marcha de todos los elementos de procesos completos.

La fase de puesta en marcha tiene como objeto comprobar que todas las instalaciones construidas funcionan de forma continuada con los rendimientos y consumos previstos para los que han sido diseñados en el proyecto constructivo y de conformidad con las Especificaciones Técnicas de los equipos instalados, optimizando consumos de reactivos y de energía y minimizando el volumen de subproductos.

Canal de Isabel II, efectuará recepciones parciales de cada proceso de tratamiento completo. Una vez se finalicen las actuaciones acometidas en los mismos y superados los periodos de puesta en marcha, se encargará de explotar las instalaciones existentes, y las nuevas tras la recepción de las mismas.

El Contratista deberá incluir en sus costes los de la puesta en marcha de los equipos, por fabricante y/o servicio técnico, en su oferta económica para los equipos estratégicos. Para el resto de equipos podrá incluir en el presupuesto el asesoramiento de puesta en marcha por parte del fabricante y/o servicio técnico (en ambos casos, con la previa aprobación por Canal de Isabel II de dicho servicio técnico).

El Contratista será responsable del mantenimiento del equipo electromecánico durante la fase de puesta en marcha.

En caso de que el presupuesto no esté desglosado se considerará que tanto el mantenimiento, el asesoramiento y la puesta en marcha del equipo están incluidas dentro de los precios unitarios del Cuadro de Precios del proyecto constructivo.

### 19.1 Suministros

Ningún suministro de materiales o equipos podrá ser instalado en obra sin la aceptación previa de Canal de Isabel II.

En particular, el Contratista deberá recabar la aceptación por escrito del Director de las Obras, previamente a la orden del pedido del suministro, de las tuberías y todos los materiales.

La aceptación previa por parte del Canal de Isabel II no exime al Contratista de sus responsabilidades por falta de calidad, vicios ocultos o defectos de instalación que pudieran apreciarse hasta la recepción.

## **19.2 Control de calidad**

En el *Anejo nº 18.- Control de Calidad de las Obras* se indican los requisitos mínimos exigidos por las normas de calidad de Canal de Isabel II aplicable a cada uno de materiales, equipos y componentes de que se compone la instalación a ejecutar. El Contratista elaborará un Plan de Calidad de acuerdo con las normas indicadas en dicho anejo.

Las empresas que realicen dichas pruebas y certifiquen la calidad deberán contar con la aceptación previa de Canal de Isabel II.

Canal de Isabel II se reserva el derecho de realizar por su cuenta las pruebas adicionales que considere oportunas para la aceptación o rechazo de los suministros e instalaciones efectuados.

El Programa de Puntos de Inspección incluido en el *Anejo nº 18.- Control de Calidad de las Obras*, tiene carácter orientativo y deberá ser propuesto por el Contratista para su aprobación por la Dirección de Obra.

## **19.3 Puesta en marcha y ajuste de equipos procesos y secuencias de control**

Se realizará, de acuerdo al contenido del PPM aprobado, la puesta en marcha de todos los equipos (mecánicos, eléctricos, instrumentación, etc.) así como su ajuste, además de la automatización y control del software y hardware de PLC's y SCADA de la ETAP.

Para el ajuste de la automatización se precisará, al menos, durante el tiempo que dure esa actividad de la presencia en planta de un responsable de programación de la empresa contratada para esa tarea. Las líneas de programación deberán estar comentadas para facilitar la comprensión de su contenido.

## **19.4 Formación y apoyo técnico**

El adjudicatario asumirá la formación necesaria del personal designado por Canal de Isabel II. Realizará un apoyo técnico y seguimiento de la instalación durante un año desde la puesta en marcha de las nuevas instalaciones, sin coste adicional para Canal de Isabel II.

## **19.5 Ocupación de los terrenos**

El contratista no ocupará más terreno que el necesario para la ejecución de la obra, debidamente acotado y cerrado desde el inicio de los trabajos.

En ningún caso el Contratista impedirá el paso a la obra al personal de Canal de Isabel II o de empresas contratadas como Asistencia Técnica para la Dirección de las obras.

Tampoco impedirá la realización simultánea de otros trabajos que Canal de Isabel II estime necesario llevar a cabo, bien por sí mismo o por medio de otros Contratistas, salvo incompatibilidad física que razonadamente pudiera producirse, en cuyo caso la Dirección de la Obra dictaminará el procedimiento de operación que resuelva dicha incompatibilidad.

El Contratista cuidará de respetar y proteger caminos, tuberías edificaciones, vegetación, sembrados y otros bienes, durante la ejecución de las obras. Asimismo, a la terminación de las obras, sacará del terreno todos los detritus, escombros y material de desecho, dejando el lugar ocupado en su estado primitivo.

#### **19.6 Proyectos de finalización y legalización de la actividad y de las instalaciones de la ETAP**

El Contratista por su cuenta y a su costa obtendrá todos los permisos y licencias que la Ley exige para la realización de las obras, excepto los permisos de ocupación del terreno, que serán remitidos por el Canal de Isabel II.

Cumplirá todas las leyes, ordenanzas y reglamentos existentes que afecten a su trabajo, tanto nacionales como de la Comunidad de Madrid o disposiciones municipales que pudieran ser de aplicación.

El Contratista será responsable de realizar todos los proyectos de legalización de las instalaciones, de su tramitación ante la Autoridad Competente, de su legalización y de la obtención de la autorización de puesta en marcha de éstas. Asimismo, el Contratista abonará todas las tasas e impuestos correspondientes.

Deberá realizar también el Proyecto de Ejecución (As Built) de maquinaria e instalaciones auxiliares donde se recojan entre otros las fichas técnicas de todos los equipos instalados, con su certificado CE, presupuesto y potencia.

Se deberán realizar todas las tramitaciones necesarias, ante la Consejería de Industria y organismos competentes, según la legislación vigente, aportando la documentación necesaria para la legalización de las instalaciones modificadas.

Toda la maquinaria dispondrá de su certificado de origen y sus correspondientes certificados de garantía (en idioma español), debiéndose cumplir el Real Decreto 1215/1997 sobre la disposición de seguridad y utilización de los equipos de trabajo.

#### **19.7 Proyecto final y manual de operación y mantenimiento**

Una vez finalizadas las nuevas instalaciones se incorporarán al Proyecto de Ejecución e Instalación ofertado, todos los cambios y modificaciones aprobadas durante la realización de los trabajos.

Finalmente se entregará a los servicios técnicos de Canal de Isabel II un Manual de Operación y Mantenimiento de las distintas instalaciones modificadas o ejecutadas a cargo del proyecto, según se recoge en el *Anejo nº 26.- Normativa de redacción del manual de Operación y Mantenimiento*.

### **20 LEGALIZACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES**

El Contratista de las obras deberá asumir, con el apoyo de la Dirección de las Obras y de su Asistencia Técnica, todos los trabajos necesarios para la legalización completa de las nuevas instalaciones de acuerdo a los requerimientos mencionados u otros que indiquen otros

Organismos competente. Además, el Contratista deberá asumir el coste económico correspondiente.

En el proyecto se han previsto los siguientes trámites, que deberán complementarse o actualizarse, para completar la legalización de las nuevas instalaciones:

- Tramitación completa para la inscripción en el Registro Integrado Industrial, incluso proyecto técnico visado por el Colegio Oficial correspondiente, Certificados de OCA y abono de tasas oficiales.
- Legalización de la instalaciones de Baja Tensión, incluso proyecto técnico visado por el Colegio Oficial correspondiente, Certificado de Dirección de Obra Eléctrica, Certificado de Instalación Eléctrica en Baja Tensión (antiguo Dictamen o Boletín eléctrico), Certificado de Inspección por Organismo de Control, Declaraciones responsables según modelos DGIEM y abono de tasas.
- Relación de maquinaria, equipos e instalaciones, con la Emisión de certificado de los equipos de trabajo de adecuación al RD 1215/1997, y posterior modificación según RD 2177/2004, por Entidad de Inspección acreditada por ENAC.
- Legalización de la instalación de equipos a presión instalados (calderines, aire comprimido, ...).
- Legalización de la instalación contra incendios.
- Elaboración de Documento de Protección Contra Explosiones (DPCE) que incluya la evaluación y clasificación de las zonas con riesgo ATEX.
- Legalización del almacenamiento y dosificación de productos químicos (APQ) de las nuevas instalaciones, de las instalaciones renovadas y de las instalaciones provisionales necesarias.
- Obtención del libro del edificio.

## **21 GESTIÓN DE RESIDUOS**

A partir de la entrada en vigor del Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, se hace necesaria la inclusión de un estudio de la gestión de los residuos de construcción y demolición en este tipo de obras, con un contenido mínimo, que es el siguiente:

- o Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.
- o Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- o Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.

- o Las medidas para la separación de los residuos en obra.
- o Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- o Las indicaciones descritas en el Pliego de Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación, y otras.
- o Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.

La retirada de las tuberías de fibrocemento se realizará siguiendo las disposiciones del RD 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgos de exposición al amianto.

Tanto la estimación del volumen de producción de residuos, como el **coste previsto** para su gestión se encuentran reflejados en el *Anejo nº 15.- Plan de gestión de residuos* de este proyecto.

## 22 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE CANAL DE ISABEL II.

En el *Anejo nº 19.- Medidas de prevención y seguridad en las estaciones de tratamiento de agua potable*, se establecen las pautas generales de identificación de los principales riesgos que pueden darse en las diversas instalaciones de Canal de Isabel II, así como las medidas de prevención y seguridad frente a los mismos, incluyendo:

- o Todas las medidas generales que deben cumplirse y tenerse en cuenta para la explotación de las instalaciones encomendadas a Canal de Isabel II.
- o El estudio de las medidas de prevención y medidas de seguridad concretas para la explotación de cada instalación.

Durante la ejecución del Proyecto se han identificado los diferentes riesgos según lo expuesto en este anejo, para el cada caso particular de la instalación diseñada, condicionando su diseño final tal y como se puede comprobar en los distintos documentos del presente proyecto.

No obstante, el Contratista que ejecute las obras del proyecto de construcción se ajustará a todas las indicaciones de este anejo. Antes del inicio de las obras, realizará un informe de las medidas de prevención y seguridad que entregará a la Dirección de Obra.

## 23 SEÑALIZACIÓN CORPORATIVA

En el *Anejo nº 20.- Señalización corporativa*, se incluye la señalética a disponer en instalaciones proyectadas por Canal de Isabel II a fecha de redacción de proyecto, incluyéndose las correspondientes partidas económicas en presupuestos.



En dicho documento se recogen las normas básicas de configuración gráfica y cromática de los elementos de identidad visual del Canal de Isabel II (símbolo, logotipo, marca, colores y tipografía). En el anejo se describe la señalización a colocar en las instalaciones del Canal de Isabel II tanto la ubicada en el exterior de la instalación como en el interior de la misma ya sea de señalización de áreas, procesos, edificios y paneles direccionales o rótulos y pictogramas para señalización de dependencias en el interior de edificios o de seguridad.

En fase de construcción será de aplicación la señalización corporativa vigente en el momento de ejecución de las obras, en el caso de que esta cambie. Por tanto, el Contratista deberá realizar una propuesta a la Dirección de las Obras de acuerdo a las normas mencionadas, abonándose de acuerdo a los precios unitarios de cuadro de Precios de Canal de Isabel II en vigor.

## 24 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En el anejo nº 25 *Protección contra incendios*, vienen recogidas todas las medidas necesarias para actualizar todos los edificios e instalaciones de la ETAP de Torrelaguna a la normativa vigente en materia de protección contra incendios. Igualmente viene recogido en la partida presupuestaria correspondiente.

## 25 REVISIÓN DE PRECIOS

El Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la futura Licitación definirá la aplicación de la Revisión de Precios, y en su caso, la fórmula de aplicación de acuerdo a la normativa vigente en el momento efectuar la licitación de las obras.

## 26 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De acuerdo con los artículos 25 y 26 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas y el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General, para la ejecución de las obras e instalaciones incluidas en el presente proyecto se requiere la siguiente clasificación:

- GRUPO: K – Obras especiales
- SUBGRUPO: 8 – Estaciones de tratamiento de agua
- CATEGORIA: 4

No obstante, será el futuro Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la Licitación el que establezca definitivamente la clasificación necesaria.

## 27 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Aplicando a las mediciones realizadas los precios reflejados en el Cuadro de Precios nº 1 se obtiene el presupuesto de ejecución material al que aplicando los gastos generales (13 %) y el

beneficio industrial (6 %) arroja un presupuesto base de licitación (IVA no incluido) que a continuación se expresan:

1	OBRA CIVIL	2.387.687,70 €
2	EQUIPOS MECÁNICOS	6.456.483,86 €
3	EQUIPOS ELÉCTRICOS, CONTROL Y AUTOMATISMOS	2.185.916,15 €
4	ACTUACIÓN 5.- CAMBIO DEL SISTEMA DE CONTROL	736.737,11 €
5	MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS AMBIENTALES Y PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	29.428,40 €
6	INSTALACIONES PROVISIONALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	439.472,31 €
7	PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS	235.623,10 €
8	SEÑALIZACIÓN CORPORATIVA	4.956,94 €
9	SEGURIDAD Y SALUD	136.352,60 €
10	PUESTA EN MARCHA	20.250,00 €
11	VARIOS	541.353,36 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>13.174.261,53 €</b>

Asciende el importe total del presente presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de: **TRECE MILLONES CIENTO SETENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS (13.174.261,53.- €).**

<b>PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>13.174.261,53 €</b>
13 % de Gastos Generales	1.712.654,00 €
6 % de Beneficio Industrial	790.455,69 €
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA</b>	<b>15.677.371,22 €</b>

Asciende el Presupuesto Base Estimado de Licitación sin IVA a la expresada cantidad de: **QUINCE MILLONES SEISCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS (15.677.371,22.-€).**

## 28 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

### Documento nº 1.- Memoria y Anejos

#### Memoria

#### Anejos

- *Anejo nº 1.- Características Principales del Proyecto*
- *Anejo nº 2.- Estudio de alternativas y justificación de la solución adoptada*
- *Anejo nº 3.- Cartografía y topografía*
- *Anejo nº 4.- Geología y Geotecnia*
- *Anejo nº 5.- Cálculos de Proceso*
- *Anejo nº 6.- Cálculos Hidráulicos*
- *Anejo nº 7.- Cálculos Estructurales*
- *Anejo nº 8.- Cálculos Mecánicos*
- *Anejo nº 9.- Cálculos Eléctricos*
- *Anejo nº 10.- Instrumentación y Control*
- *Anejo nº 11.- Adecuación a la Normativa APQ*
- *Anejo nº 12.- Estudio de Seguridad y Salud*
- *Anejo nº 13.- Tramitación Ambiental*
- *Anejo nº 14.- Plan de Obra y Descripción del proceso constructivo*
- *Anejo nº 15.- Plan de Gestión de Residuos*
- *Anejo nº 16.- Autorizaciones Administrativas Necesarias*
- *Anejo nº 17.- Relaciones del Contratista con la Dirección de Obra*
- *Anejo nº 18.- Control de Calidad*
- *Anejo nº 19.- Medidas de prevención y seguridad en la Estación de Tratamiento de agua potable (ETAP)*
- *Anejo nº 20.- Señalización Corporativa para instalaciones de Canal de Isabel II*
- *Anejo nº 21.- Reportaje fotográfico*
- *Anejo nº 22.- Justificación de Precios*
- *Anejo nº 23.- Documentación a entregar por el contratista*

- *Anejo nº 24.- Estudio de interferencias*
- *Anejo nº 25.- Protección contra incendios*
- *Anejo nº 26.- Normativa de redacción del manual de operación y mantenimiento*

## **Documento nº 2.- Planos**

## **Documento nº 3.- Pliego de Prescripciones Técnicas**

- A) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales
- B) Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares
- C) Especificaciones Técnicas

## **Documento nº 4.- Presupuestos**

- Mediciones auxiliares
- Mediciones
- Cuadro de precios nº 1
- Cuadro de precios nº 2
- Presupuestos parciales
- Presupuestos generales

## **29 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA**

Los trabajos comprendidos en el presente proyecto constituyen una obra completa según lo previsto en los artículos 125 y 127.2 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas y por tanto susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que posteriormente puedan ser objeto.

## 30 CONCLUSIÓN

El contenido del presente proyecto se ajusta al contenido del Real Decreto-ley 9/2017, de 26 de mayo, por el que se transponen directivas de la Unión Europea en los ámbitos financiero, mercantil y sanitario, y sobre el desplazamiento de trabajadores. Asimismo, el proyecto cumple los requisitos exigidos en el artículo 233 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, por la que se traspone al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

Madrid, Agosto de 2020



Emilio Villar González

Ingeniero Autor del Proyecto

Nolter Ingeniería y Medio Ambiente S.L.P.



Jose Luis Vicente Arcones

Director del Proyecto



María Valverde Agüí López

VºBº Subdirectora de Proyectos

## ANEJOS

## ANEJO Nº 1.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO



## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
1.1	Antecedentes.....	3
1.2	Objetivos.....	3
<b>2</b>	<b>AMBITO GEOGRÁFICO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ACTUALES .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....</b>	<b>5</b>
4.1	Actuación nº 1.- Adaptaciones de las instalaciones a la normativa APQ y otras mejoras en la dosificación de reactivos.....	6
4.2	Actuación nº 2.- Mejoras en línea de agua de la ETAP.....	6
4.3	Actuación nº 3.- Reforma de la línea de fangos. ....	7
4.4	Actuación nº 4.- Nueva instalación eléctrica en la línea de agua de la ETAP.....	8
4.5	Actuación nº 5.- Renovación del sistema de control de la línea de agua e implementación de la planta de fango.....	10
<b>5</b>	<b>REVISIÓN DE PRECIOS .....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>PLAZO DE EJECUCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>UNIDADES PRINCIPALES DEL PROYECTO .....</b>	<b>10</b>
<b>9</b>	<b>RESUMEN DE PRESUPUESTO .....</b>	<b>31</b>
<b>10</b>	<b>PLANOS PRINCIPALES .....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

### 1.1 Antecedentes

La estación de tratamiento de aguas de Torrelaguna empezó a construirse en el año 1966, efectuándose su puesta en servicio en 1968. La función de esta estación es el tratamiento de las aguas procedentes de los Canales del Jarama y del Villar, que han de ser conducidas a Madrid por los canales del Atazar o Alto, según se desee, además de alimentar, a través del depósito de cabecera de la ETAP a los ramales Norte, Este y Oeste, este último mediante un bombeo.



La ETAP actual es el resultado de las actuaciones que se han ido acometiendo desde el año 1966.

Desde 2015, la ETAP ha sido sometida a diversas pruebas de funcionamiento a máxima capacidad que junto con la experiencia del día a día de su explotación han mostrado la necesidad de acometer una serie de reformas y mejoras para resolver diferentes problemáticas.

### 1.2 Objetivos

El objetivo del proyecto es la definición técnica y económica de las obras e instalaciones que permitan resolver las problemáticas actuales que presenta la ETAP, tanto en la línea de fango como en la línea de agua.

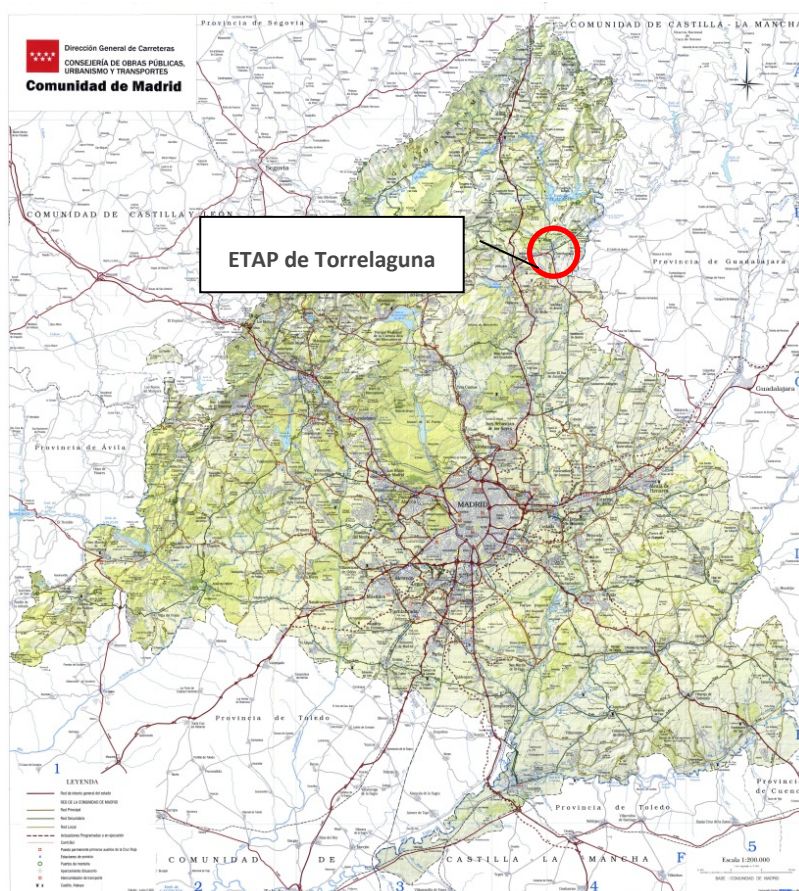
El desgaste de las instalaciones, junto con la evolución de la reglamentación relacionada con el almacenamiento y clasificación de productos químicos, así como algunas incidencias detectadas en explotación, justifican la necesidad de acometer las siguientes actuaciones de mejora:

- o Actuación nº 1.- Adaptaciones de las instalaciones de reactivos a la normativa APQ y otras mejoras en la dosificación de reactivos.
- o Actuación nº 2.- Mejoras en línea de agua de la ETAT, tanto en la filtración como en los decantadores actuales.
- o Actuación nº 3.- Reforma de la línea de fangos para mejorar su explotación y dar al proceso una mayor versatilidad en su funcionamiento.
- o Actuación nº 4.- Nueva instalación eléctrica en la línea de agua de la ETAP, que se renueva en su mayor parte debido a su antigüedad y por la incorporación de nuevos motores.
- o Actuación nº 5.- Renovación completa del sistema de control de la línea de agua, y ampliación e integración del sistema existente de control de la línea de fangos.

## 2 AMBITO GEOGRÁFICO

El término municipal de Torrelaguna se encuentra en el Valle medio del Jarama, al noreste de la provincia de Madrid, lindando con la provincia de Guadalajara.

Al noroeste del núcleo urbano y a una distancia de 2.200 m, se sitúa la ETAP de Torrelaguna, entre la carretera autonómica M-131 y la nacional N-320.



La ETAP ocupa la parcela 54 del Polígono 2, con referencia catastral: 28151A002000540000BD.

Las obras y nuevas instalaciones que se definen en este proyecto se ubicarán en el interior de dicha parcela, sin ocupar temporal o definitivamente ninguna parcela adicional.

### 3 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ACTUALES

La capacidad nominal de diseño de la planta es de 6 m<sup>3</sup>/s y dispone de los siguientes procesos unitarios:

1. Canal de toma o entrada y medida de caudal de agua bruta.
2. Adición de reactivos. La planta dispone de instalaciones de almacenamiento y dosificación de hidróxido cálcico, policloruro de aluminio, almidón, permanganato potásico, cloro y amoníaco, y clorito sódico para generación de dióxido de cloro.
3. Floculación y decantación. La instalación de floculación-decantación consta de 6 decantadores Accelator tipo "IS" de 46 m de diámetro en superficie del agua y 6 m de profundidad. El caudal nominal de funcionamiento por Accelator es de 1 m<sup>3</sup>/s, con una velocidad ascensional de 2,33 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h.
4. Filtración rápida. Está formada por 24 filtros de 116 m<sup>2</sup> de superficie filtrante y nivel constante, agrupados en dos baterías de 12 Uds. con 80 cm de lecho de arena silíceo de una talla efectiva media de 0,7 mm y un coeficiente de uniformidad de 1,6 aproximadamente. La velocidad normal de filtración con un filtro lavando es de 8,1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·h.
5. En la planta inferior del edificio de control se halla la sala de máquinas, donde se ubican dos ventiladores para el aire de lavado de los filtros de capacidad unitaria 6480 Nm<sup>3</sup>/h y tres bombas para agua de lavado de caudal unitario 1.100 m<sup>3</sup>/h. En una edificación anexa están instaladas dos soplantes de émbolos rotativos de la misma capacidad.
6. Restitución del agua a los Canales Alto o del Atazar y medida del agua tratada. En otras dos arquetas situadas sobre las tuberías de restitución de agua tratada al Canal Alto y al Canal del Atazar, están situados dos medidores de caudal de tipo Venturi, similar al de agua de entrada.
7. Tratamiento de fangos. La ETAP dispone de los siguientes procesos parciales en la línea de fangos: dos balsas de homogeneización, dos decantadores lamelares, dos espesadores por flotación y tres centrífugas.

### 4 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las actuaciones realizadas vienen motivadas por las conclusiones de los estudios previos realizados desde el año 2016 para:

- o Reformar las instalaciones de reactivos de acuerdo a los requerimientos del 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,



- o Mejorar los procesos de la línea de agua y de la línea de fangos tras las pruebas de capacidad realizadas durante el segundo trimestre de 2016 y el año 2017.

El presente proyecto contempla las siguientes actuaciones, que de forma general se resumen en los siguientes apartados:

#### **4.1 Actuación nº 1.- Adaptaciones de las instalaciones a la normativa APQ y otras mejoras en la dosificación de reactivos.**

Se construirá un nuevo edificio complementario al actual donde se alojarán los nuevos almacenamientos y dosificaciones de cloro y policloruro de aluminio y/o sulfato de alúmina. Se alojará también en dicha edificación la generación y cabinas de dosificación de dióxido de cloro además del sistema de neutralización.

En el edificio actual permanecerá el sistema de almacenamiento y dosificación de cal que no sufrirán ninguna modificación a excepción de su alimentación eléctrica y de control. También permanecerán los sistemas correspondientes a permanganato potásico, almidón, carbón activo y clorito sódico, en los cuales se realizarán diversas actuaciones para mejorar su explotación o adaptarlas a requerimientos de normativas técnicas específicas.

La instalación de amoniaco gas se renovará por completo con nuevas instalaciones más efectivas y seguras y se ubicará en el edificio actual de reactivos adaptándose la sala actual con una nueva disposición.

Se renovará el sistema de mezcla CAL-CLORO-AMONIACO.

#### **4.2 Actuación nº 2.- Mejoras en línea de agua de la ETAP**

Esta actuación define las siguientes obras e instalaciones:

- En los decantadores acelerador, se inspeccionarán los paramentos y soleras para determinar zonas degradadas o con fisuras y se tratarán convenientemente para su impermeabilización.

Se cerrarán las arquetas de purga mediante una pequeña edificación con estructura de acero soportando interiormente una viga carril para polipasto manual, y exteriormente los cerramientos y una cubierta, ambas desmontables, de chapa de aluminio. Se instalará una puerta de acceso.

Se proyecta un vallado exterior con zonas de entrada y salida para acceso de los operarios.

Las estructuras metálicas de los decantadores acelerador, tales como turbinas, puentes y mecanismos de arrastre serán decapadas, limpiadas y pintadas. Asimismo, se rehabilitarán las bandas de rodadura de los decantadores.

- La filtración se renovará en su mayor parte, reparándose e impermeabilizando los paramentos fisurados, demoliendo, el falso fondo y parte del muro del frente de válvulas para acometer:
  - Retirada de la arena en los filtros actuales, transporte y gestión correspondiente. Se suministrará y se extenderá dos nuevos tipos de medios filtrantes.
  - Instalación de dos tipos de falsos fondo con módulos prefabricados en la solera de filtros, así como adaptación de las conducciones de aire al nuevo diseño.
  - Nuevas compuertas de entrada a filtración.
  - Desmontaje de todo el equipamiento (conducciones, piezas especiales, válvulas, etc.) en el frente de filtros actual incluyendo su retirada y gestión de residuos correspondiente. La impulsión actual de agua para el lavado de los filtros es de fibrocemento, y por tanto, su desmontaje, retirada y gestión posterior se efectuará estrictamente de acuerdo a las normas de seguridad, prevención y ambientales que son de aplicación.
  - Instalación de nuevos pasamuros en frente de filtros y sustitución de todas las conducciones, piezas especiales y valvulería, acometiendo en las conducciones existentes en el inicio de las galerías.
- Se incorpora nuevos sistemas de ventilación de la galería.
- En la sala de agua filtrada, se sustituirán las bombas de lavado, su colector de aspiración incluyéndose una nueva válvula de aislamiento y un nuevo equipo de presión para suministrar agua de arrastre para servicios y reactivos.
- Se desmontarán las soplantes centrífugas para aire de lavado, dejando en servicio las dos soplantes rotativas existentes.

#### 4.3 Actuación nº 3.- Reforma de la línea de fangos.

Las actuaciones en esta parte de la ETAP tienen como finalidad mejorar la explotación de la línea de fangos y dar al proceso una mayor versatilidad en su funcionamiento. Para ello, se efectuarán las siguientes obras e instalaciones:

- Se recrecerán las arquetas de agua de lavado procedentes de los filtros.
- Se construirá dos depósitos cilíndricos de Ø10 y 4,9 m de calado perimetral que podrá ejercer las funciones de almacenamiento adicional de aguas de lavado de filtros o espesado por gravedad de los fangos procedentes de los decantadores acelerador de la línea de agua o de los lamelares de la línea de fangos.

Las purgas de estos nuevos elementos se llevarán al depósito actual de desgasificación, y sus clarificados a la arqueta de bombeo de agua recuperada.

- Se instalará un nuevo bombeo a decantadores lamelares desde el depósito de homogeneización mediante equipos volumétricos. Estos equipos se situarán en una nueva edificación anexa al edificio actual de fangos y al depósito de homogeneización.
- Se efectuarán mejoras para permitir un reparto y tranquilización del agua en la entrada de los decantadores lamelares, sustituyéndose además las tuberías perforadas actuales de extracción del clarificado por canales con vertederos triangulares.
- La arqueta actual de fangos decantados se acondicionará para recibir directamente los fangos procedentes de los decantadores acelerador. Del mismo modo, el bombeo a flotadores se remodelará para impulsar los fangos hasta los nuevos espesadores.
- Se modificará las arquetas actuales de desvío y alivio de emergencia del agua de lavado de los filtros hasta el bombeo de escorrentías para evitar su desbordamiento frecuente tal y como se observa en la explotación de la ETAP.
- Se desmantelarán los dos silos de PRFV de 40 m<sup>3</sup> de almacenamiento de purga de fango previo a deshidratación.
- Se sustituirá el colector de impulsión del bombeo de reboses.

#### 4.4 Actuación nº 4.- Nueva instalación eléctrica en la línea de agua de la ETAP

El proyecto incluye las siguientes obras e instalaciones en relación a este apartado:

- Se ejecutará una variante de línea aérea a subterránea de la línea propiedad de IBERDROLA "LA CABRERA". Esto se debe a que la línea en su trazado actual sobrevuela la parte de la parcela donde se van a ubicar los espesadores de fangos. La variante implica el suministro y colocación de dos nuevos apoyos metálicos de celosía con los equipos de conversión a subterráneo (terminales, seccionadores y autoválvulas) y 250m de línea subterránea bajo tubo con calas de tubo y conductor HEPRZ1 Al 12/20kV 3x1x240mm<sup>2</sup>.
- No se realiza ningún cambio en las instalaciones de Media Tensión. Tan solo se va proceder a realizar el suministro y conexionado de un nuevo cuadro de alarmas de media y baja tensión según ET- 3223 y en caso necesario se procederá a sustituir los transformadores de medida de intensidad o modificar los cableados asociados al mismo. Dicho transformadores están alojados dentro de la celda de medida de media tensión existente.
- Cuadro general de protección de los secundarios de los transformadores: Será nuevo y alojará tres interruptores de baja tensión 4px1600A 50kA. Se instalará en el propio centro de transformación próximo a la entrada peatonal al mismo.
- Cuadro general de distribución de baja tensión: También será nuevo. Desde él se alimentarán los CCMs así como el CGBT actual, la nueva batería variable 300kVar, el poblado (conjunto de edificaciones existentes en la ETAP), cuadro de alumbrado existente y una salida previsión para el futuro cuadro de alumbrado exterior. Se instalará dentro del edificio que alberga actualmente el cuadro general de baja tensión existente. Este edificio tiene actualmente dos salas:



- o Una en la que está un grupo electrógeno ROLLS ROYCE fuera de servicio y el actual cuadro de protección de la baja tensión de los transformadores.
- o Otra sala que alberga el Cuadro General de Baja Tensión y el CCM Centro de distribución.
- o El edificio será remodelado. Se retirará el grupo electrógeno ROLLS ROYCE y el cuadro de interruptores de protección de los secundarios y se ubicará en esta sala el nuevo cuadro general de baja tensión, CGBT , y el nuevo CCM en centro de distribución.
- o Los CCMs de la planta se organizarán del siguiente modo:
  - CCM en centro de distribución que reunirán las cargas de los CCM actuales de compuertas y distribución.
  - CCM de edificio de reactivos actual
  - CCM en nuevo edificio de reactivos
  - CCM de decantación y filtración (ala derecha)
  - CCM de decantación y filtración (ala izquierda)
  - CCM de tratamiento de fangos (existente y que no se modifica)
  - CCM ampliación de fangos (nuevas cargas eléctricas asociadas a fangos)
- o Todos los CCMs serán nuevos a excepción del CCM de tratamiento de fangos. Tanto en los CCMs como en el CGBT se guardará siempre que se pueda unos pasillos de mantenimiento de 0,85m en su parte trasera y de 1,3m en su frontal. Los nuevos CCM se ubicarán en localizaciones próximas a los que sustituyen.
- o Actualmente hay un grupo electrógeno de 250 KVA/ 200 kW. Este grupo entra en funcionamiento de forma manual. Está ubicado en el exterior contiguo a la sala que alberga actualmente el cuadro general de distribución. Se equipará un nuevo grupo electrógeno insonorizado 657 kVA (526kW) en funcionamiento LTP, apto para instalación exterior. Incorporará sincronizador para permitir el retorno a red sin paso por cero (cuando esté en modo remoto/automático).
- o Como regla general, el cableado de mando y control será nuevo con rutados también nuevos.

Respecto a los conductores de fuerza sólo se tenderán nuevos aquellos que atienden a cargas nuevas y también los que conectan los transformadores con el nuevo cuadro de protección de secundarios de transformadores, nuevo cuadro general de distribución de baja tensión y a los centros de control de motores nuevos. Se desmontarán y se retirarán todas la canalizaciones y conductores que queden sin servicio.

#### **4.5 Actuación nº 5.- Renovación del sistema de control de la línea de agua e implementación de la planta de fango**

Las actuaciones contempladas en este apartado consisten en una completa renovación del sistema de control y automatización, que captarán las señales de campo y el estado de los motores para ejecutar las secuencias de programa que operarán de manera automática los procesos de la línea de agua. Se estudiarán todas las actuaciones necesarias en la planta de fangos para incluir dichas instalaciones en el sistema de control que se plantee para la ETAP.

Asimismo, se considera la parte proporcional de cableado como bandejas para la transmisión de señales, además de equipar la sala de control con todo el material necesario relativo a la actuación, control y visualización de todos los parámetros que se consideren necesarios para el correcto funcionamiento de la ETAP, incluyendo la programación correspondiente.

### **5 REVISIÓN DE PRECIOS**

El Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la futura Licitación definirá la aplicación de la Revisión de Precios, y en su caso, la fórmula de aplicación de acuerdo a la normativa vigente en el momento efectuar la licitación de las obras.

### **6 PLAZO DE EJECUCIÓN**

Se ha previsto un plazo de ejecución de las obras descritas en el presente proyecto de veinte y cuatro (24) meses.

### **7 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA**

De acuerdo con los artículos 25 y 26 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, para la ejecución de las obras e instalaciones incluidas en el presente proyecto se requiere la siguiente clasificación:

- GRUPO: K – Obras especiales
- SUBGRUPO: 8 – Estaciones de tratamiento de agua
- CATEGORIA: 4

No obstante, será el futuro Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la Licitación el que establezca definitivamente la clasificación necesaria.

### **8 UNIDADES PRINCIPALES DEL PROYECTO**

Se incluye a continuación un resumen de las principales unidades del presupuesto de este proyecto que suman el 70,25% del presupuesto de ejecución material.

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
31070001	m2	Falso fondo de filtración de las siguientes características: tipo: bloque para distribución de agua y aire en PEHD. Incluso elementos de fijación, placas de soporte, juntas tóricas en interconexión de bloques. Pipetas para la alimentación de aire a las filas de bloques desde tuberías de alimentación de aire exteriores y conexiones auxiliares. Piezas de conexión de hileras de falso fondo con canal de recogida de agua existente. Incluido sistema de anclaje a solera del filtro y nivelación con perfilera metálica. Incluido instalación, medios auxiliares y pruebas de funcionamiento. Según ET 2731.1.	592,00	2.323,200	1.375.334,40	10,44	1.375.334,40	10,44
31070002	m2	Falso fondo de filtración de las siguientes características: Tipo: falso fondo con retención directa del medio filtrante. Material: acero inoxidable AISI-304. Pipetas para la alimentación de aire a las filas de bloques desde tuberías de alimentación de aire exteriores y conexiones auxiliares. Piezas de conexión de hileras de falso fondo con canal de recogida de agua existente. Incluido sistema de anclaje a solera del filtro y nivelación con perfilera metálica. Incluso elementos de fijación y conexiones auxiliares. Incluido instalación, medios auxiliares y pruebas de funcionamiento. Según ET 2731.2.	1.274,79	464,640	592.318,43	4,50	1.967.652,83	14,94
U02073170	MI	Suministro e instalación de tubería de acero inoxidable AISI-316 L, conforme a norma UNE-EN 10217 y/o según normativa vigente, de diámetro nominal DN 406,4 mm y espesor mínimo de 3,6 mm, incluso p.p. de junta soldada, codos, piezas especiales y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento. Según ET 2204.	341,68	1.168,000	399.082,24	3,03	2.366.735,07	17,96

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
X1008	m2	<p>Reparación de estructura de hormigón que incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Saneado del hormigón: saneado del hormigón deteriorado, dejando la armadura interna al descubierto en todo su perímetro, picando con martillo neumático todas las zonas afectadas hasta localizar la parte sana del mismo.</li> <li>- Limpieza: limpieza de la armadura eliminando totalmente el óxido hasta un grado sa 2 1/2, según la norma sueca de calidad, por medios mecánicos.</li> <li>- Pasivado de armaduras: pasivado de las armaduras con la aplicación de dos manos de monotop-910-s o similar, pasivante en base cementosa y resinas.</li> </ul> <p>pérdida de sección: cuando se produzca por oxidación en la armadura una pérdida de su sección igual o superior al 20%, se sustituirá la misma por otra del mismo diámetro y características (mínimo acero corrugado b500s).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reposición de la geometría original: se ejecutará una correcta reposición de la geometría original de la sección de la estructura, mediante la aplicación de un mortero r-4 (monotop-412-s reforzado con fibras con una resistencia a compresión &gt;35 n/mm<sup>2</sup>) o similar de retracción compensada apto para reparaciones en elementos verticales y horizontales. el recubrimiento mínimo de las armaduras será de 2 cm, con un espesor medio de 3 cm acabado talochado a buena vista.</li> <li>- En caso de que la sección a reparar sea considerable se podrá encofrar y verter microhormigón material fluido y de alta resistencia de retracción compensada con una resistencia de 50 n/mm<sup>2</sup> a compresión. Incluso medios auxiliares para su correcta ejecución. Totalmente terminado.</li> </ul>	91,42	4.304,798	393.544,63	2,99	2.760.279,70	20,95
X1700	PA	Partida alzada a justificar para actuaciones imprevistas que resulten indispensables para la adecuada ejecución de la obra en los términos definidos en Pliego de Prescripciones Técnicas.	383.555,51	1,000	383.555,51	2,91	3.143.835,21	23,86
U02112050 M	kg	Elaboración y suministro de acero inoxidable con doble cordón de soldadura interior y exterior ejecutados mediante el procedimiento de arco sumergido de calidad AISI-316 L, conforme a norma UNE-EN 1088 y/o según normativa vigente, para calderería, pasamuros, tuberías, piezas especiales, bridas, etc, incluso p.p. de despuntes, soldaduras, tornillería y juntas EPDM, preparación, montaje y pruebas.	11,22	29.703,200	333.269,90	2,53	3.477.105,11	26,39

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
X1013	m2	Corte en húmedo de estructura de hormigón armado, con sierra con disco diamantado y carga manual sobre camión o contenedor.	502,82	544,682	273.877,00	2,08	3.750.982,11	28,47
U03024080 M	ud	Válvula de mariposa, DN 500 mm, PN 10/16, conforme a norma UNE-EN 558 y/o según normativa vigente, céntrica o excéntrica, con revestimiento epoxi o vitrocerámico, con reductor y actuador motorizado con regulación, incluso tornillería de acero inoxidable y juntas elastoméricas de estanquidad, según normas o especificaciones técnicas de Canal de Isabel II vigentes para válvula de mariposa. Instalación y pruebas. Según ET 2108R.	11.326,92	24,000	271.846,08	2,06	4.022.828,19	30,54
U10030150	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RZ1-K 0,6/1 KV de 1x240 mm2. Instalado bajo tubo o conductos. Según E.T.-3007.	49,67	5.340,000	265.237,80	2,01	4.288.065,99	32,55
U03024090	ud	Válvula de mariposa, DN 600 mm, PN 10/16, serie 13, conforme a norma UNE-EN 558 y/o según normativa vigente, céntrica o excéntrica, con unión mediante bridas, revestimiento de epoxi o vitrocerámico y reductor de accionamiento motorizada según Especificación Técnica Vigente de Canal de Isabel II de elementos de Maniobra y Control, Válvulas de Mariposa, incluso juntas elastoméricas de estanquidad, tornillería de acero inoxidable, instalación y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento. Según ET 2108.	10.478,86	25,000	261.971,50	1,99	4.550.037,49	34,54
U02073320	m	Suministro e instalación de tubería de acero inoxidable AISI-316 L, conforme a UNE-EN 10217 y/o según normativa vigente, de diámetro nominal DN 609,6 mm y espesor mínimo de 5,0 mm, incluso p.p. de junta soldada, codos, piezas especiales y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento. Según ET 2204.	710,52	308,400	219.124,37	1,66	4.769.161,86	36,20

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
83200505	Ud	<p>Centro de control de motores denominado CCM BATERIA FILTROS ALA DERECHA 400Vac 50kA IP54 ejecución extraíble en compartimentación 4b y las siguientes salidas según esquema unifilar correspondiente:</p> <p>- Arranque directo : 12 uds. compuestas de protección magnetotérmica+diferencial+guardamotor +contactor, con limitador par. Según esquemas tipo AD+LP correspondiente.</p> <p>- Arranque directo con inversor de giro: 39 uds. compuestas de protección magnetotérmica+diferencial+guardamotor + dos contactores. Según esquema tipo AD-2.</p> <p>- Arranque mediante arrancador electrónico: 3 Uds. compuesta por protección magnetotérmica+diferencial+arrancador+contactor. Según esquema tipo AE correspondiente.</p> <p>- Alimentación directa tetrapolar (tipo TETRA en esquema unifilar) : 15uds. compuestas por protección magnetotérmica+diferencial. Según esquema tipo FEEDER correspondiente.</p> <p>- Alimentación directa monofásica (tipo FIJA-2 ):13 Uds. compuestas por protección magnetotérmica+diferencial. Según esquema tipo FIJA-2.</p> <p>- Una columna de acometida al cuadro que dispondrá de un interruptor magnetotérmico general 4x160 50 kA</p> <p>Cada columna tendrá unas medidas aproximadas de 1.000x600x2.350 mm, excepto la columna de acometida que será de 1.100x600x2.350 mm</p> <p>Nº total estimado de columnas: 7</p> <p>Dimensiones totales aproximadas del CCM: 7.175x600x2.350 mm</p> <p>Incluye analizador de redes con medida avanzada de parámetros , registro de alarmas, datos y forma de onda. Protocolo MODBUS, puerto serie RS485 y doble puerto Ethernet RJ45. Clase precisión 0,2S. Display y gráfico en color y servidor web integrado. Incluye colocación en cuadro,</p>	205.358,00	1,000	205.358,00	1,56	4.974.519,86	37,76

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
		<p>conexión y protecciones asociadas.</p> <p>Incorpora protección contra sobretensiones para CCM compuesta por: 1 descargador de corriente tipo FLT 35 CTRL-0,9, 1 descargador de corriente FLT 100- N/PE CTRL-1,5, 1 protector contra sobretensiones VAL-MS 230, puente cableado tipo MPB 18/3-6 y MPB 18/1-8. Fusibles 250 AgL para cada una de las fases.</p> <p>Ubicación: Sala de cuadros eléctrica ubicada en galería de filtros (ala derecha). Según E.T. 3311.</p>						
83200506	Ud	<p>Centro de control de motores denominado CCM BATERIAS FILTROS ALA IZQUIERDA 400Vac 50kA IP54 ejecución extraíble en compartimentación 4b y las siguientes salidas según esquema unifilar correspondiente:</p> <p>- Arranque directo : 11 uds. compuestas de protección magnetotérmica+diferencial+guardamotor +contactor, con limitador par. Según esquemas tipo AD+LP correspondiente.</p> <p>- Arranque directo con inversor de giro: 39 uds. compuestas de protección magnetotérmica+diferencial+guardamotor + dos contactores. Según esquema tipo AD-2.</p> <p>- Arranque mediante arrancador electrónico: 3 Uds. compuesta por protección magnetotérmica+diferencial+arrancador+contactor. Según esquema tipo AE correspondiente.</p> <p>- Alimentación directa tetrapolar (tipo TETRA en esquema unifilar) : 16 uds. compuestas por protección magnetotérmica+diferencial. Según esquema tipo FEEDER correspondiente.</p> <p>- Alimentación directa monofásica (tipo FIJA-2 ):12 Uds. compuestas por protección magnetotérmica+diferencial. Según esquema tipo FIJA-2.</p> <p>- Una columna de acometida al cuadro que dispondrá de un interruptor magnetotérmico general 4x250 50 kA</p> <p>Cada columna tendrá unas medidas</p>	203.743,00	1,000	203.743,00	1,55	5.178.262,86	39,31



Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
		<p>aproximadas de 1.000x600x2.350 mm, excepto la columna de acometida que será de 1.100x600x2.350 mm</p> <p>Nº total estimado de columnas: 7</p> <p>Dimensiones totales aproximadas del CCM: 7.175x600x2.350 mm</p> <p>Incluye analizador de redes con medida avanzada de parametros , registro de alarmas, datos y forma de onda. Protocolo MODBUS, puerto serie RS485 y doble puerto Ethernet RJ45. Clase precision 0,2S. Display y grafico en color y servidor web integrado. Incluye colocación en cuadro, conexionado y protecciones asociadas.</p> <p>Incorpora protección contra sobretensiones para CCM compuesta por: 1 descargador de corriente tipo FLT 35 CTRL-0,9, 1 descargador de corriente FLT 100- N/PE CTRL-1,5, 1 protector contra sobretensiones VAL-MS 230, puente cableado tipo MPB 18/3-6 y MPB 18/1-8. Fusibles 250 AgL para cada una de las fases.</p> <p>Ubicación: Nueva sala eléctrica ubicada en galería asociado a la baterías de filtro izquierda. Según E.T. 3311.</p>						
U07050140	m2	Mortero aditivado flexible específico para impermeabilización. Apto para contacto con agua potable, flexible y capaz de puentear microfisuras y sufrir elongaciones de un 20 % sin aparición de fisuras. Totalmente terminado.	15,69	12.576,932	197.332,06	1,50	5.375.594,92	40,80
YU0701101	Tm	Arena silicea de las siguientes características: Talla efectiva: 0,95 mm. Coeficiente de uniformidad: <1,6. Puesta en camión en las instalaciones de la ETAP. Según ET 2775.	53,98	3.508,000	189.361,84	1,44	5.564.956,76	42,24

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
83100001	ud.	<p>Cuadro General de Baja Tensión ETAP TORRELAGUNA 400Vac 50kA 3200A ejecución extraíble en compartimentación 4b y la siguiente composición:</p> <p>Alimentación: 3 Uds Acometida desde transformadores de potencia formada por 3 Interruptores automáticos maganetotérmicos tetrapolares de 4px1600 A, ejecución extraíble y bastidor abierto . Acometida desde grupo electrógeno formada por 1 interruptor automático magnetotérmico de 4P 1600A 50kA. Incorporará transformadores de tensión para facilitar la sincronización sobre los tres interruptore de 1600A de baja tensión asociado a los transformadores.</p> <p>SALIDAS</p> <p>- Alimentacion directa tetrapolar: 1 Ud compuesta por protección magnetotérmica+diferencial ,4px1250A 50kA, 1 Ud 4px1000A, 3 Uds 4x250A, 4Uds 4px160A,1Ud 4x800A, 1Ud 4x160A y 1Ud 4x80A.</p> <p>-Alimentación tripolar: 1 Ud 3x800A. Incluye tres analizadores de redes en las acometidas desde los transformadores con medida avanzada de parametros , registro de alarmas, datos y forma de onda.Protocolo MODBUS, puerto serie RS485 y doble puerto Ethernet RJ45. Clase precision 0,2S. Display y grafico en color y servidor web integrado. Incluye colocación en cuadro, conexionado y protecciones asociadas. Incluye , un transformador sumador5+5/5 A para conexión a regulador de factor de potencia.</p> <p>Ubicación: Sala que actualmente alberga el grupo electrógeno Rolls Royce.</p> <p>Dimensiones aproximadas: 4.626mmx1.200mmx2.350mm. Ud. totalmente montada, instalada y ensamblada.</p> <p>Según E.T. 3301</p>	185.116,00	1,000	185.116,00	1,41	5.750.072,76	43,65

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U03024060	ud	Válvula de mariposa, DN 400 mm, PN 10/16, serie 14 conforme a norma UNE-EN 558 y/o según normativa vigente, céntrica o excéntrica, con unión mediante bridas, revestimiento de epoxi o vitrocerámico y reductor y actuador motorizado según Especificación Técnica Vigente de Canal de Isabel II de elementos de Maniobra y Control, Válvulas de Mariposa, incluso juntas elastoméricas de estanquidad, tornillería de acero inoxidable, instalación y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento. Según ET 2108.	6.755,56	24,000	162.133,44	1,23	5.912.206,20	44,88
30150001	Ud	Grupo de agua a presión de las siguientes características: Servicio: ETAP; Caudal: 150 m3/h. Presión: 60 m.c.a. Aspiración: En carga. Nº de bombas: 3 multicelulares. Ejecución de las bombas: Vertical.Velocidad de la bomba: 2.969 r.p.m. Tipo de impulsor: Cerrado. Tipo de cierre: Mecánico. Depósito del grupo: De membrana. Timbrado del depósito: 10 Kg/cm2. Accionamiento: Motor: Eléctrico. Potencia: 18,5 kW. Incluye válvula de pie en la aspiración. Según ET 2740.	75.317,38	2,000	150.634,76	1,14	6.062.840,96	46,02
YU0701102	m3	Arcilla expandida en Big-bag de 1 m3 de las siguientes características: Tipo: HC 0,8-1,6 o similar. Puesto en camión en las instalaciones de la ETAP. Según ET 2776.	516,16	263,102	135.802,73	1,03	6.198.643,69	47,05
YU0701103	m3	Arcilla expandida en Big-bag de 1 m3 de las siguientes características: Tipo: HC 1,5-2,5 o similar. Puesto en camión en las instalaciones de la ETAP. Según ET 2776.	516,16	263,102	135.802,73	1,03	6.334.446,42	48,08

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
83200503	Ud	<p>Centro de control de motores denominado CCM REACTIVOS ACTUAL 400Vac 50kA IP54 ejecución extraíble en compartimentación 4b y las siguientes salidas según esquema unifilar correspondiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arranque directo : 23 uds. compuestas de protección magnetotérmica+diferencial+guardamotor +contactor, con limitador par. Según esquemas tipo AD+LP correspondiente.</li> <li>- Arranque mediante variador de frecuencia: 9 uds. compuesta por protección magnetotérmica+diferencial+variador de frecuencia+contactor. Según esquema tipo VF-1 correspondiente.</li> <li>- Arranque mediante arrancador electrónico: 2 Uds. compuesta por protección magnetotérmica+diferencial+arrancador+contactor. Según esquema tipo AE correspondiente.</li> <li>- Alimentación directa tetrapolar (tipo TETRA en esquema unifilar) : 7 uds. compuestas por protección magnetotérmica+diferencial. Según esquema tipo FEEDER correspondiente.</li> <li>- Alimentación directa monofásica (tipo FIJA-2 ): 1 Ud. compuesta por protección magnetotérmica+diferencial. Según esquema tipo FIJA-2.</li> <li>- Una columna de acometida al cuadro que dispondrá de un interruptor magnetotérmico general 4x250A 50 kA. Cada columna tendrá unas medidas aproximadas de 1.000x600x2.350 mm, excepto la columna de acometida que será de 1.100x600x2.350 mm</li> </ul> <p>Nº total estimado de columnas: 4 Dimensiones totales aproximadas del CCM: 4.175x600x2.350 mm</p> <p>Incluye Ud de analizador de redes con medida avanzada de parámetros , registro de alarmas, datos y forma de onda. Protocolo MODBUS, puerto serie RS485 y doble puerto Ethernet RJ45. Clase precisión 0,25. Display y gráfico en color y servidor web integrado. Incluye colocación en cuadro, conexionado y protecciones asociadas.</p> <p>Incorpora protección contra sobretensiones para CCM compuesta por: 1 descargador de corriente tipo FLT 35 CTRL-0,9, 1 descargador de corriente FLT 100- N/PE CTRL-1,5, 1 protector contra sobretensiones VAL-MS 230, puente cableado tipo MPB 18/3-6 y MPB 18/1-8.</p>	135.759,00	1,000	135.759,00	1,03	6.470.205,42	49,11

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
		Fusibles 250 AgL para cada una de las fases. Ubicación: Sala eléctrica en edificio de reactivos actual. Ud. totalmente montada, instalada y ensamblada. Según E.T. 3311						
83220500	Ud.	Armario independiente de variadores y arrancadores estáticos IP-54, con calefacción y ventilación de columna conteniendo los variadores de frecuencia o arrancadores estáticos estimados en las salidas de centro de control de motores asociado. En su interior se albergarán los variadores de frecuencia. Dimensiones aprox.: Son tres envolventes formadas por armarios metálicos IP55 de dimensiones unitarias 1.800x1.000x400mm. Totalmente instalado, montado y ensamblado. Según ET 3323.	18.343,30	7,000	128.403,10	0,97	6.598.608,52	50,09
U08010110	m	Barandilla de acero inoxidable AISI 304 de 1.000 mm de altura, compuesta por balaustres de pletina 40x10, fijados mediante placa de 150x80 con dos anclajes tipo M10, y distanciados entre sí 1.500 mm, con pasamanos de tubo de diámetro 50x1,5, dos barras intermedias pasantes de tubo de diámetro 28x1,5 y rodapié de pletina de 200x5. Totalmente colocada.	338,34	354,040	119.785,89	0,91	6.718.394,41	51,00
40222301	Ud	Compuerta mural de las siguientes características: Tipo: Mural de fondo. Ancho de hueco: 0,6 m; Altura de hueco: 0,6 m; Altura de accionamiento: 1,6 m. Servicio: entrada de agua a filtro. Accionamiento: Motorizado; Estanqueidad: A cuatro (4) lados. Materiales: acero inoxidable AISI-316 L. Cierre lateral: Inoxidable-inoxidable. Cierre inferior: Neopreno. Cierre superior: Neopreno. Según ET 2000.	4.584,00	24,000	110.016,00	0,84	6.828.410,41	51,83

Código	Ud.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
83200502	Ud.	<p>Centro de control de motores denominado CCM CENTRO DISTRIBUCION 400Vac 50kA IP54 ejecución extraíble en compartimentación 4b y las siguientes salidas según esquema unifilar correspondiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arranque directo con inversor de giro: 10 uds. compuestas de protección magnetotérmica+diferencial+guardamotor + dos contactores. Según esquema tipo AD-2.</li> <li>- Arranque mediante variador de frecuencia: 5 uds. compuesta por protección magnetotérmica+diferencial+variador de frecuencia+contactor. Según esquema tipo VF-2 correspondiente.</li> <li>- Arranque mediante arrancador electrónico: 4 Uds. compuesta por protección magnetotérmica+diferencial+arrancador+contactor. Según esquema tipo AE correspondiente.</li> <li>- Alimentación directa tetrapolar (tipo TETRA en esquema unifilar) : 5 uds. compuestas por protección magnetotérmica+diferencial. Según esquema tipo FEEDER correspondiente.</li> <li>- Una columna de acometida al cuadro que dispondrá de un interruptor magnetotérmico general 4x1000 50 kA. Cada columna tendrá unas medidas aproximadas de 1.000x600x2.350 mm, excepto la columna de acometida que será de 1100x600x2.350 mm. Nº total estimado de columnas: 5</li> </ul> <p>Incluye analizador de redes con medida avanzada de parámetros, registro de alarmas, datos y forma de onda. Protocolo MODBUS, puerto serie RS485 y doble puerto Ethernet RJ45. Clase precisión 0,25. Display y gráfico en color y servidor web integrado. Incluye colocación en cuadro, conexionado y protecciones asociadas. Incorpora protección contra sobretensiones para CCM compuesta por: 1 descargador de corriente tipo FLT 35 CTRL-0,9, 1 descargador de corriente FLT 100- N/PE CTRL-1,5, 1 protector contra sobretensiones VAL-MS 230, puente cableado tipo MPB 18/3-6 y MPB 18/1-8. Fusibles 250 AgL para cada una de las fases.</p> <p>Dimensiones totales aproximadas del CCM DISTRIBUCION: 4.175x1.200x2.350 mm Ubicación: Sala eléctrica que actualmente alberga grupo eléctrico ROLLS ROYCE que se desmantela. Según E.T. 3311.</p>	106.948,00	1,000	106.948,00	0,81	6.935.358,41	52,64

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
31300050	Ud	Suministro e instalación de generador de dióxido de cloro de regulación automática y de 15 kg/h de capacidad. Montado y probado.	52.387,20	2,000	104.774,40	0,80	7.040.132,81	53,44
U07030050	kg	Suministro y colocación de acero para armaduras en barras corrugadas B 500 S, incluso cortado, doblado y recortes, según peso teórico.	1,30	75.506,760	98.158,79	0,75	7.138.291,60	54,18
40322003	Ud	Depósito de almacenamiento de coagulante, de las siguientes características: Forma: cilindro vertical con fondo plano; Capacidad: 40.000 L; Material: PE. Incluye accesorios de acuerdo a APQ. Según ET 2072.1.	23.724,00	4,000	94.896,00	0,72	7.233.187,60	54,90
83200504	Ud	Centro de control de motores denominado CCM REACTIVOS NUEVO 400Vac 50kA IP54 ejecución extraíble en compartimentación 4b y las siguientes salidas segun esquema unifilar correspondiente: - Arranque directo : 9 uds. compuestas de proteccion magnetotermica+diferencial+guardamotor +contactor, con limitador par. Según esquemas tipo AD+LP correspondiente. - Arranque mediante variador de frecuencia: 10 uds. compuesta por protección magnetotérmica+diferencial+variador de frecuencia+contactor. Según esquema tipo VF-1 correspondiente. - Alimentacion directa tetrapolar (tipo TETRA en esquema unifilar) : 7 uds. compuestas por protección magnetotérmica+diferencial. Según esquema tipo FEEDER correspondiente. - Una columna de acometida al cuadro que dispondrá de un interruptor magnetotérmico general 4x160 50 kA Nº total estimado de columnas: 3 Cada columna tendrá unas medidas aproximadas de 1.000x600x2.350 mm, excepto la columna de acometida que será de 1.100x600x2.350 mm Dimensiones totales aproximadas del CCM: 3.175x600x2.350 mm Incluye analizador de redes con medida avanzada de parametros , registro de alarmas, datos y forma de onda. Protocolo MODBUS, puerto serie RS485 y doble puerto Ethernet RJ45. Clase precision 0,2S. Display y grafico en color y servidor web integrado. Incluye colocación en cuadro, conexionado y protecciones asociadas. Incorpora protección contra sobretensiones para CCM compuesta por: 1 descargador de corriente tipo FLT 35 CTRL-0,9, 1 descargador de corriente FLT 100- N/PE CTRL-1,5, 1 protector contra	90.156,00	1,000	90.156,00	0,68	7.323.343,60	55,59



Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
		sobretensiones VAL-MS 230, puente cableado tipo MPB 18/3-6 y MPB 18/1-8. Fusibles 250 AgL para cada una de las fases.  Ubicación: Sala eléctrica en nuevo edificio de reactivos. Ud. totalmente montada, instalada y ensamblada. Según E.T. 3311						
10230025	MI	Suministro e instalación de tubería de acero inoxidable AISI-316 L, conforme a norma UNE-EN 10217 y/o según normativa vigente, de diámetro nominal DN 25 mm y espesor mínimo de 2 mm, incluso p.p. de junta soldada, codos, piezas especiales y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento. Según ET 2204.	15,45	5.808,000	89.733,60	0,68	7.413.077,20	56,27
88200800	Ud	Ud. de grupo electrógeno insonorizado apto para ubicación en exterior 400V, 50Hz, cosfi 0,8. 657 KVA (potencia en emergencia LTP) y 526 kW (potencia en emergencia LTP) . Dimensiones aproximadas: 4400x1560x2250 mm (LxWxH). 4945kg. 77 dB (A). Incluye: Cuadro automático de conmutación modular con sincronizador (permite el retorno a red sin paso por cero), resistencia de precaldeo, bomba automática de trasiego de combustible, magnetotérmico tetrapolar y depósito en bancada de 636 litros.	87.878,07	1,000	87.878,07	0,67	7.500.955,27	56,94
U01023110 M	m3	Retirada de la arena de los filtros, por medios manuales, incluso carga de big bag o contenedor, medios de izado hasta camión, acopio, carga sobre camión y transporte. Totalmente ejecutado.	30,43	2.787,840	84.833,97	0,64	7.585.789,24	57,58

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
X1035	ud	<p>Reparación de vertedero de hormigón que incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Saneado del hormigón: saneado del hormigón deteriorado, dejando la armadura interna al descubierto en todo su perímetro, picando con martillo neumático todas las zonas afectadas hasta localizar la parte sana del mismo.</li> <li>- Limpieza: limpieza de la armadura eliminando totalmente el óxido hasta un grado sa 2 1/2, según la norma sueca de calidad, por medios mecánicos.</li> <li>- Pasivado de armaduras: pasivado de las armaduras con la aplicación de dos manos de monotop-910-s o similar, pasivante en base cementosa y resinas.</li> <li>- pérdida de sección: cuando se produzca por oxidación en la armadura una pérdida de su sección igual o superior al 20%, se sustituirá la misma por otra del mismo diámetro y características (mínimo acero corrugado b500s).</li> <li>- Reposición de la geometría original: se ejecutará una correcta reposición de la geometría original de la sección de la estructura, mediante la aplicación de un mortero r-4 (monotop-412-s reforzado con fibras con una resistencia a compresión &gt;35 n/mm<sup>2</sup>) o similar de retracción compensada apto para reparaciones en elementos verticales y horizontales. el recubrimiento mínimo de las armaduras será de 2 cm, con un espesor medio de 3 cm acabado talochado a buena vista.</li> <li>- En caso de que la sección a reparar sea considerable se podrá encofrar y verter microhormigón material fluido y de alta resistencia de retracción compensada con una resistencia de 50 n/mm<sup>2</sup> a compresión. Incluso medios auxiliares para su correcta ejecución. Totalmente terminado.</li> </ul>	2.064,03	40,000	82.561,20	0,63	7.668.350,44	58,21

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
83200508	Ud	<p>Centro de control de motores denominado CCM FANGOS AMPLIACION 400Vac 50kA IP54 ejecución extraíble en compartimentación 4b y las siguientes salidas según esquema unifilar correspondiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arranque directo : 3 uds. compuestas de protección magnetotérmica+diferencial+guardamotor +contactor, con limitador par. Según esquemas tipo AD+LP correspondiente.</li> <li>- Arranque mediante variador de frecuencia: 8 uds. compuesta por protección magnetotérmica+diferencial+variador de frecuencia+contactor. Según esquema tipo VF-2 correspondiente</li> <li>- Arranque directo con inversor de giro: 1 ud. compuestas de protección magnetotérmica+diferencial+guardamotor + dos contactores. Según esquema tipo AD-2.</li> <li>- Alimentación directa tetrapolar (tipo TETRA en esquema unifilar) : 3 uds. compuestas por protección magnetotérmica+diferencial. Según esquema tipo FEEDER correspondiente.</li> <li>- Una columna de acometida al cuadro que dispondrá de un interruptor magnetotérmico general 4x160 50 kA Cada columna tendrá unas medidas aproximadas de 1.000x600x2.350 mm, excepto la columna de acometida que será de 1.100x600x2.350 mm</li> </ul> <p>Nº total estimado de columnas: 3 Dimensiones totales aproximadas del CCM: 3.175x600x2.350 mm</p> <p>Incluye analizador de redes con medida avanzada de parámetros , registro de alarmas, datos y forma de onda. Protocolo MODBUS, puerto serie RS485 y doble puerto Ethernet RJ45. Clase precisión 0,2S. Display y gráfico en color y servidor web integrado. Incluye colocación en cuadro, conexionado y protecciones asociadas. Incorpora protección contra sobretensiones para CCM compuesta por: 1 descargador de corriente tipo FLT 35 CTRL-0,9, 1 descargador de corriente FLT 100- N/PE CTRL-1,5, 1 protector contra sobretensiones VAL-MS 230, puente cableado tipo MPB 18/3-6 y MPB 18/1-8. Fusibles 250 AgL para cada una de las fases.</p> <p>Ubicación: Frente a CCM FANGOS existente (en sala eléctrica del edificio de fangos). Según E.T. 3311.</p>	77.916,00	1,000	77.916,00	0,59	7.746.266,44	58,80

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
31300017	Ud	Cabina de dosificación de cloro automática de hasta 60 kg/h de las siguientes características: tipo: cabina, incluyendo: - Válvula de dosificación automática con retransmisión 4-20mA - Rotámetro - Vacuómetro. - Selector Automático / Manual - Potenciómetro para incremento/decremento de la dosificación en manual. - Válvulas de aislamiento a entrada y salida de la cabina en PVC-FPM. Según ET 31300017.	12.532,80	6,000	75.196,80	0,57	7.821.463,24	59,37
31310011	Ud	Evaporador de amoníaco de 50 kg/h con sistema de llenado automático de agua. Montado y probado. Según ET 31310011.	36.833,71	2,000	73.667,42	0,56	7.895.130,66	59,93
31300018	Ud	Líneas de inyección de cloro con los siguientes equipos: - 1 Ejector de 20, 40 o 60 kg/h - 1 Manómetro y válvula de aislamiento - 1 Rotámetro - 1 Válvula de retención para el agua de arrastre - 1 válvula de membrana. - 1 válvula de bola con actuador eléctrico para línea de cloro gas - 1 válvula de bola con actuador eléctrico para la línea de agua de arrastre 2 para las salidas de agua clorada. Montado y probado. Según ET 31300018.1-ET 31300018.2 - ET 31300018.3.	12.048,00	6,000	72.288,00	0,55	7.967.418,66	60,48
X1036	m2	Ejecución de varillas de anclaje de los falsos fondos con taladro sistemas epoxi según normas del suministrador y aplicación de mortero especial en nivelación y relleno entre filas de bloques del falso fondo de las siguientes características: Cemento Portland estándar conforme a ASTM C150, Tipo II; Arena según normas ASTM C144, el 100 % de las partículas de arena debe pasar el tamiz n.º 4 (4,75 mm) y no más del 4 % de las partículas deberá pasar el tamiz n.º 200 (0,075 mm); Proporción en peso de cemento y arena será de 1:2. Incluso sellador elástico de alto desempeño con base en poliuretano, totalmente terminado.	30,00	2.323,200	69.696,00	0,53	8.037.114,66	61,01
31310040	Ud	Instalación de absorción de fugas de amoníaco de las siguientes características: 1 scrubber vertical de 1,4 m de diámetro y 5 m de altura total aproximada para lavado de gases y 1 ventilador centrífugo de 7.500 m3/h de caudal. Potencia motor: 4 kW. Incluye tuberías, accesorios y válvula motorizada de entrada de agua (1+1R), tuberías de interconexión entre la sala y el sistema de neutralización, tuberías de interconexión para el agua y para la unión entre scrubber y ventilador. Según ET 2723.2.	69.480,00	1,000	69.480,00	0,53	8.106.594,66	61,53

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U02160130	ud	Carrete telescópico autoportante, PN 16, DN 600 mm, formado por virola de acero inoxidable AISI-304 y bridas de acero al carbono S235 con revestimiento interior y exterior de resina epoxi, junta elastomérica de estanquidad en EPDM, incluso colocación, tornillería de acero inoxidable, medios auxiliares y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento. Según ET 2230.	2.299,10	30,000	68.973,00	0,52	8.175.567,66	62,06
30110006	Ud	Bomba centrífuga horizontal de las siguientes características: Ejecución: horizontal en cámara seca; Servicio: lavado de filtros; Caudal: 1.400 m3/h; Altura manométrica: 8,5 m.c.a.; Potencia motor: 55 kW. Tipo de impulsor: Cerrado. Velocidad: 950 r.p.m. Frecuencia: 50 Hz. Según ET 2300.1.	21.244,80	3,000	63.734,40	0,48	8.239.302,06	62,54
30520002	Ud	Puente grúa de las siguientes características: Tipo: monocarril ATEX; Capacidad de carga: 2.000 kg; Servicio: almacenamiento de amoniaco; ; Luz entre ejes: 10,10 m; Velocidad de elevación: 5 m/min; Velocidad de traslación: 20 m/min; Tensión de alimentación: III 400 V. 50 Hz; Tensión de mando: 48 V. 50 Hz. Potencia del motor de elevación: 2,0 kW; Potencia del motor de traslación del carro: 0,32 kW; Potencia traslación del puente: 2x0,45 kW. Según ET 2712.2.	62.254,80	1,000	62.254,80	0,47	8.301.556,86	63,01
30112002	Ud	Bomba centrífuga sumergible de las siguientes características: Fluido a bombear: bombeo a almacenamiento de agua para lavado adicional; Caudal: 1.400 m3/h; Altura manométrica: 2,8 m.c.a.; Tipo de impulsor: Canal de 3 álabes. Características motor: 37 kW, 400 V, 738 rpm, 50 Hz. Según ET 2302.2.	30.324,00	2,000	60.648,00	0,46	8.362.204,86	63,47
31300011	Ud	Evaporador de cloro de 200 kg/h con sistema de llenado automático de agua. Montado y probado. Según ET 31300011.	30.252,00	2,000	60.504,00	0,46	8.422.708,86	63,93
U12021040	m3	Carga, transporte y descarga de productos resultantes de excavación (RCD Nivel I) en otra obra, cantera, centro de clasificación y tratamiento o vertedero autorizado de RCD, para distancias menores o iguales a 30 km, considerando ida y vuelta, carga por medios mecánicos sobre camión basculante de 20 t, medido sobre perfil, sin incluir canon.	12,30	4.462,420	54.887,77	0,42	8.477.596,63	64,35

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U02160100	ud	Carrete telescópico autoportante, PN 16, DN 400 mm, formado por virola de acero inoxidable AISI-304 y bridas de acero al carbono S235 con revestimiento interior y exterior de resina epoxi, junta elastomérica de estanquidad en EPDM, incluso colocación, tornillería de acero inoxidable, medios auxiliares y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento. Según ET 2230.	1.130,61	48,000	54.269,28	0,41	8.531.865,91	64,76
X1010	m2	Reparación de las bandas de rodadura que incluye: - Demolición de las bandas de rodadura existente. - Limpieza con chorro de arena de las armaduras vistas y pasivado de las mismas con resina de poliuretano monocomponente. - Imprimación de la superficie con resina epoxídica bicomponente. - Aplicación de mortero a base de 5 partes de arena de sílice 0,5-1,0 y 1 parte de resina epoxídica bicomponente. Incluso medios auxiliares. Totalmente terminado.	160,00	336,000	53.760,00	0,41	8.585.625,91	65,17
40121200	Ud	Depósito circular de las siguientes características: diámetro: 10,138 m, calado: 4 m, altura recta total: 4,77 m. Material: acero vitrificado. Incluye fijaciones, refuerzos superiores galvanizados, refuerzos de viento, ángulos de base, cubre tuercas de plástico y sellante de panel. Incluso boca de hombre en pared, escalera vertical de acero galvanizado con plataforma de inspección y cubierta.	53.431,20	1,000	53.431,20	0,41	8.639.057,11	65,58
X1033	m	Barandilla de poliéster, compuesta por cuerda trenzada de poliéster de 8 mm de diámetro y postes de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 2.5 m de altura, incluso hincado mediante máquina hidráulica hasta una profundidad de 1.5 m.	61,60	858,780	52.900,85	0,40	8.691.957,96	65,98
30131001	Ud	Bomba de tornillo helicoidal de las siguientes características: Fluido a bombear: aguas de balsa de homogeneización a decantación lamelar; Caudal: 70 m3/h. Altura manométrica: 10 m.c.a. Potencia motor: 9,2 kW; Velocidad: 1.450 rpm; Construcción: B-5; Aislamiento: F; 400 V / III Fases / 50 Hz; Protección: IP-55. Incluye reductor de velocidad y bancada metálica. Según ET 2310.2.	10.428,00	5,000	52.140,00	0,40	8.744.097,96	66,37

Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
31310023	Ud	Suministro e instalación del Cuadro eléctrico de control de toda la instalación electromecánica (equipos, instrumentación y elementos complementarios) para el control del almacenamiento y dosificación de NH3. Incluye los elementos de protección y control de los equipos instalados, PLC compatible, pantalla táctil y software de control de la planta de cloración. Montado y probado.	49.419,42	1,000	49.419,42	0,38	8.793.517,38	66,75
612126	Ud	SAI Entrada trifásica y Salida trifásica + Neutro, tecnología VFI (On-line Doble Conversión) de 15kVA (15kW) de potencia, formado por: -Dos rectificadores-cargadores. -Dos Onduladores-inversores. -By-pass estático. -By-pass de mantenimiento. -Sistema de control a microprocesador. -Baterías 10-12 años vida media. Tecnología: AGM (electrolito absorbido en el separador). Baterías Autonomía mínima de 41,38kW.h (3448Ah a 12V) . -Protección Eléctrica Disyuntor Curva "D" de 32 Amperios. -Disipación de calor máxima del SAI: 1050W: Rendimiento mínimo del equipo del 96% en modo VFI (On Line Doble Conversión).Totalmente instalado.	24.171,44	2,000	48.342,88	0,37	8.841.860,26	67,11
U03024070	Ud	Válvula de mariposa, DN 450 mm, PN 10/16, serie 14 conforme a norma UNE-EN 558 y/o según normativa vigente, céntrica o excéntrica, con unión mediante bridas, revestimiento de epoxi o vitrocerámico y reductor y actuador motorizado según Especificación Técnica Vigente de Canal de Isabel II de elementos de Maniobra y Control, Válvulas de Mariposa, incluso juntas elastoméricas de estanquidad, tornillería de acero inoxidable, instalación y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento. Según ET 2108.	7.918,39	6,000	47.510,34	0,36	8.889.370,60	67,48
U01010170 M	m3	Levantado con compresor de firme con base de aglomerado asfáltico, incluso retirada, medido sobre perfil.	49,86	934,413	46.589,83	0,35	8.935.960,43	67,83
40370001	Ud	Canaleta de recogida del clarificado de decantación lamelar de las siguientes características: Tipo de vertedero: Thompson. Dimensiones: Altura: 0,30 m, Anchura: 0,30 m, Longitud: 9,40 m. Espesor: 4 mm. Material: Acero inoxidable AISI-316 L. Anclajes: Acero inoxidable AISI-316. Tornillería en acero inoxidable A4. Incluyendo p.p. de soportes y anclajes.	3.875,00	12,000	46.500,00	0,35	8.982.460,43	68,18



Código	Ud	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
31310007	Ud	Canalizaciones de amoniaco gas a base de tuberías de 1" schedule 80, en acero al carbono ASTM A-106 y uniones soldadas tipo butt (testa) y radiografiadas, desde contenedores de amoniaco a reguladores de vacío. Incluyendo 24 válvulas de bola de 1" embridadas, 4 manómetros con sello separador con membrana de acero inoxidable AISI-316 y válvula de aislamiento. Montado y probado. Según ET 31310007.	46.199,21	1,000	46.199,21	0,35	9.028.659,64	68,53
U07020160 M	m2	Encofrado plano para elementos verticales de estructura (muros, etc.) con calidad de acabado cara vista, con madera cepillada y machihembrada, 22 mm de espesor mínimos, y 2 posturas máximas, sin pasadores, para trabajos a cualquier altura, incluso molduras y berenjenos, tapes, velas, puntales, cimbras y andamiaje, desencofrado y limpieza.	37,76	1.200,385	45.326,54	0,34	9.073.986,18	68,88
U02160120	ud	Carrete telescópico autoportante, PN 16, DN 500 mm, formado por virola de acero inoxidable AISI-304 y bridas de acero al carbono S235 con revestimiento interior y exterior de resina epoxi, junta elastomérica de estanquidad en EPDM, incluso colocación, tornillería de acero inoxidable, medios auxiliares y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento. Según ET 2230.	1.618,25	28,000	45.311,00	0,34	9.119.297,18	69,22
5127108	Ud	Indicador de nivel por microondas radar. Rango: 0-10 m. Salida: 2 hilos (4-20 mA). Con electrónica separada.	1.294,30	35,000	45.300,50	0,34	9.164.597,68	69,56
X1024	ud	Inspección interior del depósito de agua tratada por medios humanos y robotizados, introducción de un escudo con flotabilidad neutra y junta de estanqueidad y grifería para compensación de flotabilidad, mediante trípode portátil, fijación y retacado del escudo al paramento y retirada del escudo una vez instalada la nueva válvula de aislamiento. Incluso medios auxiliares. Totalmente ejecutado.	45.000,00	1,000	45.000,00	0,34	9.209.597,68	69,91
88100001	Ud	Ud. variadores de frecuencia de intensidad 1A con filtros de armonicos. Incluso montaje armario de variadores y arrancadores. Segun ET 3422.	4.489,00	10,000	44.890,00	0,34	9.254.487,68	70,25

## 9 RESUMEN DE PRESUPUESTO

Aplicando a las mediciones realizadas los precios reflejados en el Cuadro de Precios nº 1 se obtiene el presupuesto de ejecución material al que aplicando los gastos generales (13 %) y el beneficio industrial (6 %) arroja un presupuesto base de licitación (IVA no incluido) que a continuación se expresan:

1	OBRA CIVIL	2.387.687,70 €
2	EQUIPOS MECÁNICOS	6.456.483,86 €
3	EQUIPOS ELÉCTRICOS, CONTROL Y AUTOMATISMOS	2.185.916,15 €
4	ACTUACIÓN 5.- CAMBIO DEL SISTEMA DE CONTROL	736.737,11 €
5	MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS AMBIENTALES Y PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	29.428,40 €
6	INSTALACIONES PROVISIONALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	439.472,31 €
7	PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS	235.623,10 €
8	SEÑALIZACIÓN CORPORATIVA	4.956,94 €
9	SEGURIDAD Y SALUD	136.352,60 €
10	PUESTA EN MARCHA	20.250,00 €
11	VARIOS	541.353,36 €

<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>13.174.261,53 €</b>
--	------------------------

Asciende el importe total del presente presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de: **TRECE MILLONES CIENTO SETENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS (13.174.261,53.- €).**

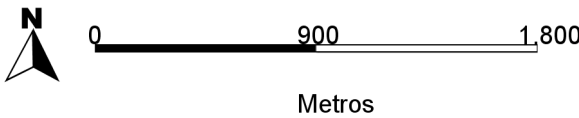
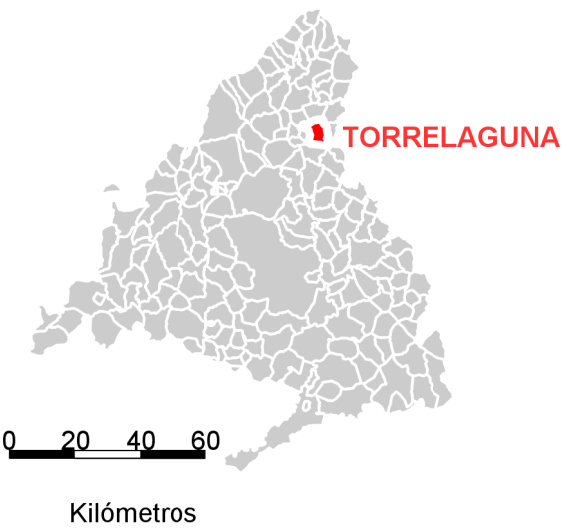
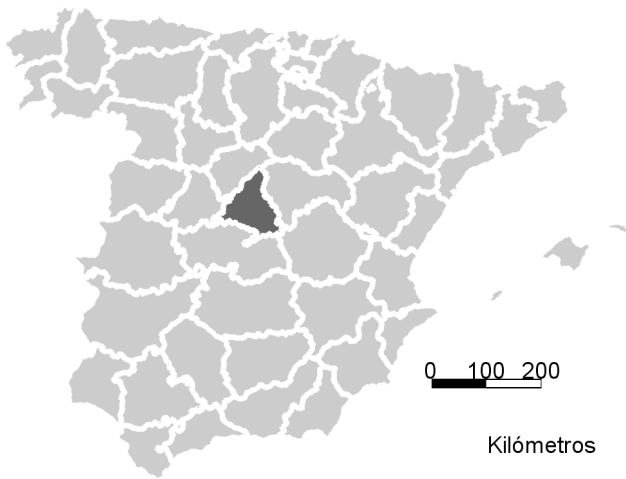
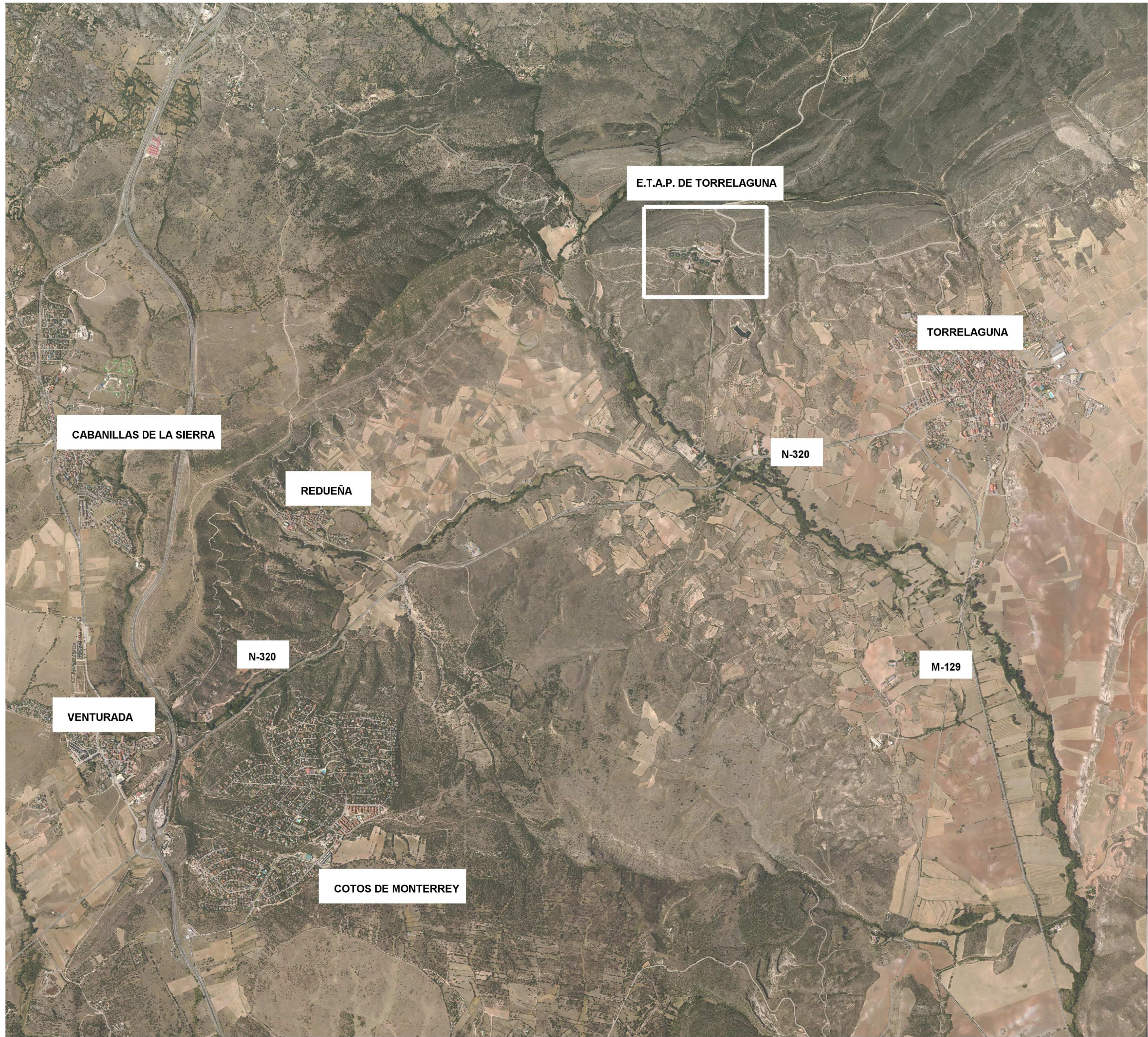
<b>PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>13.174.261,53 €</b>
13 % de Gastos Generales	1.712.654,00 €
6 % de Beneficio Industrial	790.455,69 €
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA</b>	<b>15.677.371,22 €</b>

Asciende el Presupuesto Base Estimado de Licitación sin IVA a la expresada cantidad de: **QUINCE MILLONES SEISCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS (15.677.371,22.-€).**

## 10 PLANOS PRINCIPALES

Se adjuntan a continuación los planos más representativos de este proyecto de construcción.





PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA E.T.A.P. DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO: SITUACIÓN

FECHA: AGOSTO 2020	ESCALA: INDICADAS	IN PLANO:
INGENIERO AUTOR: nolter EMILIO VILLAR GONZÁLEZ	DIRECTOR DEL PROYECTO. ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO: JOSE LUIS VICENTE ARCONES	VIPSUBDIRECTORA DE PROYECTOS: MARÍA VALVERDE AGUI LÓPEZ
		ST-01 HOJA 1 DE 1





E.T.A.P. TORRELAGUNA

M-131



0 60 120 180

Metros

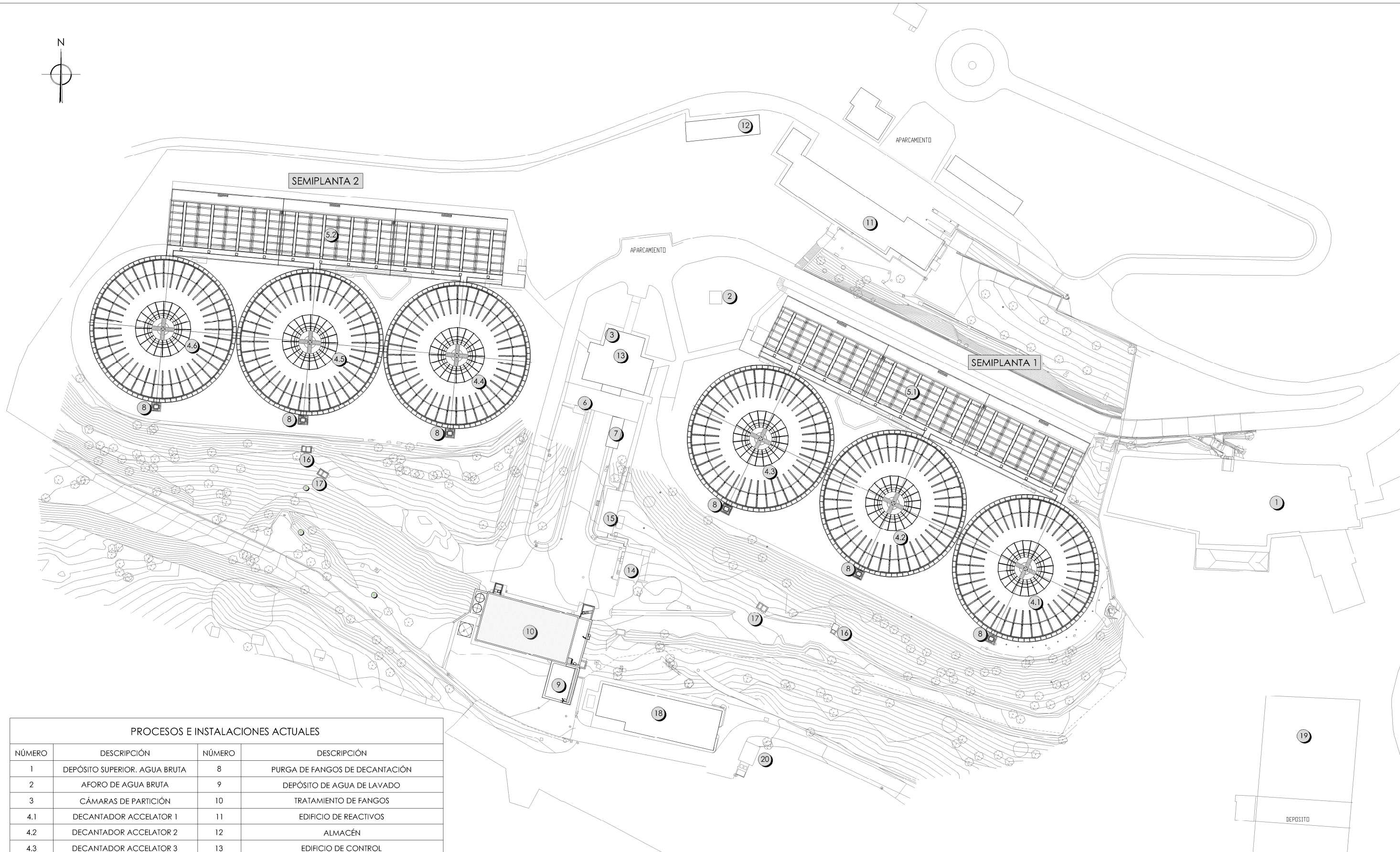
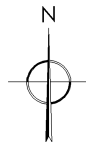


PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA  
E.T.A.P. DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO:  
EMPLAZAMIENTO

FECHA: AGOSTO 2020	ESCALA: 1: 2.500	Nº PLANO:
INGENIERO AUTOR: EMILIO VILLAR GONZÁLEZ	DIRECTOR DEL PROYECTO ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO: JOSE LUIS VICENTE ARCONES	VISIÓNDIRECTORA DE PROYECTOS: MARÍA VALVERDE AGÜILÓPEZ
		ST-02
		HOJA 1 DE 1





PROCESOS E INSTALACIONES ACTUALES			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN	NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	DEPÓSITO SUPERIOR. AGUA BRUTA	8	PURGA DE FANGOS DE DECANTACIÓN
2	AFORO DE AGUA BRUTA	9	DEPÓSITO DE AGUA DE LAVADO
3	CÁMARAS DE PARTICIÓN	10	TRATAMIENTO DE FANGOS
4.1	DECANTADOR ACCELATOR 1	11	EDIFICIO DE REACTIVOS
4.2	DECANTADOR ACCELATOR 2	12	ALMACÉN
4.3	DECANTADOR ACCELATOR 3	13	EDIFICIO DE CONTROL
4.4	DECANTADOR ACCELATOR 4	14	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
4.5	DECANTADOR ACCELATOR 5	15	EDIFICIO DE CGD Y GRUPO ELECTRÓGENO
4.6	DECANTADOR ACCELATOR 6	16	PURGA FANGOS DE DECANTACIÓN
5.1	BATERÍA 1: FILTROS DE 1 A 12	17	ARQUETA AGUA DE LAVADO
5.2	BATERÍA 2: FILTROS DE 13 A 24	18	EDIFICIO BOMBEO VALGALLEGOS
6	SALA DE MÁQUINAS DE LAVADO DE FILTROS	19	DEPÓSITO AGUA TRATADA
7	INSTALACIÓN ADICIONAL DE SOPLANTES DE LAVADO	20	BOMBEO ESCURRIDOS

PLANTA  
ESCALA 1/1200



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA  
ETAP DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO:

PLANTA GENERAL. ESTADO ACTUAL.  
IMPLANTACIÓN.

FECHA:

AGOSTO DE 2020

ESCALA:

1/1200



INGENIERO AUTOR:

EMILIO VILLAR GONZÁLEZ

DIRECTOR DEL PROYECTO. ÁREA

DE PROYECTOS DE

ABASTECIMIENTO:

JOSÉ LUIS VICENTE ARCONES

VºBº SUBDIRECTORA DE

PROYECTOS:

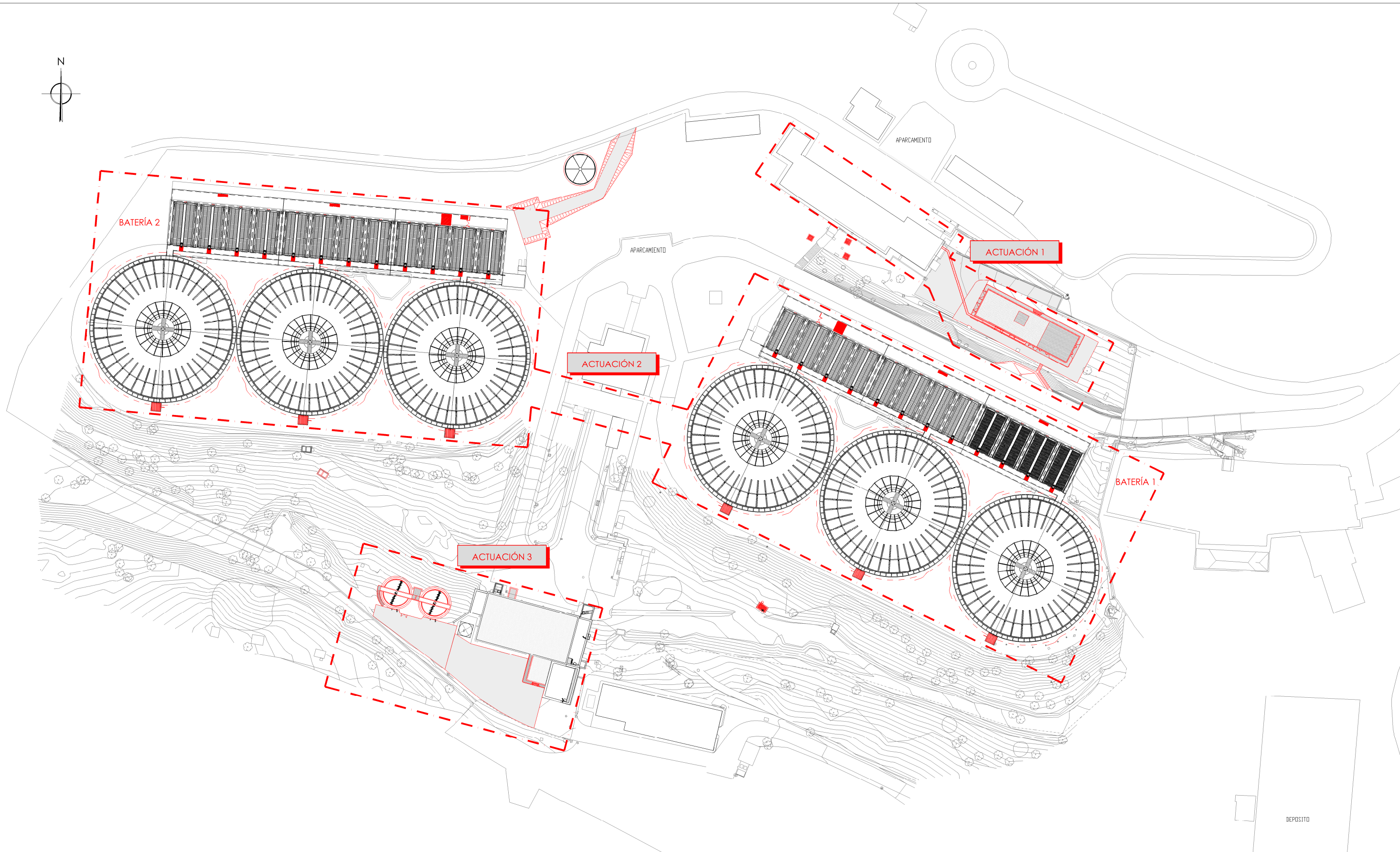
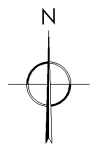
MARIA VAL VERDE AGÜI LÓPEZ

Nº DE PLANO

PG-01

HOJA 1 DE 1





ACTUACIONES	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	ADAPTACIÓN DE LAS INSTALACIONES A LA NORMATIVA APQ Y OTRAS MEJORAS EN LA DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS
2	MEJORAS EN LA LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP
3	REFORMA DE LA LÍNEA DE FANGO DE LA ETAP
4	NUEVA INSTALACIÓN ELÉCTRICA ETAP
5	RENOVACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

PLANTA  
ESCALA 1/1200



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO:

PLANTA GENERAL. ACTUACIONES. IMPLANTACIÓN.

FECHA:

AGOSTO DE 2020

ESCALA:

1/1200



INGENIERO AUTOR:

EMILIO VILLAR GONZÁLEZ

DIRECTOR DEL PROYECTO. ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO:

JOSÉ LUIS VICENTE ARCONES

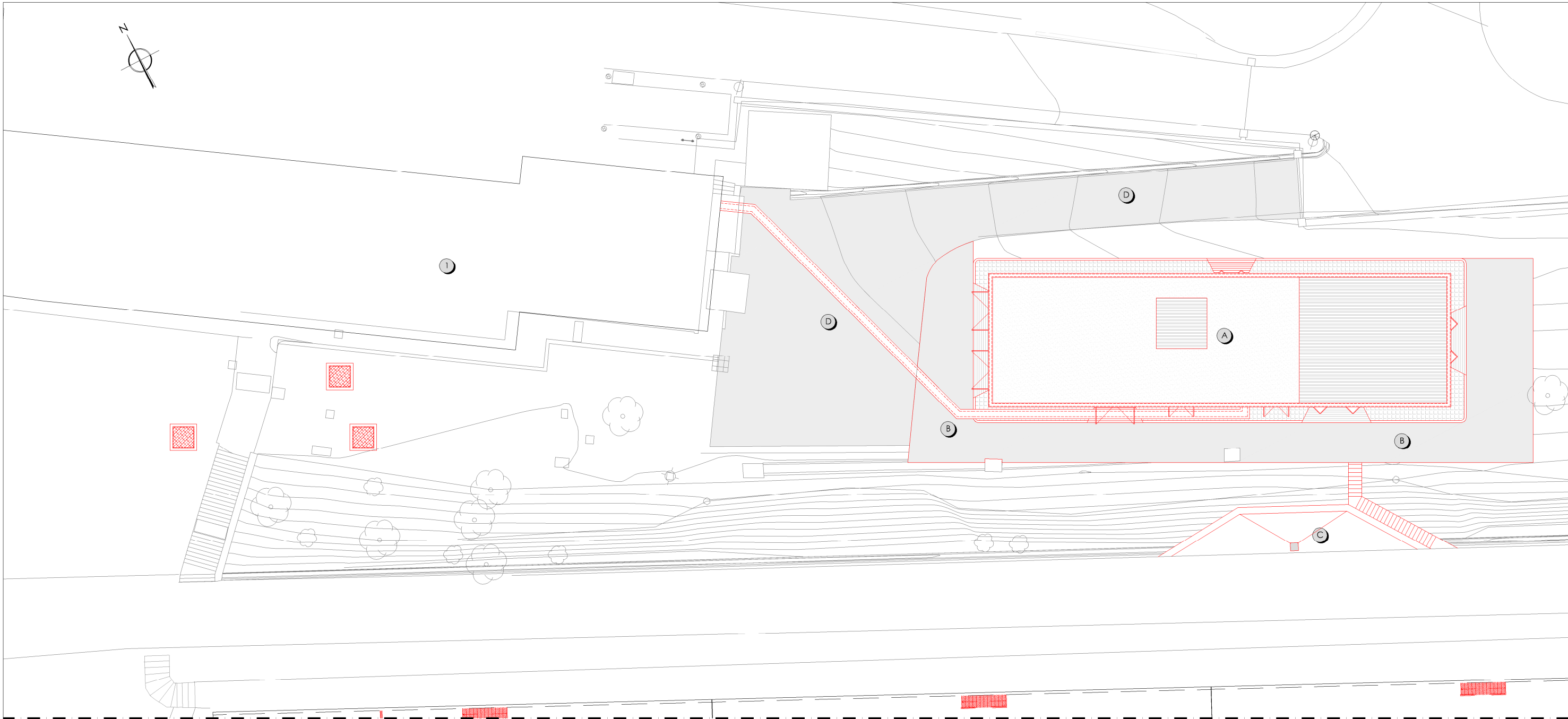
VºBº SUBDIRECTORA DE PROYECTOS:

MARIA VAL VERDE AGÜI LÓPEZ

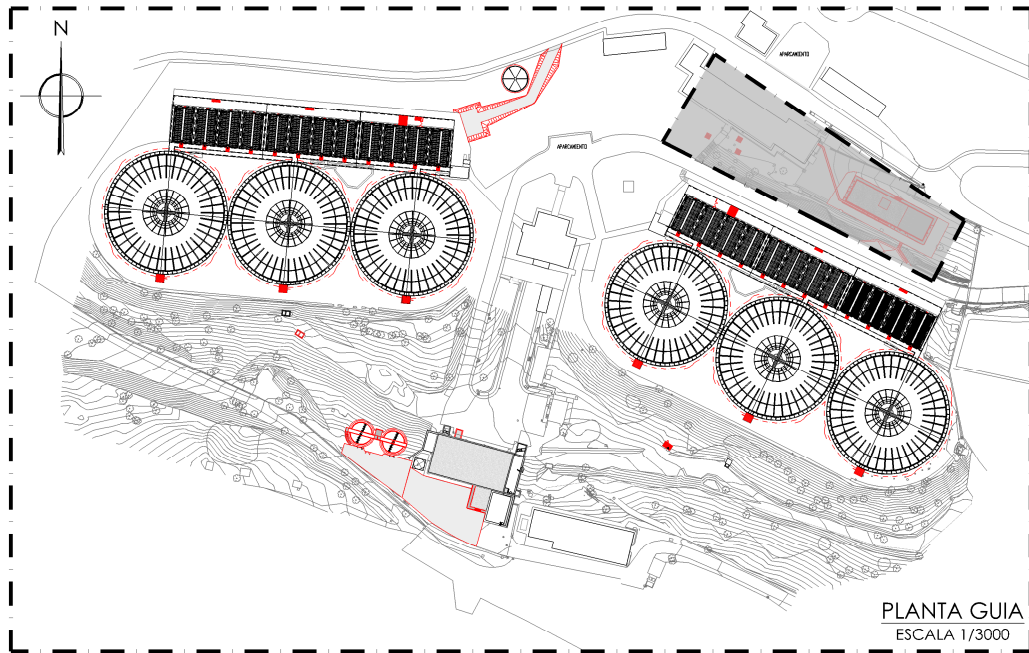
Nº DE PLANO

PG-09

HOJA 1 DE 1



PLANTA  
ESCALA 1/300



PLANTA GUIA  
ESCALA 1/3000

PROCESOS E INSTALACIONES ACTUALES	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
I	EDIFICIO DE REACTIVOS
	- AMONIACO - CAL - PERMANGANATO POTÁSICO - ALMIDÓN - CLORITO SÓDICO - CARBÓN ACTIVO POLVO
PROCESOS E INSTALACIONES NUEVAS	
LETRA	DESCRIPCIÓN
A	NUEVO EDIFICIO DE REACTIVOS
	- CLORO - POLICLORURO DE ALUMINIO - SULFATO DE ALUMINIO - DIOXIDO DE CLORO
B	NUEVO VIAL DE ACCESO A NUEVO EDIFICIO
C	NUEVA ZONA DE CARGA COAGULANTE
D	REMODELACIÓN VIAL EXISTENTE

LEYENDA OBRA CIVIL	
	OBRA CIVIL EXISTENTE.
	OBRA CIVIL ACTUACIÓN.



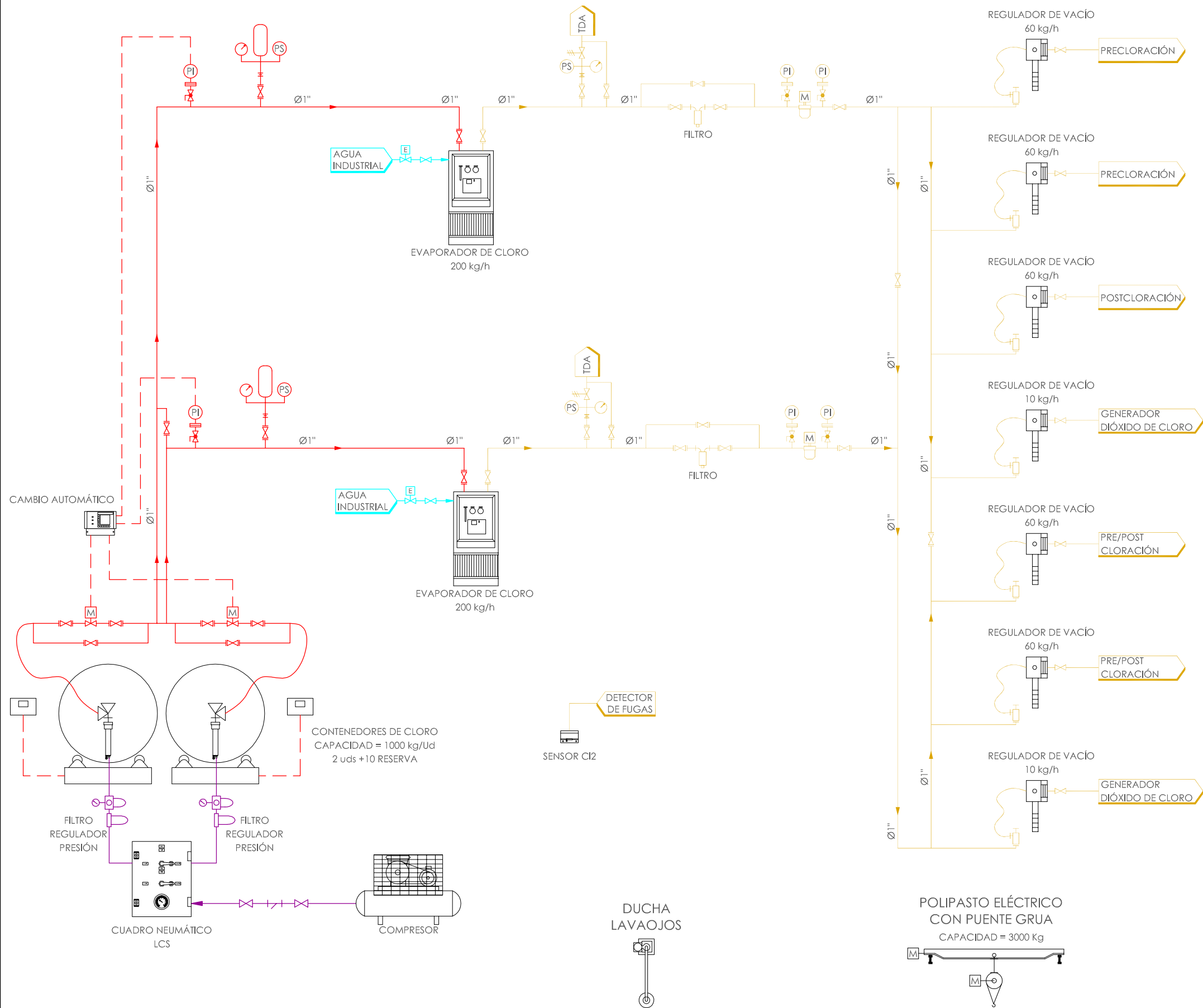
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA  
ETAP DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO:		PLANTA GENERAL. ESTADO REMODELADO. ACTUACIÓN INSTALACIÓN REACTIVOS. IMPLANTACIÓN.	
FECHA:	AGOSTO DE 2020	ESCALA:	INDICADAS
INGENIERO AUTOR:		DIRECTOR DEL PROYECTO. ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO:	
EMILIO VILLAR GONZÁLEZ		JOSÉ LUIS VICENTE ARCONES	
		MARIA VAL VERDE AGUI LÓPEZ	
Nº DE PLANO		PG-R02	
		HOJA 1 DE 1	

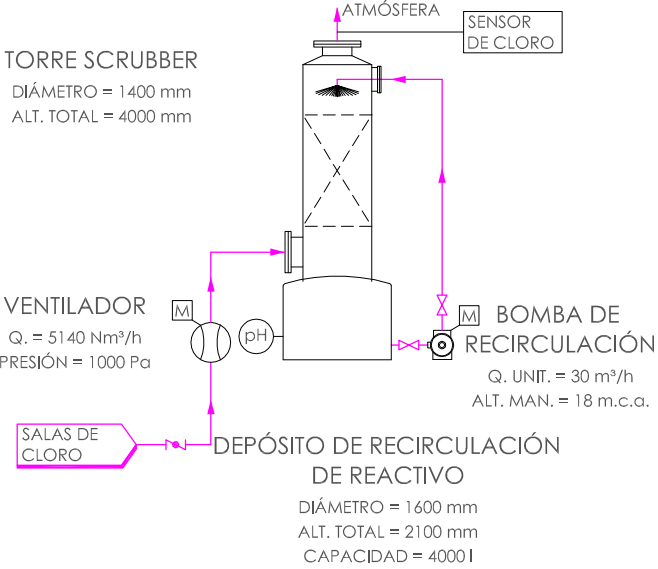


SALA DE CLORO A PRESIÓN

INSTALACIÓN DE TRASIEGO Y DOSIFICACIÓN DE CLORO



SISTEMA DE ABSORCIÓN DE FUGAS DE Cl2



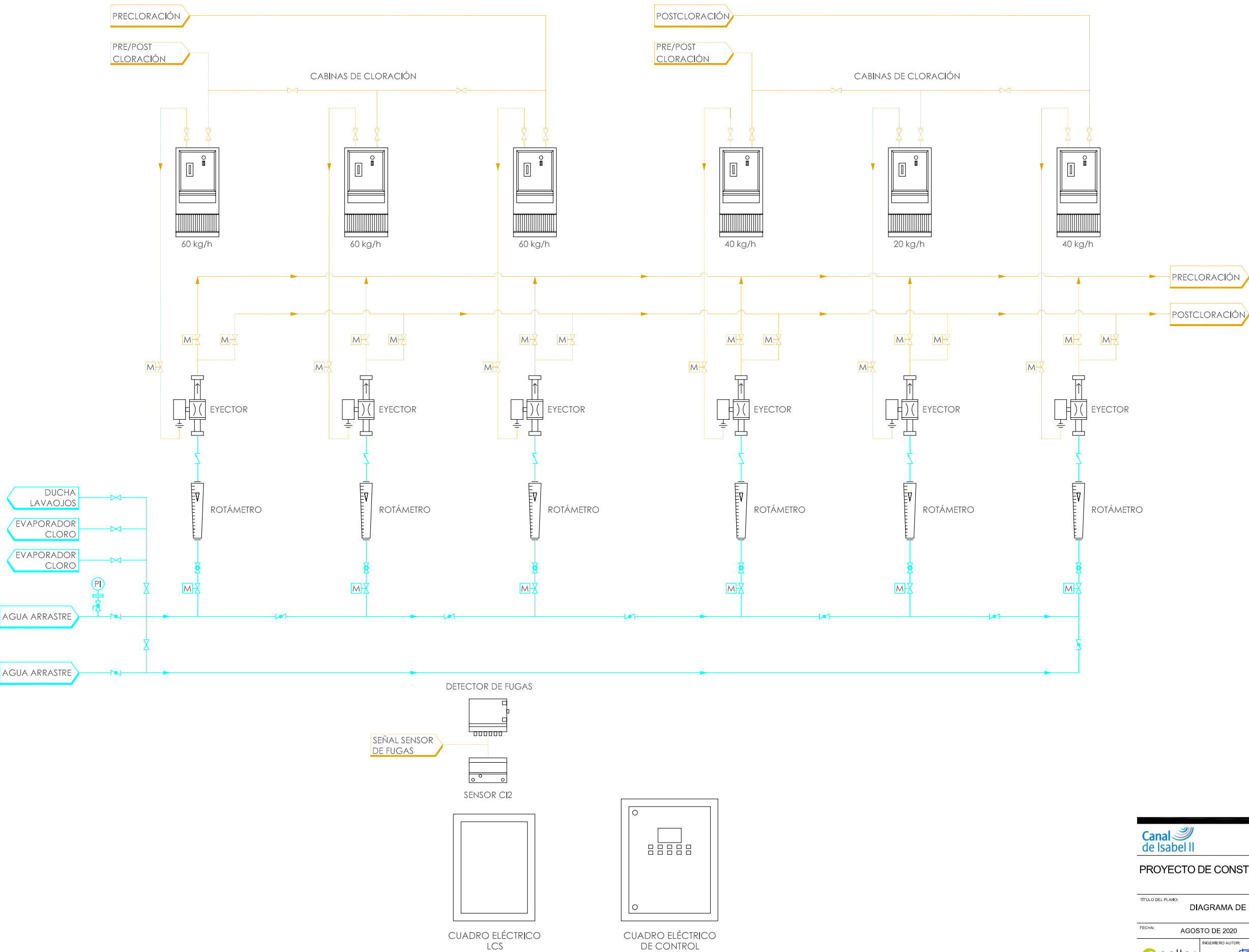
LEYENDA	
	DISCO DE RUPTURA
	VÁLVULA COLECTOR
	FILTRO REGULADOR DE PRESIÓN-LUBRICADOR
	VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN AUTOMÁTICA
	CÁMARA DE EXPANSIÓN
	CONTENEDOR CON BÁSCULA
	ROTÁMETRO (LCS)
	EYECTOR
	VÁLVULA CONTRAPRESIÓN

	LÍNEA DE AGUA INDUSTRIAL
	LÍNEA DE REACTIVOS
	LÍNEA DE GAS
	LÍNEA DE AIRE
	LÍNEA DE NEUTRALIZACIÓN

SALA DE CLORO VACÍO

INSTALACIÓN DE TRASIEGO Y DOSIFICACIÓN DE CLORO



LEYENDA	
	DISCO DE RUPTURA
	VÁLVULA COLECTOR
	FILTRO REGULADOR DE PRESIÓN-LUBRICADOR
	VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN AUTOMÁTICA
	CÁMARA DE EXPANSIÓN
	CONTENIDOR CON BÁSCULA
	ROTÁMETRO (LCS)
	EYECTOR
	VÁLVULA CONTRAPRESIÓN

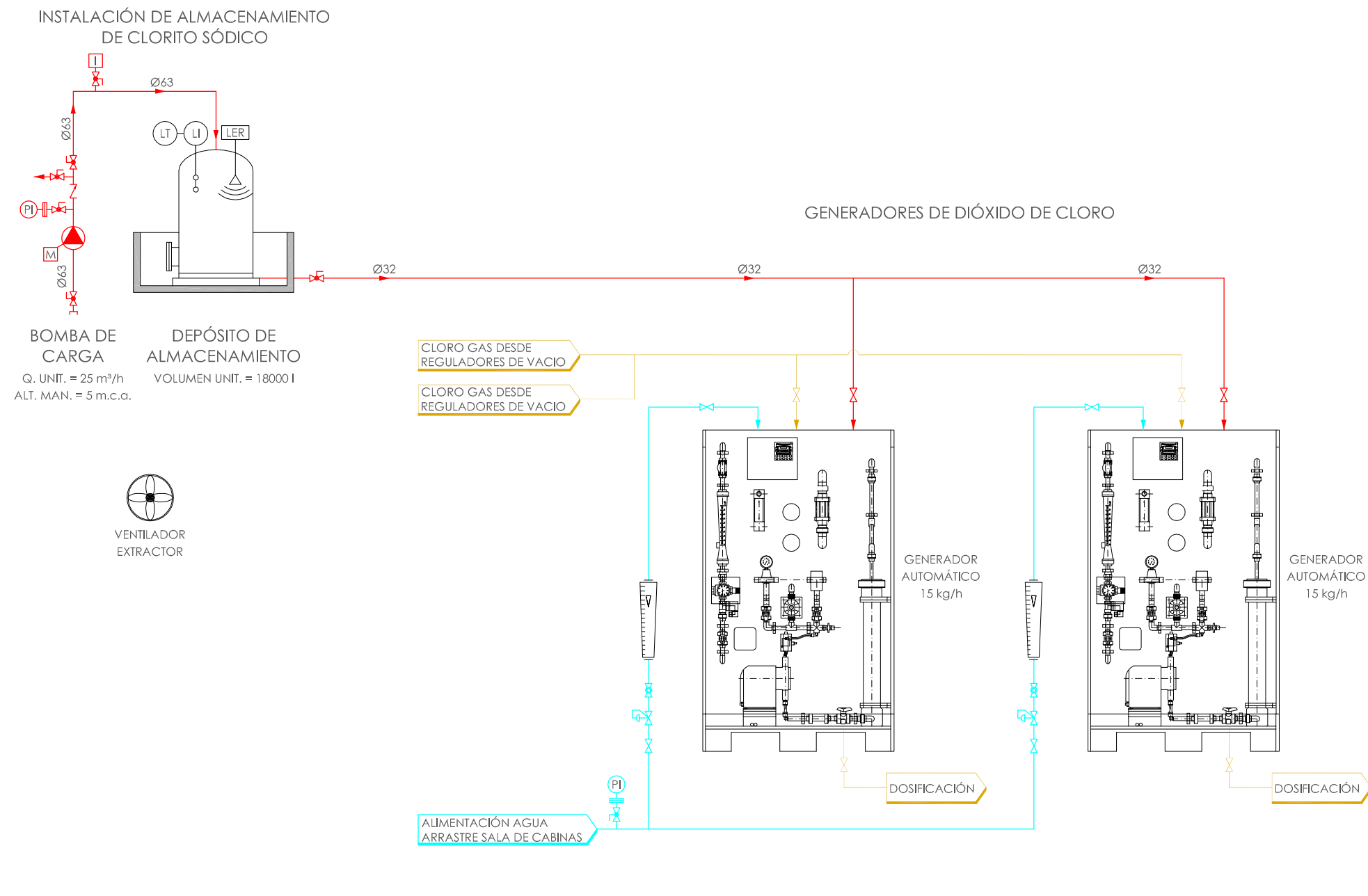
	LÍNEA DE AGUA INDUSTRIAL
	LÍNEA DE CLORO



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO: DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO. ESTADO REMODELADO. INSTALACIÓN DE CLORO II.

FECHA: AGOSTO DE 2020	ESCALA: S/E	Nº DE PLANO
INGENIERO AUTOR: ENRIQUE VILLAR GONZÁLEZ	DIRECTOR DEL PROYECTO: JOSÉ LUIS VICENTE ARCONES	DF-R02
VºBº SUBDIRECTORA DE PROYECTOS: MARÍA VALVERDE AGÜILÓPEZ		HOJA 1 DE 1

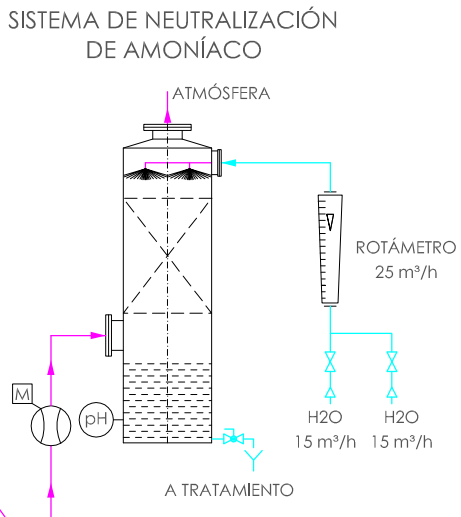
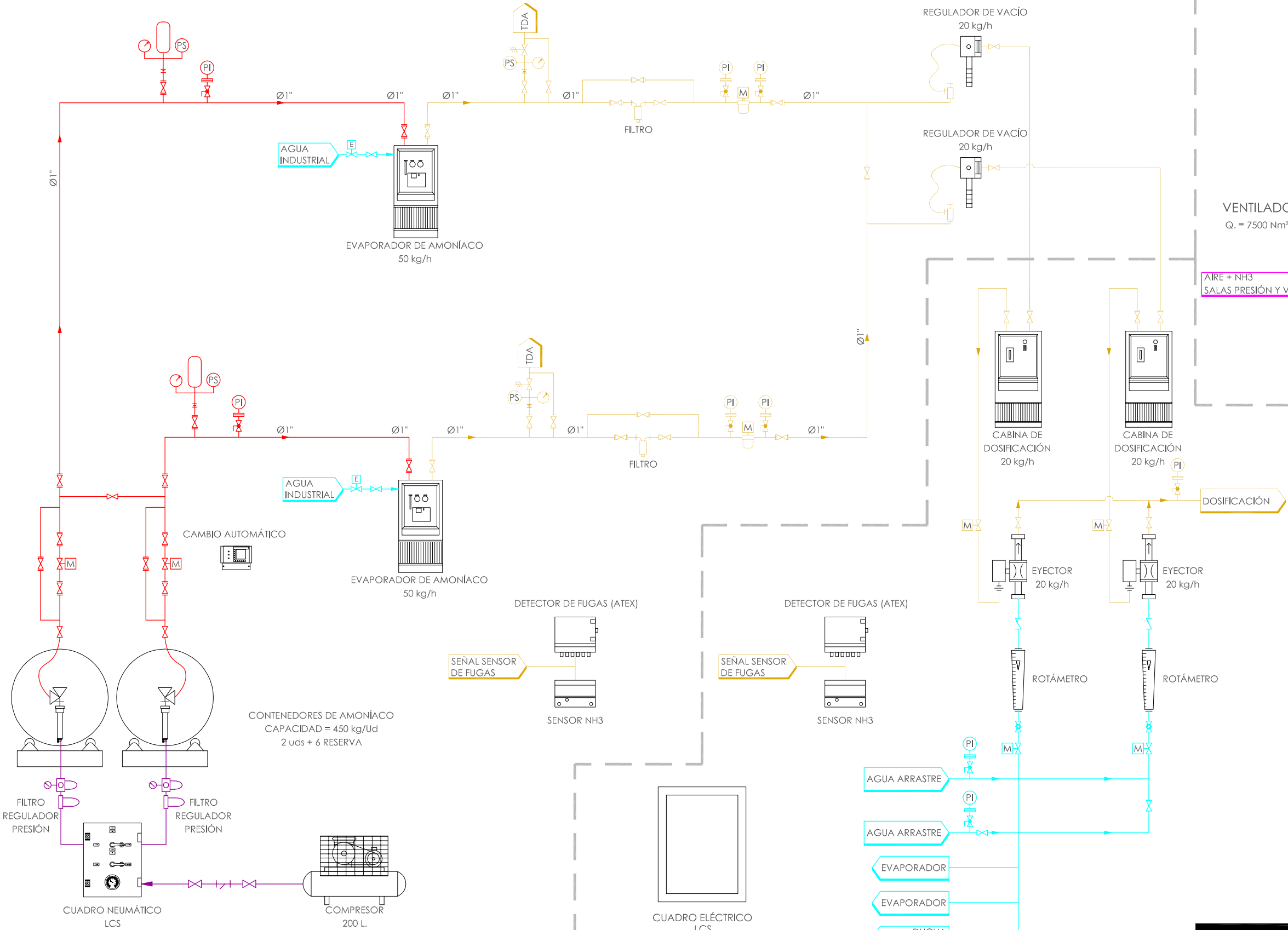


LEYENDA	
	VÁLVULA DE CONTRAPRESIÓN
	VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN MANUAL
	VÁLVULA DE DIAFRAGMA

	LÍNEA DE AGUA INDUSTRIAL
	LÍNEA DE REACTIVOS
	LÍNEA DE CLORO

SALA DE PRESIÓN



LEYENDA	
	DISCO DE RUPTURA
	VÁLVULA COLECTOR
	FILTRO REGULADOR DE PRESIÓN-LUBRICADOR
	VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN AUTOMÁTICA
	CÁMARA DE EXPANSIÓN
	CONTENEDOR CON BÁSCULA
	ROTÁMETRO (LCS)
	EYECTOR
	VÁLVULA CONTRAPRESIÓN

	LÍNEA DE AGUA INDUSTRIAL
	LÍNEA DE REACTIVOS
	LÍNEA DE CLORO
	LÍNEA DE AIRE
	LÍNEA DE NEUTRALIZACIÓN

SALA DE VACÍO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO:

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO. ESTADO REMODELADO. INSTALACIÓN DE AMONÍACO.

FECHA:

AGOSTO DE 2020

INGENIERO AUTOR:

FECHA:

AGOSTO DE 2020

INGENIERO AUTORA:

FECHA:

AGOSTO DE 2020

INGENIERO AUTORA:

ESCALA:

S/E

DIR. DEL PROYECTO. ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO:

FECHA:

AGOSTO DE 2020

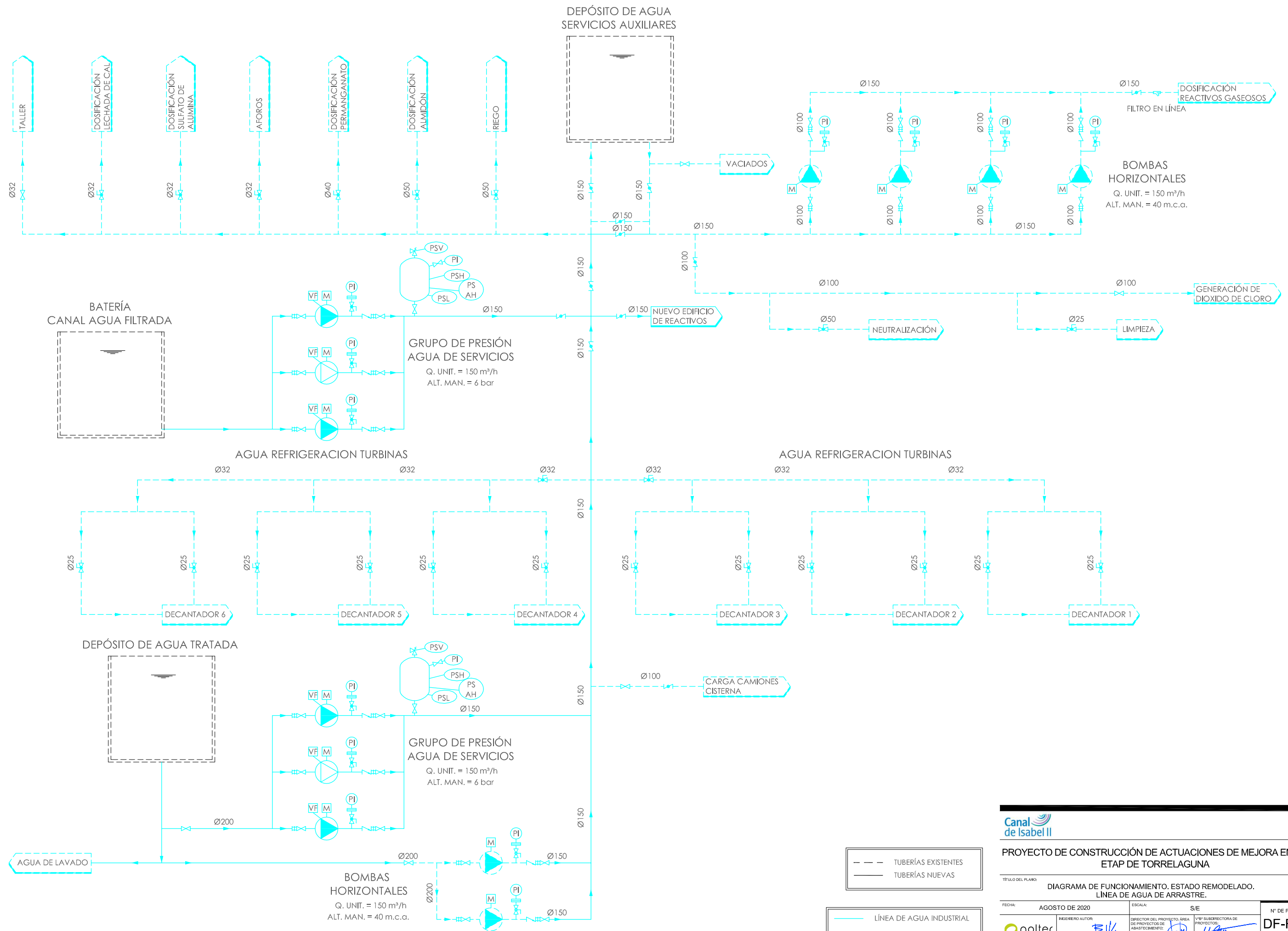
INGENIERO AUTORA:

Nº DE PLANO

DF-R04

HOJA 1 DE 1

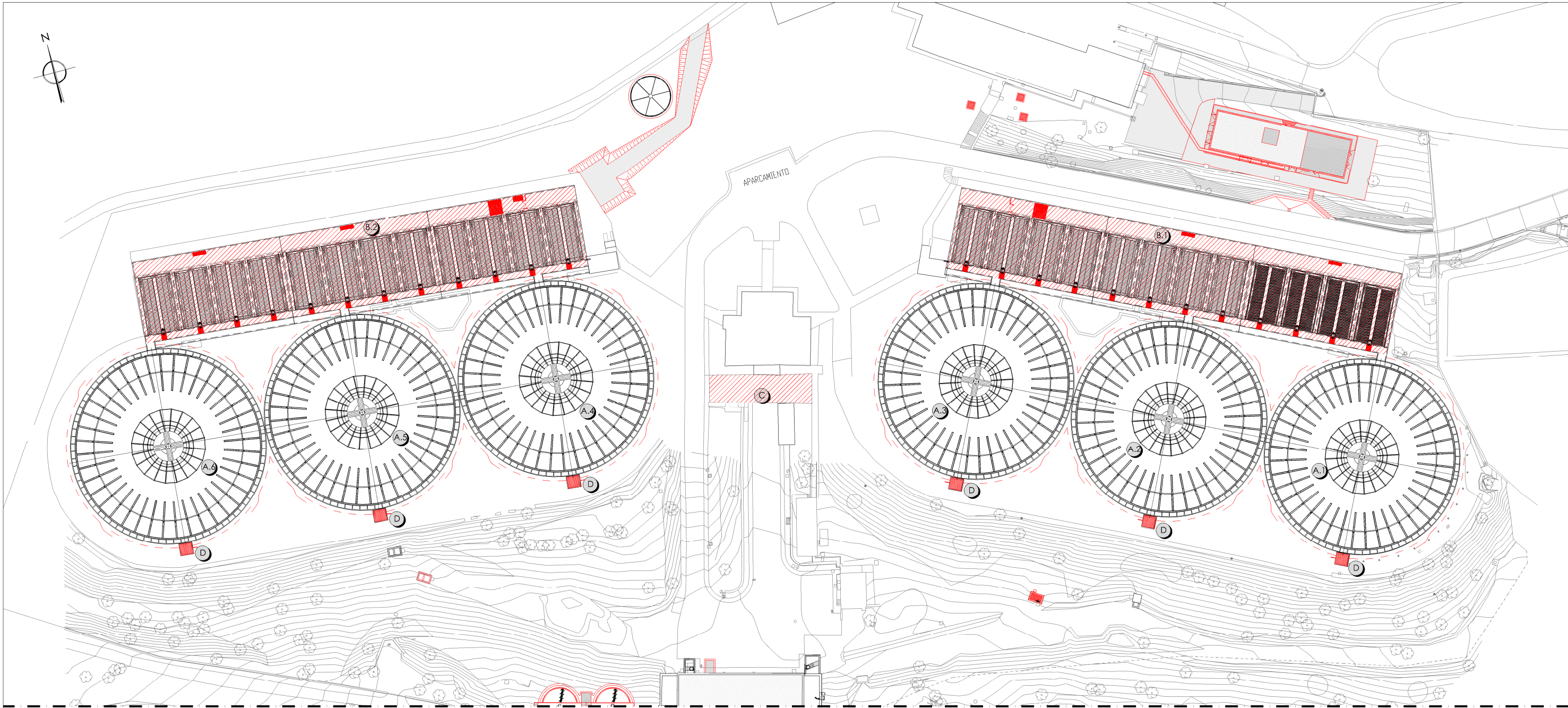




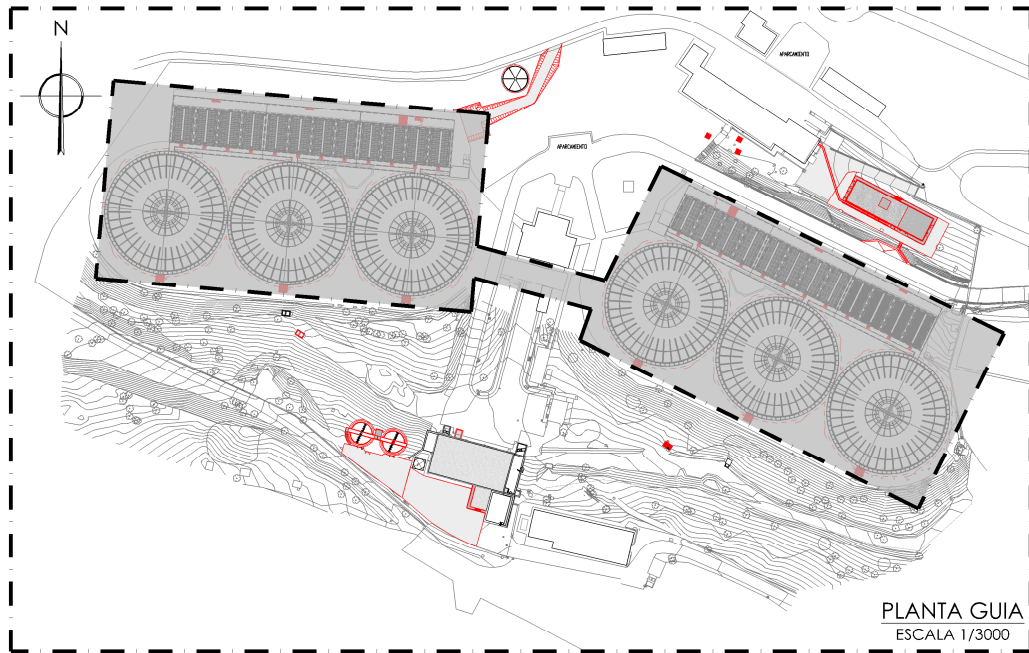
	-BOMBA CENTRÍFUGA		-ELECTROVÁLVULA		-MEDIDOR DE NIVEL RADAR
	-BOMBA PERISTÁLTICA		-MOTOR ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO		-INTERRUPTOR DE NIVEL BAJO
	-SOPLANTE		-MOTOR ACCIONAMIENTO REGULABLE		-MEDIDOR DE PH
	-AGITADOR SUMERGIDO		-CONECTOR A LA RED DE AGUA INDUSTRIAL		-MEDIDOR INDICADOR DE pH
	-DIFUSOR		-VARIADOR DE FRECUENCIA		-MEDIDOR TRANSMISOR DE pH
	-BOMBA HELICOIDAL		-MEDIDOR DE NIVEL ULTRASÓNICO		-MEDIDOR DE TURBIDEZ
	-CARRETE DE DESMONTAJE		-MANÓMETRO. MEDIDOR INDICADOR DE PRESIÓN		-MEDIDOR INDICADOR DE TURBIDEZ
	-VÁLVULA DE COMPUERTA		-MEDIDOR INDICADOR DE NIVEL		-MEDIDOR TRANSMISOR DE TURBIDEZ
	-VÁLVULA DE MARIPOSA		-MEDIDOR TRANSMISOR DE NIVEL		-VÁLVULA DE SEGURIDAD
	-VÁLVULA DE RETENCIÓN		-MEDIDOR ELEMENTO PRIMARIO DE CAUDAL		-MEDIDA DE CONDUCTIVIDAD
	-VÁLVULA DE BOLA		-MEDIDOR INDICADOR DE CAUDAL		-MEDIDA DE FOSFATOS
	-FILTRO MANUAL EN Y		-MEDIDOR TRANSMISOR DE CAUDAL		-MEDIDA DE POTENCIAL RED-OX
	-VÁLVULA DE MANGUITO		-MEDIDOR DE TEMPERATURA		-MEDIDA DE PRESIÓN
	-GRUPO FILTRO PURGADOR		-MEDIDOR INDICADOR DE TEMPERATURA		-VÁLVULA DE CONTROL DE NIVEL (LLENADO)
	-REDUCTORA DE PRESIÓN		-MEDIDOR TRANSMISOR DE TEMPERATURA		-FILTRO MALLA
	-COFRE DE P.V.C.		-MEDIDOR DE OXÍGENO DISUELTO		-VENTOSA
	-VÁLVULA DE SEGURIDAD EN ESCUADRA		-MEDIDOR INDICADOR DE OXÍGENO DISUELTO		-VÁLVULA ANTI-ROTURA
	-VÁLVULA DE TRES VÍAS		-MEDIDOR TRANSMISOR DE OXÍGENO DISUELTO		-VÁLVULA DE DIAFRAGMA
	-VÁLVULA DE ALIVIO		-INTERRUPTOR ALARMA DE NIVEL ALTO		-VÁLVULA DE GUILLOTINA
	-CONEXIÓN RÁPIDA DE MANGUERA		-INTERRUPTOR ALARMA DE NIVEL BAJO		
	-MEDIDOR DE CAUDAL		-INTERRUPTOR DE NIVEL ALTO		

PARÁMETROS A MEDIR	PROCESO DE MEDIDA
L - NIVEL	E - ELEMENTO
P - PRESIÓN	I - INDICADOR
T - TEMPERATURA	T - TRANSMISOR
Rx - REDOX	Q - TOTALIZADOR
Sdi - SDI	C - CONTROLADOR
pH - pH	SL - INTERRUPTOR BAJO
F - CAUDAL	SH - INTERRUPTOR ALTO
C - CONDUCTIVIDAD	AL - ALARMA BAJO
dP - DIFERENCIAL DE PRESIÓN	AH - ALARMA ALTO





PLANTA  
ESCALA 1/1000



PLANTA GUÍA  
ESCALA 1/3000

PROCESOS E INSTALACIONES REMODELADAS		
LETRA	DESCRIPCIÓN	ACTUACIÓN
A.1	DECANTADOR ACCELATOR 1	- REPARACIÓN DE DECANTADOR ACCELATOR. - LIMPIEZA Y PINTADO DEL MECANISMO DE ARRASTRE DEL DECANTADOR. - NUEVA BARANDILLA PERIMETRAL.
A.2	DECANTADOR ACCELATOR 2	
A.3	DECANTADOR ACCELATOR 3	
A.4	DECANTADOR ACCELATOR 4	
A.5	DECANTADOR ACCELATOR 5	
A.6	DECANTADOR ACCELATOR 6	
B.1	BATERÍA 1 : FILTROS DE 1 A 12	- SUSTITUCIÓN DE TUBERÍAS Y VÁLVULAS. - CAMBIO DE FALSOS FONDO.
B.2	BATERÍA 2 : FILTROS DE 13 A 24	
C	SALA DE MÁQUINAS DE LAVADO DE FILTROS	- SUSTITUCIÓN DE EQUIPOS Y TUBERÍAS.
D	ARQUETA DE PURGA DE FANGOS	- CUBRICIÓN DE ARQUETAS

LEYENDA OBRA CIVIL

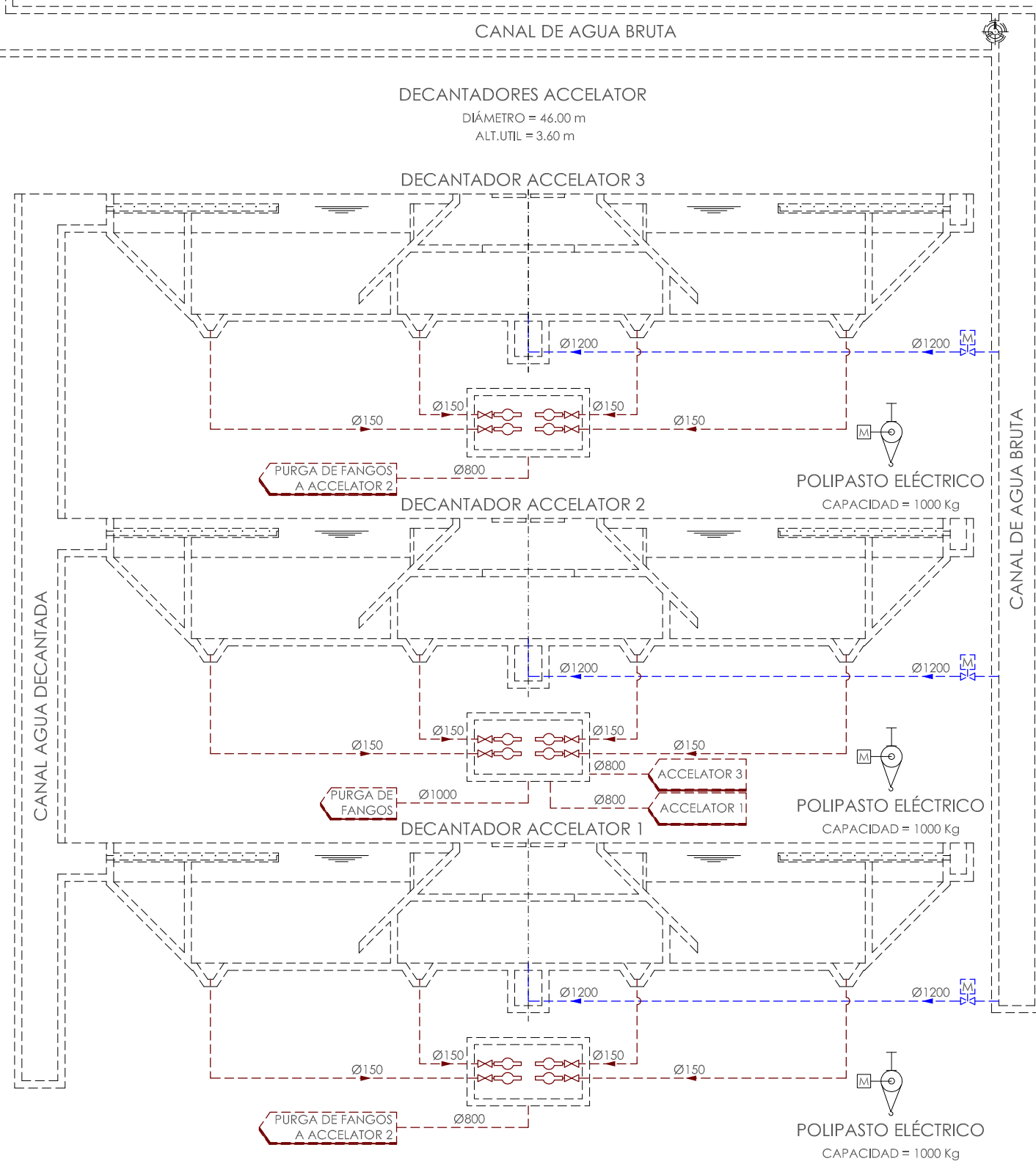
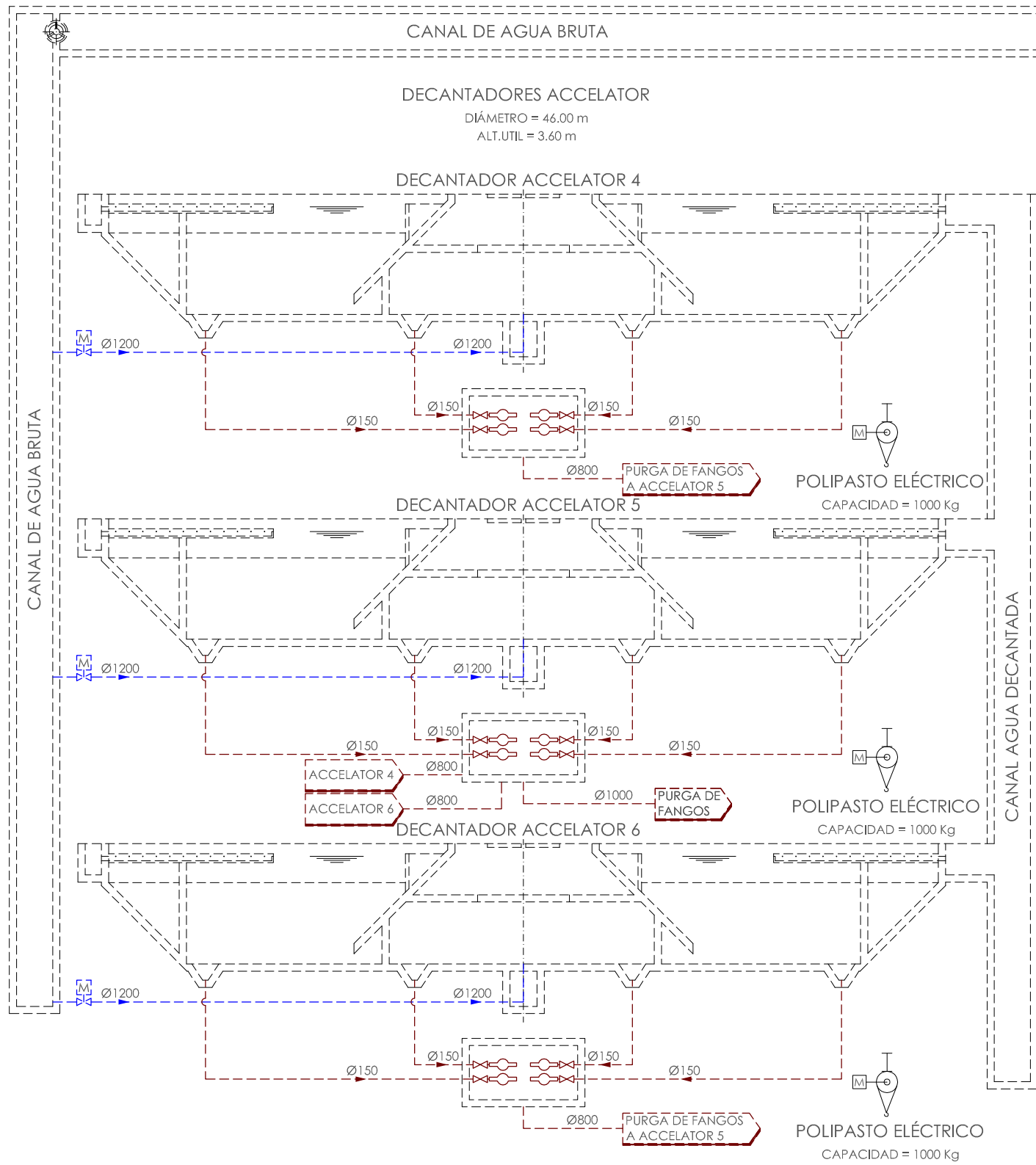
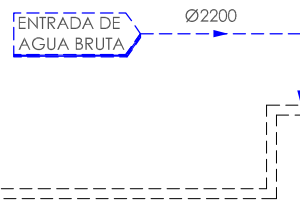
- OBRA CIVIL EXISTENTE.  
— OBRA CIVIL ACTUACIÓN.



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO:		PLANTA GENERAL. ESTADO REMODELADO. ACTUACIÓN LÍNEA DE AGUA. IMPLANTACIÓN I.	
FECHA:	AGOSTO DE 2020	ESCALA:	INDICADAS
INGENIERO AUTOR:	EMILIO VILLAR GONZÁLEZ	DIRECTOR DEL PROYECTO. ÁREA DE PROYECTOR DE ABASTECIMIENTO:	VÍB" SUBDIRECTORA DE PROYECTOS:
Nº DE PLANO		PG-A02	
HOJA 1 DE 1			



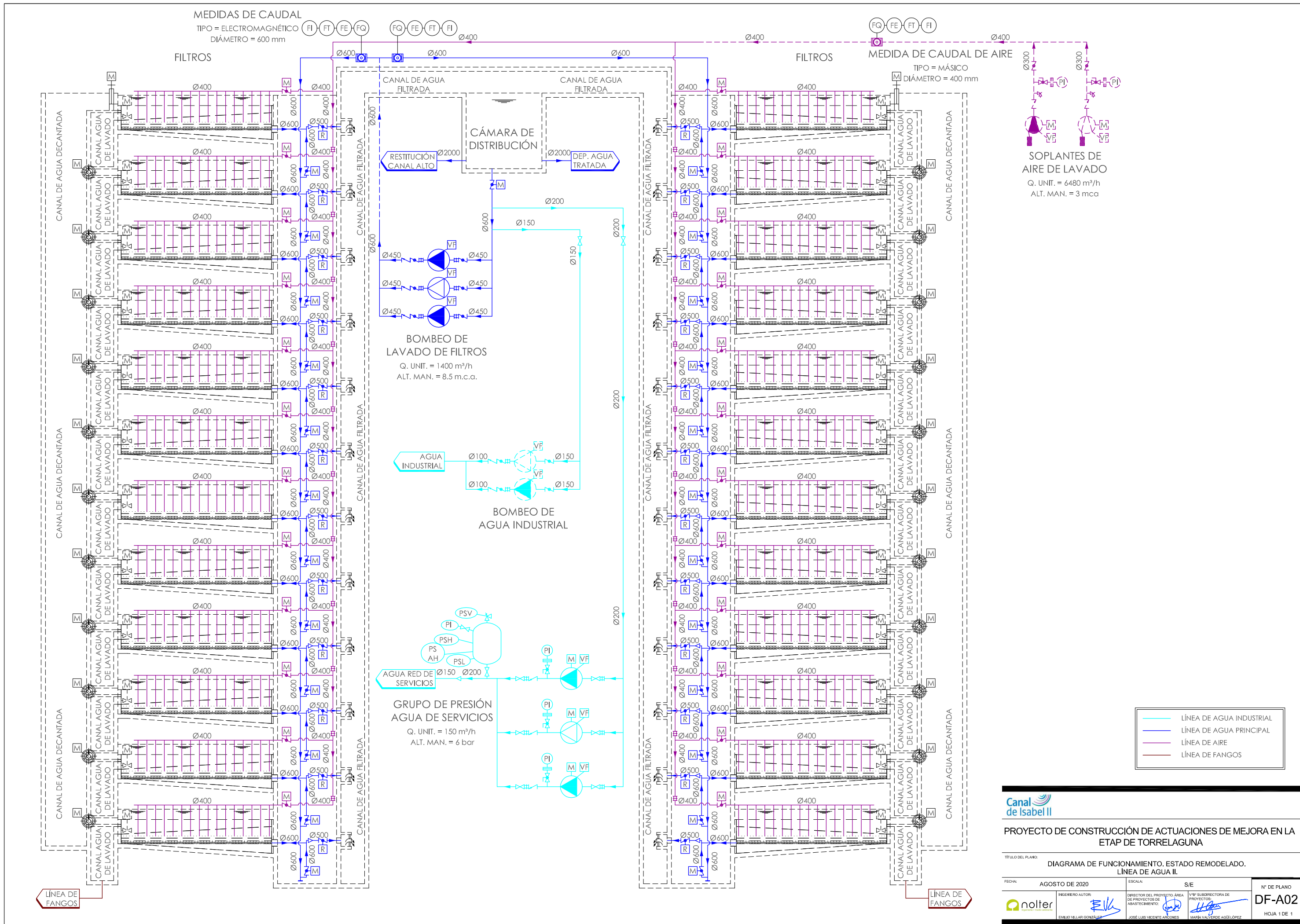


PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO: DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO. ESTADO REMODELADO. LÍNEA DE AGUA I.

FECHA: AGOSTO DE 2020	ESCALA: S/E	Nº DE PLANO: DF-A01
INGENIERO AUTOR: ENRIQUE VILLAR GONZÁLEZ	DIRECTOR DEL PROYECTO: JOSÉ LUIS VICENTE ARCONES	VºBº SUBDIRECTORA DE PROYECTOS: MARÍA VAL VERDE AGÜE LÓPEZ

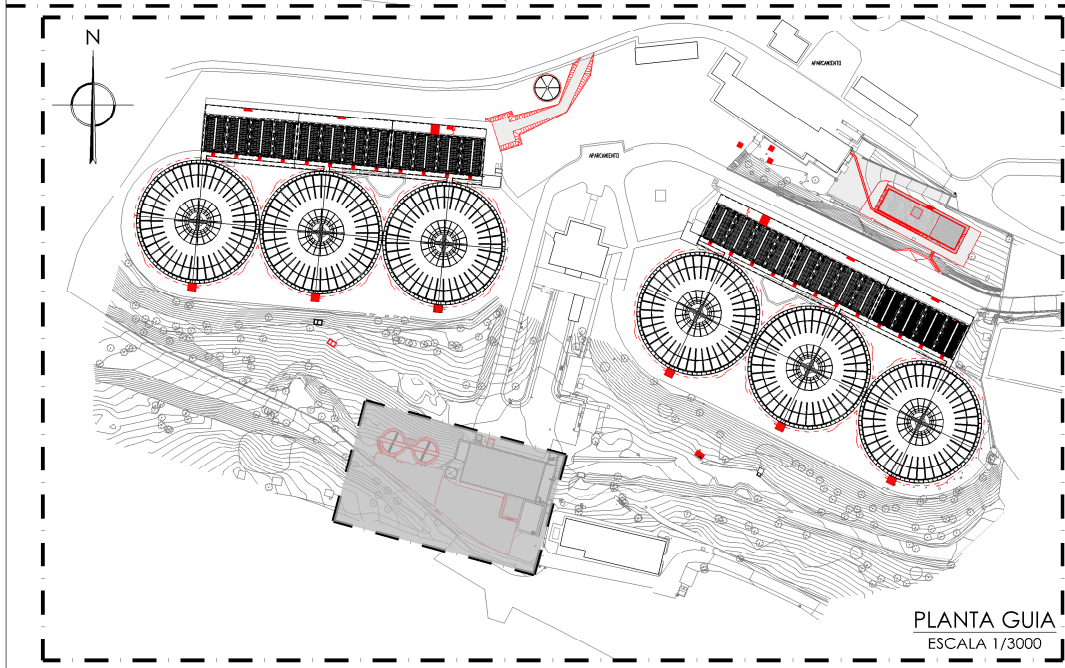
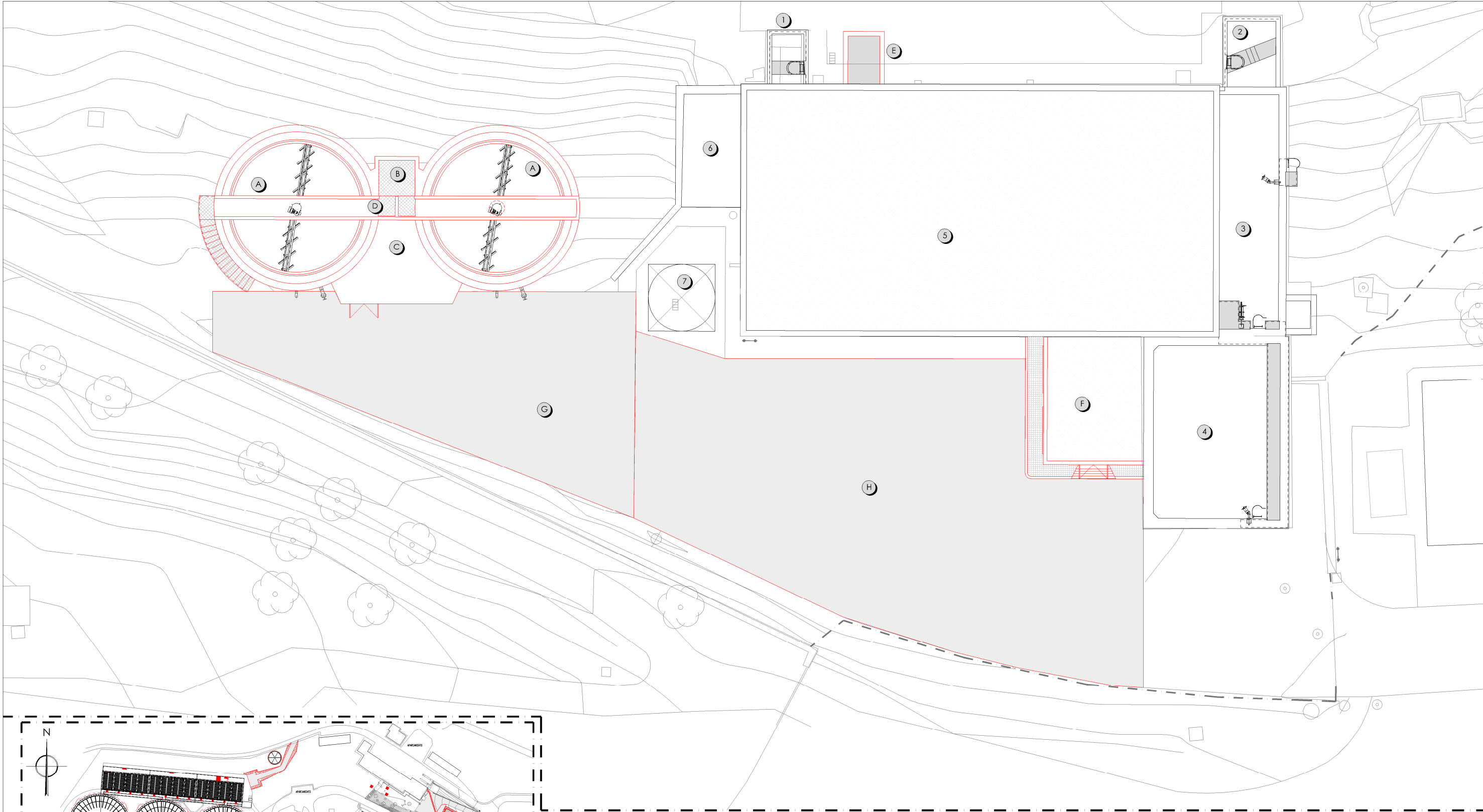




	-BOMBA CENTRÍFUGA		-ELECTROVÁLVULA		-MEDIDOR DE NIVEL RADAR
	-BOMBA PERISTÁLTICA		-MOTOR ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO		-INTERRUPTOR DE NIVEL BAJO
	-SOPLANTE		-MOTOR ACCIONAMIENTO REGULABLE		-MEDIDOR DE PH
	-AGITADOR SUMERGIDO		-CONECTOR A LA RED DE AGUA INDUSTRIAL		-MEDIDOR INDICADOR DE pH
	-DIFUSOR		-VARIADOR DE FRECUENCIA		-MEDIDOR TRANSMISOR DE pH
	-BOMBA HELICOIDAL		-MEDIDOR DE NIVEL ULTRASÓNICO		-MEDIDOR DE TURBIDEZ
	-CARRETE DE DESMONTAJE		-MANÓMETRO. MEDIDOR INDICADOR DE PRESIÓN		-MEDIDOR INDICADOR DE TURBIDEZ
	-VÁLVULA DE COMPUERTA		-MEDIDOR INDICADOR DE NIVEL		-MEDIDOR TRANSMISOR DE TURBIDEZ
	-VÁLVULA DE MARIPOSA		-MEDIDOR TRANSMISOR DE NIVEL		-VÁLVULA DE SEGURIDAD
	-VÁLVULA DE RETENCIÓN		-MEDIDOR ELEMENTO PRIMARIO DE CAUDAL		-MEDIDA DE CONDUCTIVIDAD
	-VÁLVULA DE BOLA		-MEDIDOR INDICADOR DE CAUDAL		-MEDIDA DE FOSFATOS
	-FILTRO MANUAL EN Y		-MEDIDOR TRANSMISOR DE CAUDAL		-MEDIDA DE POTENCIAL RED-OX
	-VÁLVULA DE MANGUITO		-MEDIDOR DE TEMPERATURA		-MEDIDA DE PRESIÓN
	-GRUPO FILTRO PURGADOR		-MEDIDOR INDICADOR DE TEMPERATURA		-VÁLVULA DE CONTROL DE NIVEL (LLENADO)
	-REDUCTORA DE PRESIÓN		-MEDIDOR TRANSMISOR DE TEMPERATURA		-FILTRO MALLA
	-COFRE DE P.V.C.		-MEDIDOR DE OXÍGENO DISUELTO		-VENTOSA
	-VÁLVULA DE SEGURIDAD EN ESCUADRA		-MEDIDOR INDICADOR DE OXÍGENO DISUELTO		-VÁLVULA ANTI-ROTURA
	-VÁLVULA DE TRES VÍAS		-MEDIDOR TRANSMISOR DE OXÍGENO DISUELTO		-VÁLVULA DE DIAFRAGMA
	-VÁLVULA DE ALIVIO		-INTERRUPTOR ALARMA DE NIVEL ALTO		-VÁLVULA DE GUILLOTINA
	-CONEXIÓN RÁPIDA DE MANGUERA		-INTERRUPTOR ALARMA DE NIVEL BAJO		
	-MEDIDOR DE CAUDAL		-INTERRUPTOR DE NIVEL ALTO		

PARÁMETROS A MEDIR	PROCESO DE MEDIDA
L - NIVEL	E - ELEMENTO
P - PRESIÓN	I - INDICADOR
T - TEMPERATURA	T - TRANSMISOR
Rx - REDOX	Q - TOTALIZADOR
Sdi - SDI	C - CONTROLADOR
pH - pH	SL - INTERRUPTOR BAJO
F - CAUDAL	SH - INTERRUPTOR ALTO
C - CONDUCTIVIDAD	AL - ALARMA BAJO
dP - DIFERENCIAL DE PRESIÓN	AH - ALARMA ALTO





PLANTA GUIA  
ESCALA 1/3000

PROCESOS E INSTALACIONES ACTUALES	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	ARQUETA DE ENTRADA DE PURGA DE DECANTADORES ACCELIAIOR
2	ARQUETA DE ENTRADA DE PURGA DE DECANTADORES Y AGUA DE LAVADO DE FILTROS
3	BALSA DE HOMOGENEIZACIÓN
4	BALSA DE HOMOGENEIZACIÓN AMPLIADA
5	EDIFICIO DE TRATAMIENTO DE FANGOS
6	AMPLIACIÓN DEL DEPÓSITO DE FANGOS DECANTADOS (DESMANTELADOS)
7	SILO DE ALMACENAMIENTO DE FANGOS

PROCESOS E INSTALACIONES NUEVAS	
LETRA	DESCRIPCIÓN
A	NUEVOS ESPESADORES DE GRAVEDAD
B	CÁMARA DE MEZCLA
C	BOMBEO DE PURGA DE FANGOS
D	REPARTO A ESPESADORES
E	NUEVA ARQUETA DE CONEXIÓN DE LA PURGA DE LOS DECANTADORES LAMELARES
F	NUEVO EDIFICIO DE BOMBEO A DECANTADORES LAMELARES
G	NUEVA ZONA A URBANIZAR
H	REMODELACIÓN VIAL EXISTENTE

PLANTA  
ESCALA 1/250

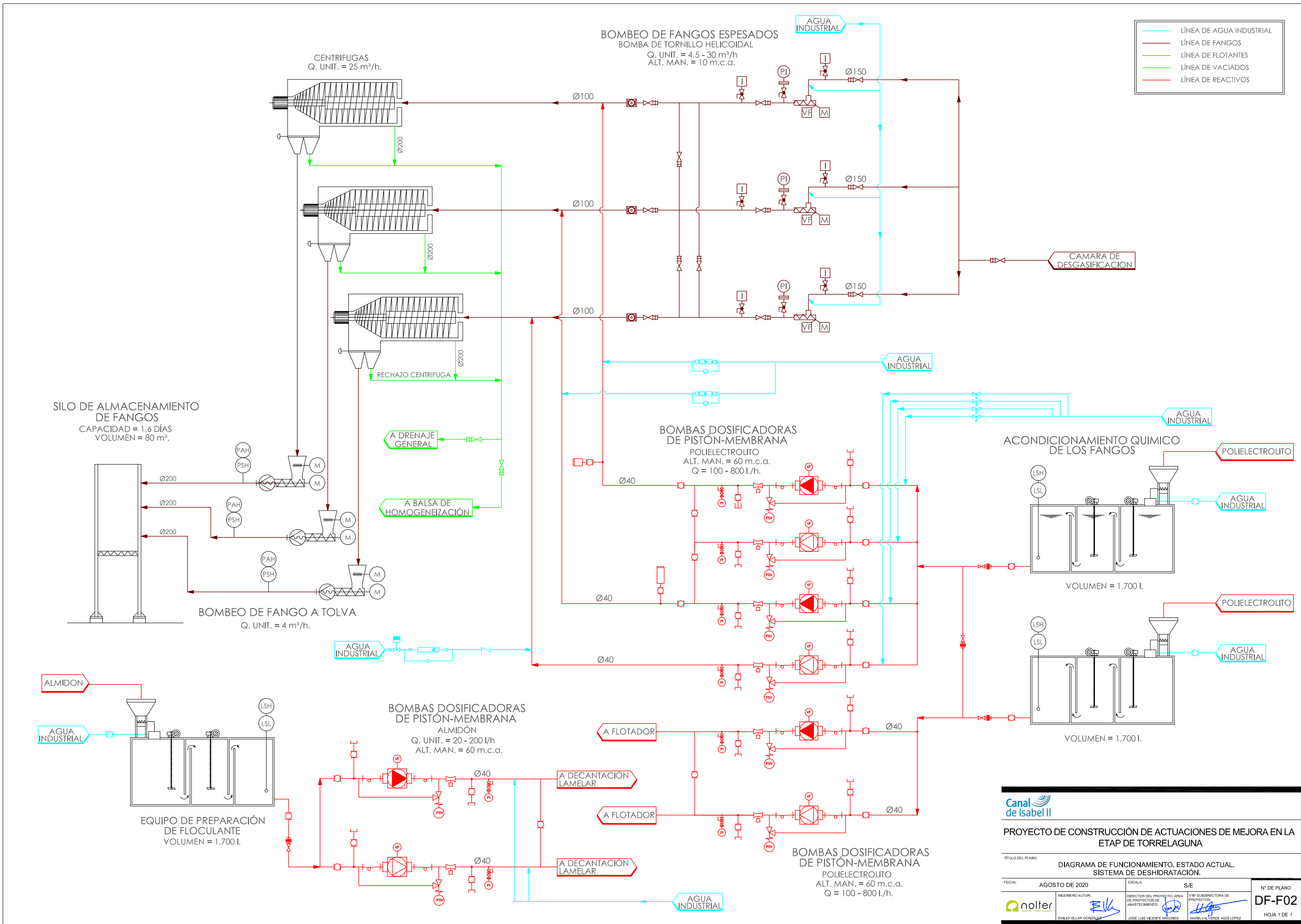
LEYENDA OBRA CIVIL  
— OBRA CIVIL EXISTENTE.  
— OBRA CIVIL ACTUACIÓN.

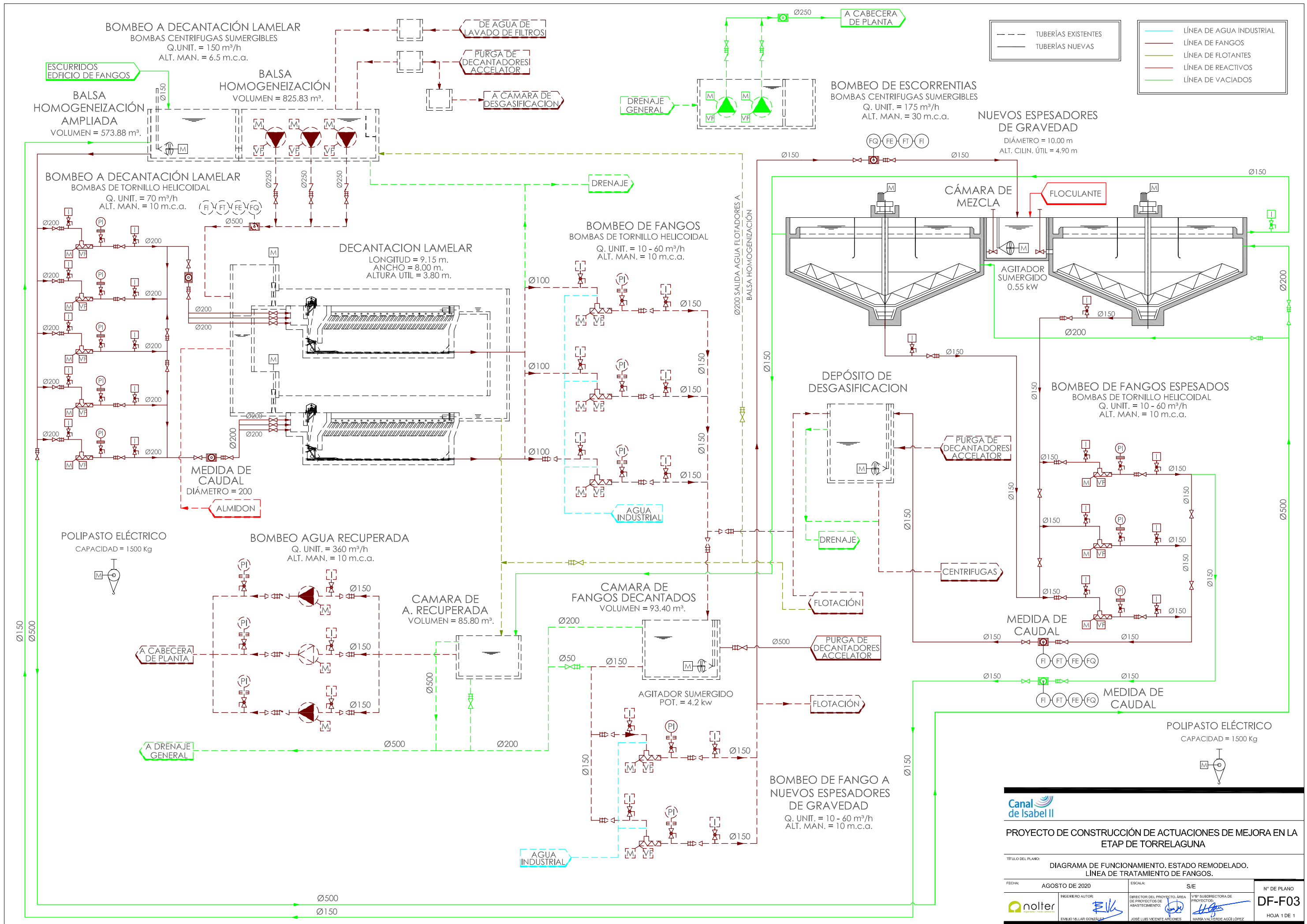


PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO:		PLANTA GENERAL. ESTADO REMODELADO. ACTUACIÓN LÍNEA DE FANGOS. IMPLANTACIÓN.	
FECHA:	AGOSTO DE 2020	ESCALA:	INDICADAS
INGENIERO AUTOR:		DIRECTOR DEL PROYECTO. ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO:	
EMILIO VILLAR GONZÁLEZ		JOSE LUIS VICENTE ARCONES	
Nº DE PLANO		PG-F05	
		HOJA 1 DE 1	









BOMBEO DE FANGOS ESPESADOS  
BOMBA DE TORNILLO HELICOIDAL  
Q. UNIT. = 4.5 - 30 m³/h  
ALT. MAN. = 10 m.c.a.

CENTRIFUGAS  
Q. UNIT. = 25 m³/h.

--- TUBERÍAS EXISTENTES  
— TUBERÍAS NUEVAS

— LÍNEA DE AGUA INDUSTRIAL  
— LÍNEA DE FANGOS  
— LÍNEA DE FLOTANTES  
— LÍNEA DE VACIADOS  
— LÍNEA DE REACTIVOS

SILO DE ALMACENAMIENTO  
DE FANGOS  
CAPACIDAD = 1.6 DÍAS  
VOLUMEN = 80 m³.

BOMBEO DE FANGO A TOLVA  
Q. UNIT. = 4 m³/h.

BOMBAS DOSIFICADORAS  
DE PISTÓN-MEMBRANA  
POLIELECTROLITO  
ALT. MAN. = 60 m.c.a.  
Q = 100 - 800 l./h.

ACONDICIONAMIENTO QUIMICO  
DE LOS FANGOS

VOLUMEN = 1.700 l.

VOLUMEN = 1.700 l.

BOMBAS DOSIFICADORAS  
DE PISTÓN-MEMBRANA  
ALMIDÓN  
Q. UNIT. = 20 - 200 m³/h  
ALT. MAN. = 60 m.c.a.

EQUIPO DE PREPARACIÓN  
DE FLOCULANTE  
VOLUMEN = 1.700 l.

BOMBAS DOSIFICADORAS  
DE PISTÓN-MEMBRANA  
POLIELECTROLITO  
ALT. MAN. = 60 m.c.a.  
Q = 100 - 800 l./h.

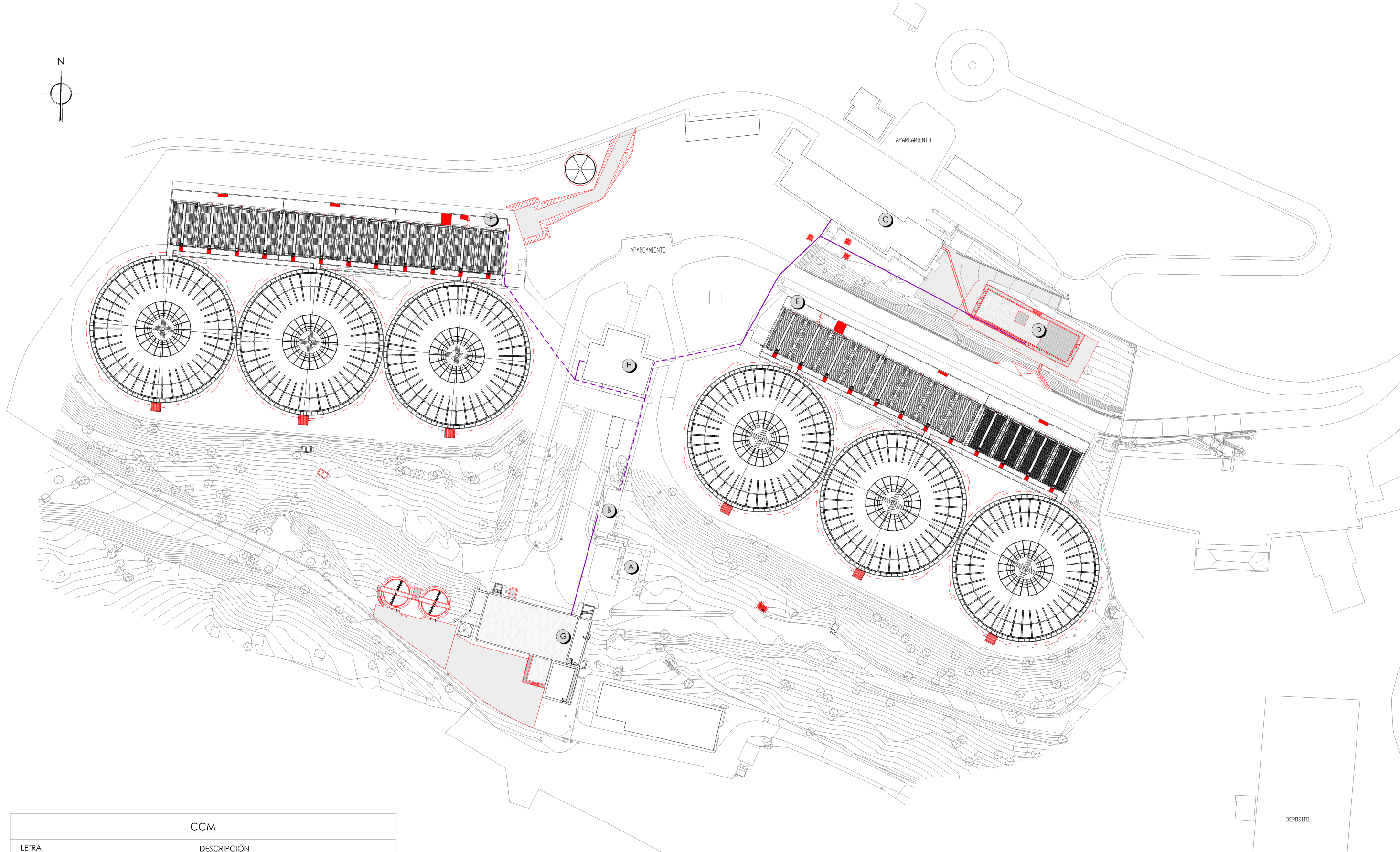
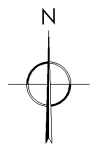
Canal  
de Isabel II

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA  
ETAP DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO: DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO. ESTADO REMODELADO.  
SISTEMA DE DESHIDRATACIÓN.

FECHA: AGOSTO DE 2020	INGENIERO AUTOR: ENELO VELLAR GONZÁLEZ	ESCALA: S/E	VºBº SUBDIRECTORA DE PROYECTOS: MARIA VAL VERDE AGÜE LÓPEZ	Nº DE PLANO: DF-F04
				HOJA 1 DE 1





CCM	
LETRA	DESCRIPCIÓN
A	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN NUEVO Y NUEVO CUADRO PROTECCIÓN SECUNDARIO
B	NUEVO CCM CENTRO DE DISTRIBUCIÓN Y NUEVO CGBT
C	NUEVO CCM EDIFICIO DE REACTIVOS ACTUAL
D	NUEVO CCM EDIFICIO DE REACTIVOS NUEVO
E	NUEVO CCM DECANTACIÓN Y FILTRACIÓN (BATERÍA 1)
F	NUEVO CCM DECANTACIÓN Y FILTRACIÓN (BATERÍA 2)
G	AMPLIACIÓN CCM FANGOS
H	SALA DE CONTROL ETAP

LEYENDA OBRA CIVIL

—

OBRA CIVIL EXISTENTE.

—

OBRA CIVIL ACTUACIÓN.

---

CANALIZACIONES ELÉCTRICAS EXISTENTES

---

CANALIZACIONES ELÉCTRICAS NUEVAS

PLANTA  
ESCALA 1/1200



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO:  
PLANTA GENERAL. ESTADO REMODELADO.  
IMPLANTACIÓN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

FECHA:  
AGOSTO DE 2020

INGENIERO AUTOR:  
EMILIO VILLAR GONZÁLEZ

ESCALA:  
1/1200

DIRECTOR DEL PROYECTO. ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO:  
JOSÉ LUIS VICENTE ARCONES

VºBº SUBDIRECTORA DE PROYECTOS:  
MARIA VAL VERDE AGÜI LÓPEZ

Nº DE PLANO  
PG-E01

HOJA 1 DE 1



CELDA DE PROTECCIÓN GENERAL ESTACIÓN DE BOMBEO	CELDA DE CONMUTACIÓN	CELDA DE PROTECCIÓN GENERAL	CELDA DE MEDIDA	CELDA DE PROTECCIÓN	CELDA DE PROTECCIÓN	CELDA DE PROTECCIÓN

3 x 150 Al 12/20 kV  
LINEA-1

3 x 150 A 12/20 kV  
LINEA-2

HEPRZ1 3x(1x95mm²)Al	HEPRZ1 3x(1x95mm²)Al	HEPRZ1 3x(1x95mm²)Al
----------------------	----------------------	----------------------

NAN

NAN

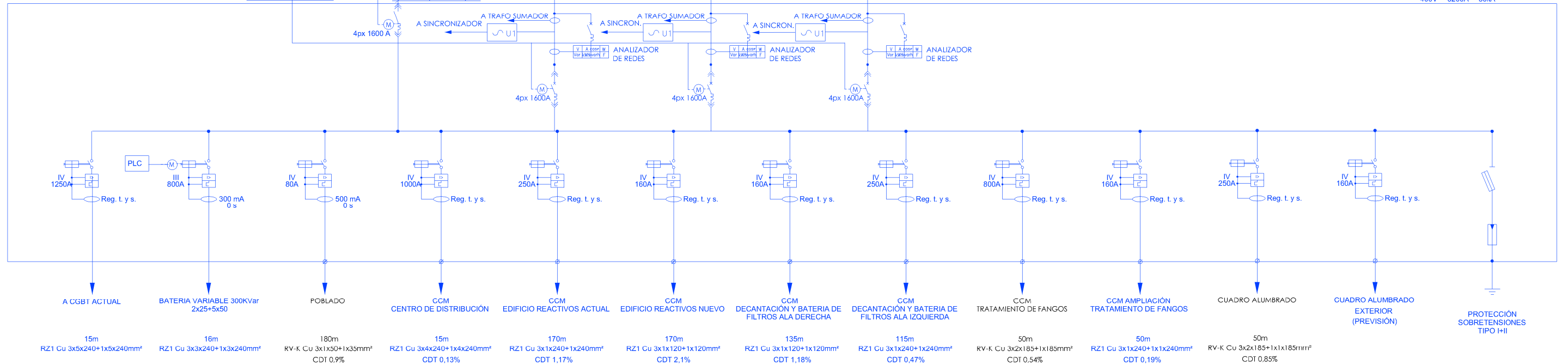
NAN

RZ1 4x(6x240mm<sup>2</sup>)Cu  
15mRZ1 4x(6x240mm<sup>2</sup>)Cu  
15m

RZ1 4x(6x240mm<sup>2</sup>)Cu  
15m

CUADRO GENERAL PROTECCIÓN SECUNDARIO TRANSFORMADOR

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN  
400V 3200A 50kA



- 1.- INTERRUPTOR SECCIONADOR III CON ELEVAMIENTO MECÁNICO DE 16kA.
- 2.- SECCIONADOR III SEMIOTATIVO EN AIRE 24 kV y 400 A.
- 3.- DISYUNTOR III CON RELES INDIRECTOS, 24 kV y 400 A y 12,5 kA.
- 4.- INDICADOR PRESENCIA DE TENSIÓN.
- 5.- SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA.
- 6.- INTERRUPTOR SECCIONADOR III RUPTOFUSIBLE 24 kV y 400 A

— EQUIPOS EXISTENTES.  
— EQUIPOS NUEVOS.

ESQUEMA ELÉCTRICO. ESQUEMA UNIFILAR.  
CUADRO GENERAL BAJA TENSIÓN.

FECHA:

AGOSTO DE 2020

ESCALA:	
---------	--

S/E

1º DE PLANO

 nolter  
Ingeniería / Medio Ambiente

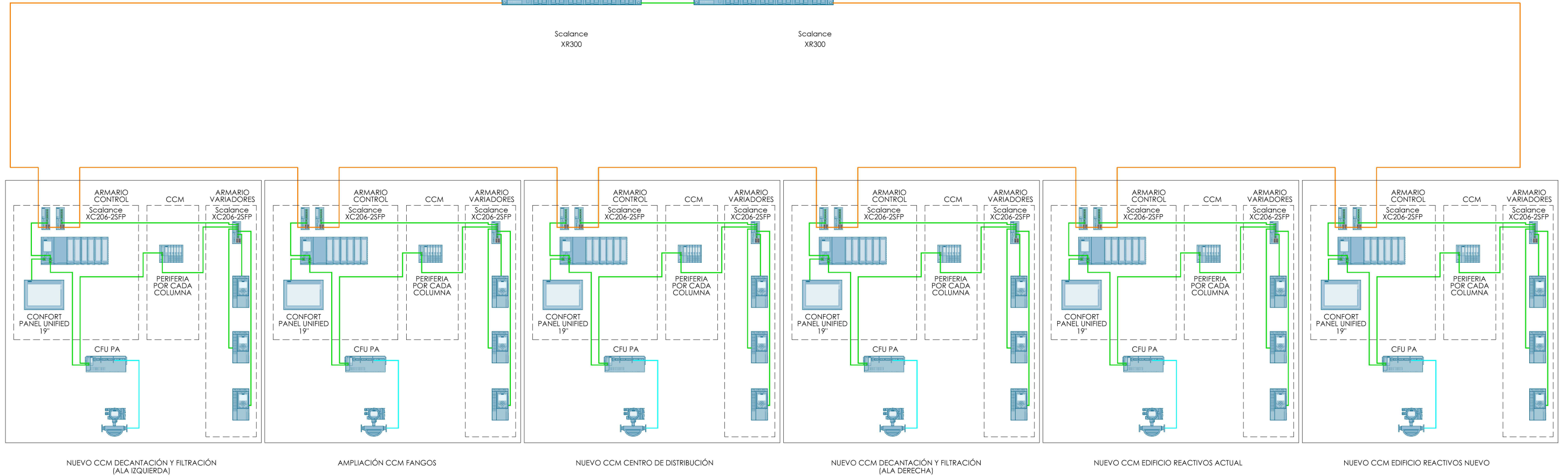
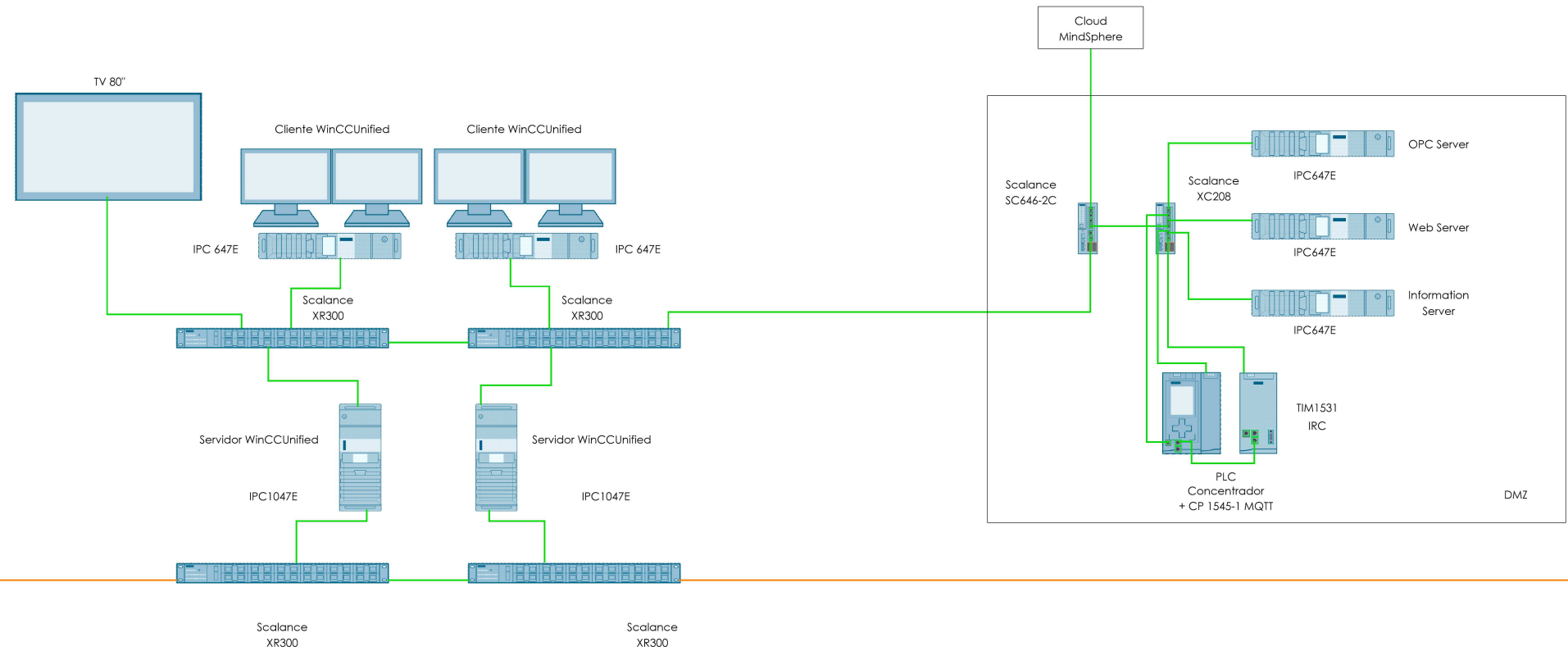
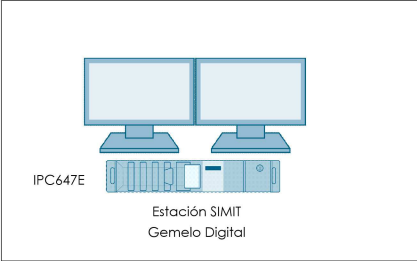
**REFERENCES**

DIRECTOR DEL PROYECTO: ASESOR DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO:

PROYECTOS:

E-E01

HOJA 1 DE 1



NUEVO CCM DECANACIÓN Y FILTRACIÓN (ALA IZQUIERDA)

AMPLIACIÓN CCM FANGOS

NUEVO CCM CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

NUEVO CCM DECANACIÓN Y FILTRACIÓN (ALA DERECHA)

NUEVO CCM EDIFICIO REACTIVOS ACTUAL

NUEVO CCM EDIFICIO REACTIVOS NUEVO

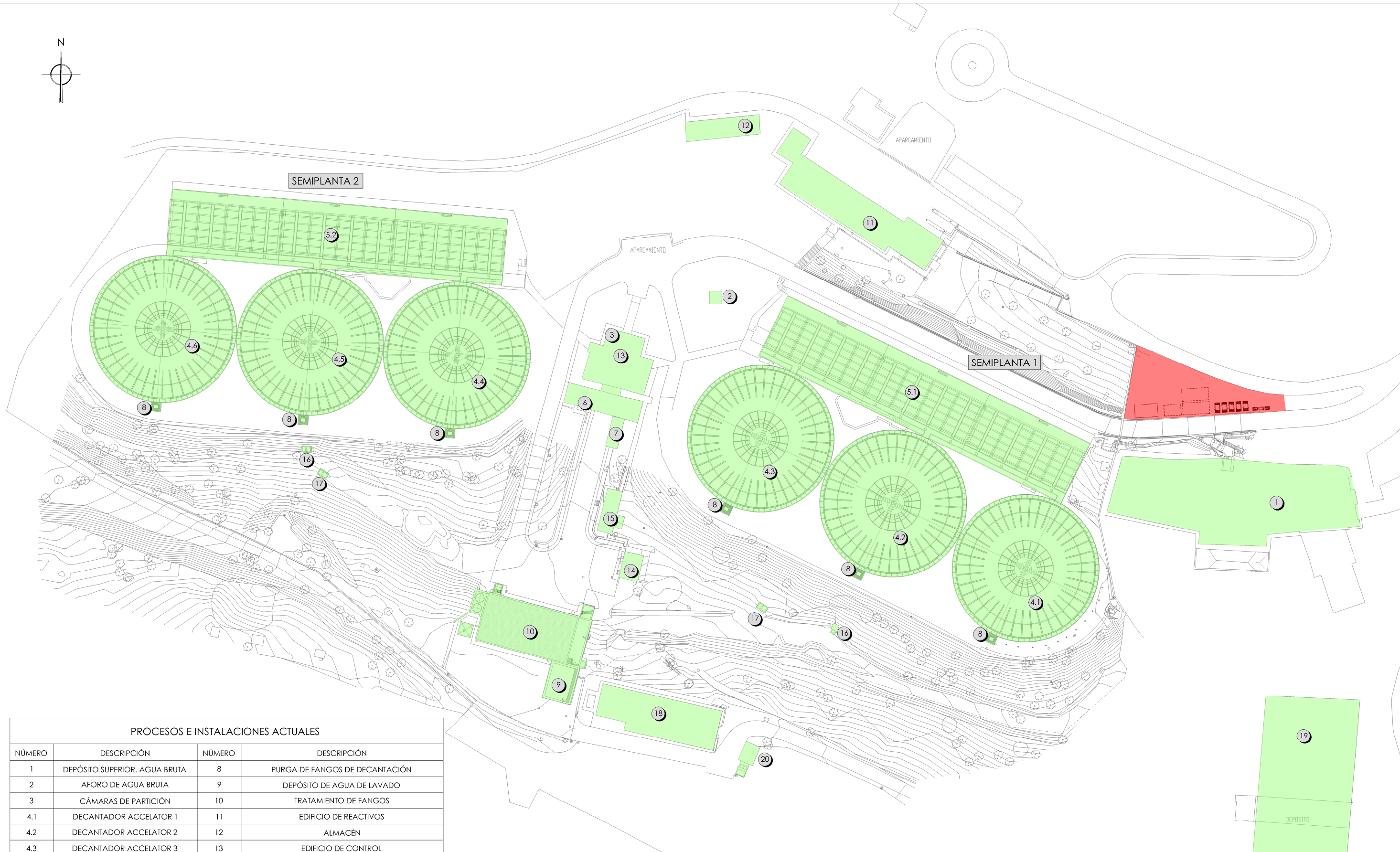
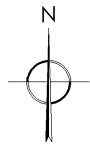
LEYENDA		
<span style="color: orange;">—</span>	PROFINET F.O.	
<span style="color: green;">—</span>	PROFINET COBRE	
<span style="color: cyan;">—</span>	PROFIBUS PA	



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO:		ESQUEMA ELÉCTRICO. ESQUEMA DE CONTROL.		Nº DE PLANO <b>EE-E09</b> HOJA 1 DE 1
FECHA:	AGOSTO DE 2020	ESCALA:	S/E	
INGENIERO AUTOR:		DIRECTOR DEL PROYECTO. ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO.		
EMILIO VILLAR GONZÁLEZ		JOSÉ LUIS VICENTE ARCONES		
		MÁRIA VALVERDE AGÜÍ LÓPEZ		





PROCESOS E INSTALACIONES ACTUALES			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN	NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	DEPÓSITO SUPERIOR. AGUA BRUTA	8	PURGA DE FANGOS DE DECANCIÓN
2	AFORO DE AGUA BRUTA	9	DEPÓSITO DE AGUA DE LAVADO
3	CÁMARAS DE PARTICIÓN	10	TRATAMIENTO DE FANGOS
4.1	DECANTADOR ACCELATOR 1	11	EDIFICIO DE REACTIVOS
4.2	DECANTADOR ACCELATOR 2	12	ALMACÉN
4.3	DECANTADOR ACCELATOR 3	13	EDIFICIO DE CONTROL
4.4	DECANTADOR ACCELATOR 4	14	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
4.5	DECANTADOR ACCELATOR 5	15	EDIFICIO DE CGD Y GRUPO ELECTRÓGENO
4.6	DECANTADOR ACCELATOR 6	16	PURGA FANGOS DE DECANCIÓN
5.1	BATERÍA 1: FILTROS DE 1 A 12	17	ARQUETA AGUA DE LAVADO
5.2	BATERÍA 2: FILTROS DE 13 A 24	18	EDIFICIO BOMBEO VALGALLEGOS
6	SALA DE MÁQUINAS DE LAVADO DE FILTROS	19	DEPÓSITO AGUA TRATADA
7	INSTALACIÓN ADICIONAL DE SOPLANTES DE LAVADO	20	BOMBEO ESCURRIDOS

PLANTA  
ESCALA 1/1200

**FASE 0**

Se procederá a la realización de los siguientes trabajos:

- Iniciarse los trabajos de ingeniería y gestión de compras.
- Elaboración de las especificaciones técnicas.
- Implantación de las instalaciones de obra (casetas de obra, vestuarios, botiquín, comedor).
- Zona de acopios de material necesario para el inicio de las obras.

**LEYENDA**

- INSTALACIONES EN SERVICIO.
- INSTALACIONES EN EJECUCIÓN.

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO:

FECHA: AGOSTO DE 2020

INGENIERO AUTOR:

ESCALA: 1/1200

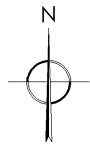
DIRECTOR DEL PROYECTO. ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO:

VºBº SUBDIRECTORA DE PROYECTOS:

Nº DE PLANO: FO-00

HOJA 1 DE 1





PROCESOS E INSTALACIONES NUEVAS	
LETRA	DESCRIPCIÓN
A	NUEVO EDIFICIO DE REACTIVOS

PROCESOS E INSTALACIONES ACTUALES			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN	NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	DEPÓSITO SUPERIOR. AGUA BRUTA	8	PURGA DE FANGOS DE DECANTACIÓN
2	AFORO DE AGUA BRUTA	9	DEPÓSITO DE AGUA DE LAVADO
3	CÁMARAS DE PARTICIÓN	10	TRATAMIENTO DE FANGOS
4.1	DECANTADOR ACCELATOR 1	11	EDIFICIO DE REACTIVOS
4.2	DECANTADOR ACCELATOR 2	12	ALMACÉN
4.3	DECANTADOR ACCELATOR 3	13	EDIFICIO DE CONTROL
4.4	DECANTADOR ACCELATOR 4	14	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
4.5	DECANTADOR ACCELATOR 5	15	EDIFICIO DE CGD Y GRUPO ELECTRÓGENO
4.6	DECANTADOR ACCELATOR 6	16	PURGA FANGOS DE DECANTACIÓN
5.1	BATERÍA 1: FILTROS DE 1 A 12	17	ARQUETA AGUA DE LAVADO
5.2	BATERÍA 2: FILTROS DE 13 A 24	18	EDIFICIO BOMBEO VALGALLEGOS
6	SALA DE MÁQUINAS DE LAVADO DE FILTROS	19	DEPÓSITO AGUA TRATADA
7	INSTALACIÓN ADICIONAL DE SOPLANTES DE LAVADO	20	BOMBEO ESCRURIDOS

PLANTA  
ESCALA 1/1200

**FASE 1**

Se procederá a la realización de los siguientes trabajos:

- Ejecución del nuevo camino de acceso hasta la batería 2.
- Trabajos a realizar en los filtros de la batería 2.
- Limpieza, reparación e impermeabilización de los decantadores del 4 al 6 y la obra civil de las arquetas de purga.
- Construcción del nuevo edificio de reactivos

--- TUBERÍAS EXISTENTES

— TUBERÍAS AMPLIACIÓN

**LEYENDA**

■ INSTALACIONES EN SERVICIO.

■ INSTALACIONES EN EJECUCIÓN.

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA**

TÍTULO DEL PLANO:

FECHA: AGOSTO DE 2020

INGENIERO AUTOR:

EMILIO VILLAR GONZÁLEZ

ESCALA: 1/1200

DIRECTOR DEL PROYECTO. ÁREA DE PROYECTOR DE ABASTECIMIENTO:

JOSÉ LUIS VICENTE ARCONES

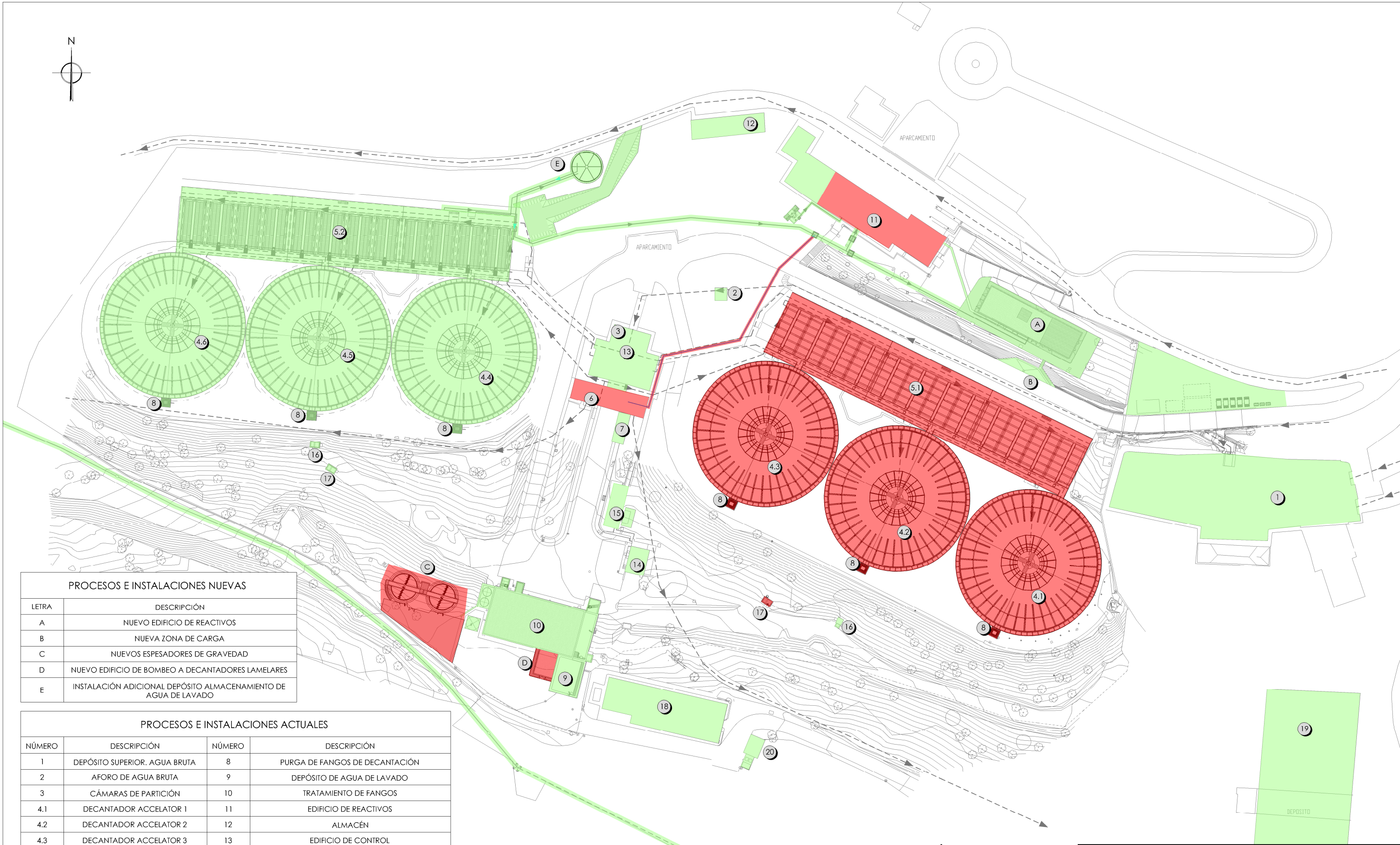
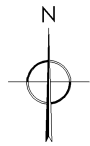
Nº DE PLANO: **FO-01**

HOJA 1 DE 1









PROCESOS E INSTALACIONES NUEVAS	
LETRA	DESCRIPCIÓN
A	NUEVO EDIFICIO DE REACTIVOS
B	NUEVA ZONA DE CARGA
C	NUEVOS ESPESADORES DE GRAVEDAD
D	NUEVO EDIFICIO DE BOMBEO A DECANTADORES LAMELARES
E	INSTALACIÓN ADICIONAL DEPÓSITO ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LAVADO

PROCESOS E INSTALACIONES ACTUALES			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN	NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	DEPÓSITO SUPERIOR. AGUA BRUTA	8	PURGA DE FANGOS DE DECANTACIÓN
2	AFORO DE AGUA BRUTA	9	DEPÓSITO DE AGUA DE LAVADO
3	CÁMARAS DE PARTICIÓN	10	TRATAMIENTO DE FANGOS
4.1	DECANTADOR ACCELATOR 1	11	EDIFICIO DE REACTIVOS
4.2	DECANTADOR ACCELATOR 2	12	ALMACÉN
4.3	DECANTADOR ACCELATOR 3	13	EDIFICIO DE CONTROL
4.4	DECANTADOR ACCELATOR 4	14	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
4.5	DECANTADOR ACCELATOR 5	15	EDIFICIO DE CGD Y GRUPO ELECTRÓGENO
4.6	DECANTADOR ACCELATOR 6	16	PURGA FANGOS DE DECANTACIÓN
5.1	BATERÍA 1: FILTROS DE 1 A 12	17	ARQUETA AGUA DE LAVADO
5.2	BATERÍA 2: FILTROS DE 13 A 24	18	EDIFICIO BOMBEO VALGALLEGOS
6	SALA DE MÁQUINAS DE LAVADO DE FILTROS	19	DEPÓSITO AGUA TRATADA
7	INSTALACIÓN ADICIONAL DE SOPLANTES DE LAVADO	20	BOMBEO ESCURRIDOS

PLANTA  
ESCALA 1/1200

**FASE 3**

Se procederá a la realización de los siguientes trabajos:

- Actuaciones en edificio de reactivos actual, desmontaje y obras civiles.
- Trabajos a realizar en los filtros de la batería 1.
- Trabajos a realizar en la galería de los filtros de la batería 1.
- Limpieza, reparación e impermeabilización de los decantadores del 1 al 3 y la obra civil de las arquetas de purga.
- Trabajos en la sala de máquinas.
- Obra civil en la zona de fangos.

--- TUBERÍAS EXISTENTES

— TUBERÍAS AMPLIACIÓN

**LEYENDA**

■ INSTALACIONES EN SERVICIO.

■ INSTALACIONES EN EJECUCIÓN.

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA**

TÍTULO DEL PLANO:

**FASES DE OBRA. IMPLANTACIÓN. FASE 3.**

FECHA: AGOSTO DE 2020

INGENIERO AUTOR:

EMILIO VILLAR GONZÁLEZ

ESCALA: 1/1200

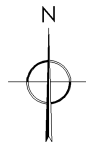
DIRECTOR DEL PROYECTO. ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO:

JOSÉ LUIS VICENTE ARCONES

Nº DE PLANO: **FO-03**

HOJA 1 DE 1





PROCESOS E INSTALACIONES NUEVAS	
LETRA	DESCRIPCIÓN
A	NUEVO EDIFICIO DE REACTIVOS
B	NUEVA ZONA DE CARGA
C	NUEVOS ESPESADORES DE GRAVEDAD
D	NUEVO EDIFICIO DE BOMBEO A DECANTADORES LAMELARES
E	INSTALACIÓN ADICIONAL DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LAVADO

PROCESOS E INSTALACIONES ACTUALES			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN	NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	DEPÓSITO SUPERIOR. AGUA BRUTA	8	PURGA DE FANGOS DE DECANTACIÓN
2	AFORO DE AGUA BRUTA	9	DEPÓSITO DE AGUA DE LAVADO
3	CÁMARAS DE PARTICIÓN	10	TRATAMIENTO DE FANGOS
4.1	DECANTADOR ACCELATOR 1	11	EDIFICIO DE REACTIVOS
4.2	DECANTADOR ACCELATOR 2	12	ALMACÉN
4.3	DECANTADOR ACCELATOR 3	13	EDIFICIO DE CONTROL
4.4	DECANTADOR ACCELATOR 4	14	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
4.5	DECANTADOR ACCELATOR 5	15	EDIFICIO DE CGD Y GRUPO ELECTRÓGENO
4.6	DECANTADOR ACCELATOR 6	16	PURGA FANGOS DE DECANTACIÓN
5.1	BATERÍA 1: FILTROS DE 1 A 12	17	ARQUETA AGUA DE LAVADO
5.2	BATERÍA 2: FILTROS DE 13 A 24	18	EDIFICIO BOMBEO VALGALLEGOS
6	SALA DE MÁQUINAS DE LAVADO DE FILTROS	19	DEPÓSITO AGUA TRATADA
7	INSTALACIÓN ADICIONAL DE SOPLANTES DE LAVADO	20	BOMBEO ESCURRIDOS

PLANTA  
ESCALA 1/1200

**FASE 4**

Se procederá a la realización de los siguientes trabajos:

- Equipamiento mecánico, eléctrico y control en los filtros de la batería 1 y en edificio de reactivos actual.
- Equipamiento mecánico en los decantadores del 1 al 5.
- Equipamiento mecánico en la zona de fangos.
- Desmontaje de las instalaciones provisionales.
- Remates y puesta en marcha.

**LEYENDA**

- INSTALACIONES EN SERVICIO.
- INSTALACIONES EN EJECUCIÓN.

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO:

FECHA: AGOSTO DE 2020

INGENIERO AUTOR:

EMILIO VILLAR GONZÁLEZ

ESCALA: 1/1200

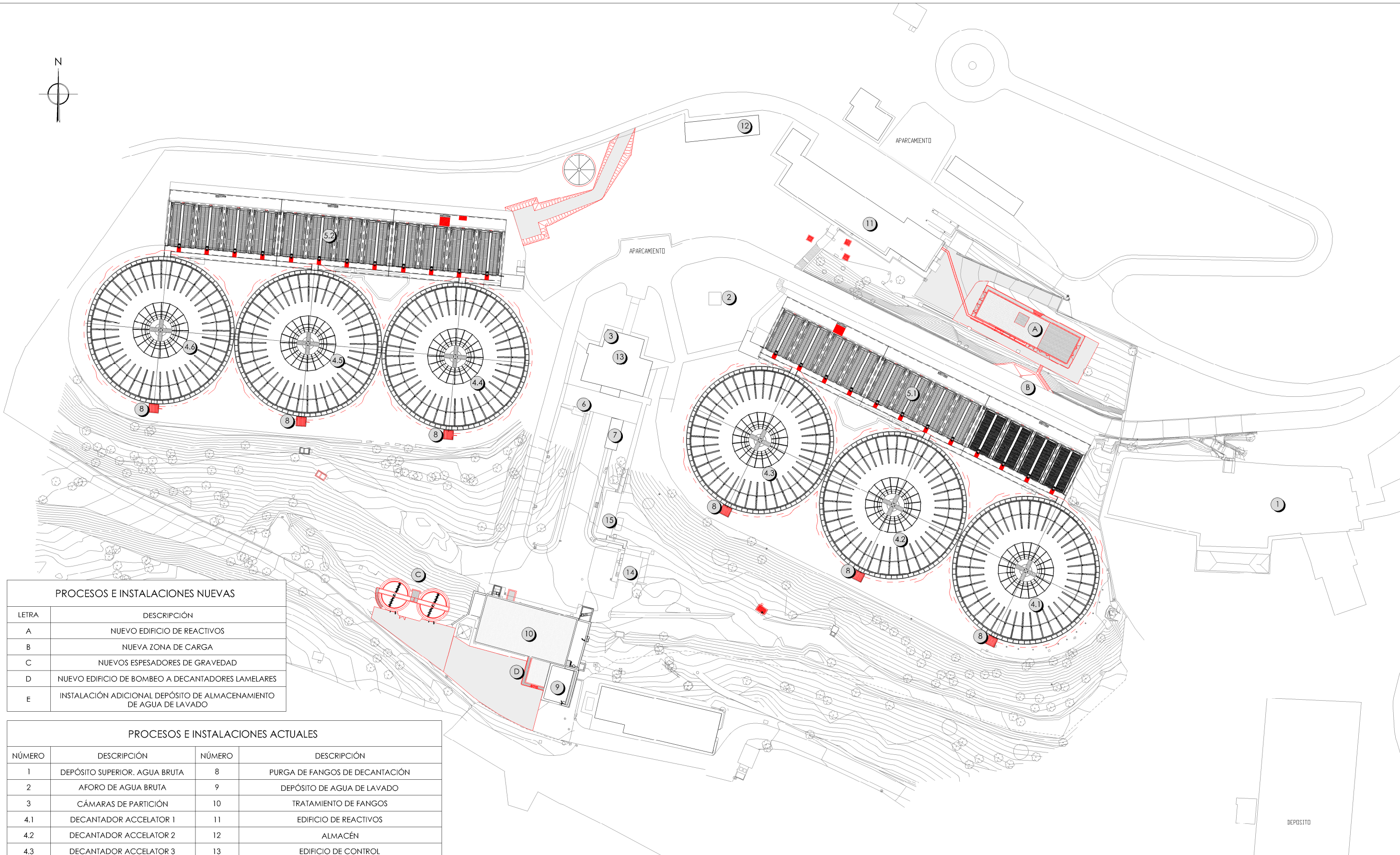
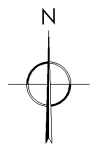
DIRECTOR DEL PROYECTO. ÁREA DE PROYECTOR DE ABASTECIMIENTO:

JOSÉ LUIS VICENTE ARCONES

Nº DE PLANO: FO-04

HOJA 1 DE 1





PROCESOS E INSTALACIONES NUEVAS	
LETRA	DESCRIPCIÓN
A	NUEVO EDIFICIO DE REACTIVOS
B	NUEVA ZONA DE CARGA
C	NUEVOS ESPESADORES DE GRAVEDAD
D	NUEVO EDIFICIO DE BOMBEO A DECANTADORES LAMELARES
E	INSTALACIÓN ADICIONAL DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LAVADO

PROCESOS E INSTALACIONES ACTUALES			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN	NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	DEPÓSITO SUPERIOR. AGUA BRUTA	8	PURGA DE FANGOS DE DECANTACIÓN
2	AFORO DE AGUA BRUTA	9	DEPÓSITO DE AGUA DE LAVADO
3	CÁMARAS DE PARTICIÓN	10	TRATAMIENTO DE FANGOS
4.1	DECANTADOR ACCELATOR 1	11	EDIFICIO DE REACTIVOS
4.2	DECANTADOR ACCELATOR 2	12	ALMACÉN
4.3	DECANTADOR ACCELATOR 3	13	EDIFICIO DE CONTROL
4.4	DECANTADOR ACCELATOR 4	14	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
4.5	DECANTADOR ACCELATOR 5	15	EDIFICIO DE CGD Y GRUPO ELECTRÓGENO
4.6	DECANTADOR ACCELATOR 6	16	PURGA FANGOS DE DECANTACIÓN
5.1	BATERÍA 1: FILTROS DE 1 A 12	17	ARQUETA AGUA DE LAVADO
5.2	BATERÍA 2: FILTROS DE 13 A 24	18	EDIFICIO BOMBEO VALGALLEGOS
6	SALA DE MÁQUINAS DE LAVADO DE FILTROS	19	DEPÓSITO AGUA TRATADA
7	INSTALACIÓN ADICIONAL DE SOPLANTES DE LAVADO	20	BOMBEO ESCURRIDOS

PLANTA  
ESCALA 1/1200

LEYENDA OBRA CIVIL

OBRA CIVIL EXISTENTE.

OBRA CIVIL ACTUACIÓN.

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ACTUACIONES DE MEJORA EN LA ETAP DE TORRELAGUNA

TÍTULO DEL PLANO:

FASES DE OBRA.  
IMPLANTACIÓN. ESTADO REMODELADO.

FECHA: AGOSTO DE 2020

INGENIERO AUTOR:

ESCALA: 1/1200

DIRECTOR DEL PROYECTO. ÁREA DE PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO:

Nº DE PLANO: FO-05

EMILIO VILLAR GONZÁLEZ

JOSÉ LUIS VICENTE ARCONES

MARIA VAL VERDE AGUI LÓPEZ

HOJA 1 DE 1

## **ANEJO Nº 2.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ESTUDIOS PREVIOS Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO .....</b>	<b>3</b>
2.1	Estudio previo .....	3
2.2	Pruebas de capacidad de la planta.....	5
2.3	Cambio normativo en las normas MIE-APQ .....	5
2.4	Problemática de la línea de fangos .....	6
<b>3</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>6</b>

**APÉNDICE – PLANOS DE PLANTA GENERAL DE LOS ALCANCES 1, 2, 3 y 4 DEL ESTUDIO PRELIMINAR. AÑO 2016**

## 1 INTRODUCCIÓN

La estación de tratamiento de aguas potables "TORRELAGUNA" fue construida entre los años 1966 y 1968, efectuándose su puesta en servicio en 1968. Desde entonces se han acometido diversas actuaciones de mejora y actualización de sus instalaciones.

En la actualidad está tratando del orden de 1 m<sup>3</sup>/s de agua, siendo su capacidad nominal de 6 m<sup>3</sup>/s. Precisamente, las futuras obras de ampliación y mejora que se van a realizar en la ETAP de Colmenar Viejo, obligarán a la ETAP de Torrelaguna a incrementar considerablemente sus caudales medios de tratamiento hasta caudales cercanos a los nominales de la planta.

Desde el año 2015, se han realizado diversas pruebas y estudios con el fin de determinar qué actuaciones necesita la planta para que pueda afrontar con garantías la demanda de suministro, y reflejarlas en el presente proyecto de construcción.

Se resumen en el presente anejo, los estudios y pruebas realizadas, las conclusiones que se pueden extraer, las diferentes alternativas previstas, y las razones técnicas y económicas que han llevado a la solución adoptada en el presente proyecto.

## 2 ESTUDIOS PREVIOS Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

### 2.1 Estudio previo

Durante el año 2016, se realizó un detallado estudio preliminar para determinar las actuaciones que podrían realizarse en la ETAP para mejorar su funcionamiento y cumplir la normativa vigente, con diferentes alcances en función de las urgencias para el correcto funcionamiento de la ETAP y otras actuaciones para garantizar el tratamiento de los caudales nominales de diseño de la planta.

Este estudio se centró en los procesos e instalaciones de la línea de agua de la ETAP, identificándose las siguientes problemáticas:

1. Actuaciones urgentes, en el que se incluía las modificaciones en sus instalaciones de reactivos para cumplir los requisitos de la MIE-APQ de acuerdo al Real Decreto 379/2001, la renovación de la impulsión de los clarificados de la línea de fangos y un nuevo sistema de control y automatismo junto con otras actuaciones menores en relación a la prevención y seguridad.
2. Actuaciones para permitir el funcionamiento de la planta a su capacidad nominal que comprendía diferentes alternativas para la decantación sustituyendo todo o parte de los decantadores existentes por otros lamelares con recirculación de fangos.

Dentro de este grupo de actuaciones, se incluían la remodelación de los filtros, la galería de filtración y todas las instalaciones eléctricas de la línea de agua.

3. Otras actuaciones en las que se relacionaban la mejora de la urbanización e impermeabilización del canal de entrada a la ETAP.

Estos tres grupos de actuaciones fueron prediseñadas y valoradas, agrupándose en distintos alcances a considerar en el futuro proyecto:

**Alcance 1:** Actuaciones urgente

1. Adaptación de las instalaciones a la normativa APQ
2. Renovación de otras instalaciones de reactivos
3. Sustitución de la tubería de aspiración del bombeo de agua de lavado
4. Renovación de la impulsión de clarificados de la línea de fango
5. Renovación del sistema de control de la línea de agua
6. Actuaciones urgentes de prevención y seguridad, como la protección perimetral de los decantadores para evitar caídas accidentales o el cierre de las arquetas de purga de fango de los decantadores para evitar la entrada de agua de lluvia.

**Alcance 2:** Comprende las actuaciones urgentes resumidas en el alcance nº 1, más la reparación de los seis decantadores existentes y la remodelación de los filtros, así como otras mejoras en la galería de filtración.

**Alcance 3:** Incluye las actuaciones urgentes del alcance 1, la reparación de tres de los seis decantadores acelerador existentes y la construcción de un bloque de decantación con cámaras de mezcla y floculación previas y la remodelación de los filtros, así como otras mejoras en la galería de filtración.

**Alcance 4:** Comprende las actuaciones urgentes descritas en el alcance 1, la demolición de los decantadores actuales y su sustitución por decantadores lamelares con cámaras de mezcla y floculación, la remodelación de los filtros y de la galería, la renovación de la urbanización, impermeabilización del canal de entrada y ejecución del desvío del camino.

Se muestra a continuación un resumen de las posibles actuaciones a realizar:

Actuaciones	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	Alcance 4
Actuaciones Urgentes	SI	SI	SI	SI
Reparación decantación actual	NO	SI	SI	NO
Sustitución de 3 decantadores acelerador por lamelares	NO	NO	SI	NO
Sustitución de todos los decantadores por lamelares	NO	NO	NO	SI
Remodelación filtros	NO	NO	SI	SI
Remodelación galería de filtros	NO	NO	NO	SI
Urbanización	NO	NO	NO	SI
Impermeabilización canal de entrada	NO	NO	NO	SI
Desvío camino	NO	NO	NO	SI
<b>Importe estimado del Presupuesto Base de Licitación</b>	<b>2.042.840,73</b>	<b>8.295.832,39</b>	<b>12.262.904,61</b>	<b>17.516.745,86</b>



Aunque el estudio incluía unas conclusiones y una propuesta de alcance final, no se dieron por definitivas dado que se consideró necesario realizar unas pruebas de capacidad de la planta para confirmar las conclusiones y comprobar otras posibles problemáticas no detectadas.

## 2.2 Pruebas de capacidad de la planta

Se realizaron diversas pruebas en los procesos de la línea de agua y también en la línea de fangos durante el segundo trimestre de 2016 y el año 2017.

Las conclusiones más importantes que se obtuvieron son las siguientes:

- o Se comprobó que la decantación acelerada respondía adecuadamente a las necesidades planteadas, y por tanto a las futuras que iban a requerirse a este proceso. Se concluyó que no era necesario realizar ninguna remodelación aunque sí debían acometerse las actuaciones de reparación, impermeabilización y otras menores referidas a la prevención y seguridad de los operarios.
- o Se comprobó también que el funcionamiento de la filtración no era satisfactorio, y por ello, se decidió que el futuro proyecto acometiera las actuaciones previstas en el estudio previo para esta fase del proceso.
- o Al realizar las pruebas de funcionamiento en la línea de fangos se detectaron diversas problemáticas, decidiéndose entonces que el futuro proyecto también las contemplara y aportara las soluciones correspondientes.

## 2.3 Cambio normativo en las normas MIE-APQ

Hasta julio de 2017, la norma vigente para almacenamiento de reactivos estaba constituida por el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7, por el Real Decreto 2016/2004, de 11 de octubre, por el que se aprueba la Instrucción técnica complementaria MIE APQ-8 «Almacenamiento de fertilizantes a base de nitrato amónico con alto contenido en nitrógeno» y por el Real Decreto 105/2010, de 5 de febrero, por el que se modifican determinados aspectos de la regulación de los almacenamientos de productos químicos y se aprueba la instrucción técnica complementaria MIE APQ-9 «almacenamiento de peróxidos orgánicos».

El 25 de julio de 2017 se publicó en el BOE número 176, el 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, que derogaba el anterior.

Este cambio normativo obligó a reconsiderar el diseño inicial del nuevo edificio de reactivos, incluyéndose en el mismo nuevas instalaciones de cloro y coagulante de la línea de agua, así como a generación de dióxido de cloro.

En el edificio actual permanecían:

- o Las instalaciones de almacenamiento y dosificación de cal, así como las de amoníaco anhidro que no sufrían ninguna actuación.

- o Los sistemas de permanganato potásico, carbón activo, almidón y el almacenamiento de clorito sódico, que sufrían diversas actuaciones de mejora.

Finalmente, en el año 2019, se consideró dada la antigüedad de las instalaciones de almacenamiento y dosificación de amoníaco, su renovación completa.

## 2.4 Problemática de la línea de fangos

Como se ha indicado anteriormente cuando se realizaron pruebas de funcionamiento en la línea de fango, se detectaron los siguientes problemas:

1. Las arquetas que derivan las aguas de lavado de los filtros hacia el tratamiento de fangos disponen de un vertedero que puede aliviar las aguas al bombeo de escorrentías. En ocasiones, se producen alivios no controlados que superan la capacidad de las bombas de escorrentías, vertiendo a un arroyo próximo.
2. En las pruebas de esfuerzo realizadas a la ETAP, se ha comprobado que la capacidad real del depósito de homogeneización en algunas ocasiones es insuficiente.
3. El bombeo de alimentación a los decantadores lamelares actuales no permite una regulación de caudales homogénea, y la disposición sus descargas en los decantadores provoca demasiada agitación y un reparto deficiente afectando a los rendimientos de este proceso.
4. Las características del fango formado en la línea de agua, desde que se utiliza almidón como floculante en vez de polielectrolitos, han provocado que los equipos de espesado por flotación no sean los suficientemente efectivos. En la actualidad, estos equipos están fuera de servicio y las purgas de los decantadores acelerador de la línea de fangos y las de los decantadores lamelares (aguas de lavado de los filtros) se llevan directamente a centrifugas.
5. Este modo de operación en la línea de fango, obliga a las centrifugas a trabajar con caudal hidráulico demasiado alto y una carga de sólidos muy baja en comparación con los parámetros para los que fueron diseñadas.

Toda esta problemática en la línea de fangos de la ETAP, hizo necesario reconsiderar de nuevo el alcance del proyecto y dar solución a los importantes problemas de explotación en esta parte del proceso que tenía la instalación.

## 3 CONCLUSIÓN

Durante el periodo 2015-2019, como se ha resumido en este anejo se han llevado a cabo muchos estudios preliminares, pruebas de funcionamiento, ensayos de laboratorio, cambios de normativa...etc., que han ido cambiando el alcance de este proyecto, hasta que finalmente se ha hecho una recopilación de las actuaciones más importantes a acometer para que la planta pueda funcionar correctamente a su caudal nominal 6 m<sup>3</sup>/s.

Por otra parte, se quiere subrayar la alta complejidad intrínseca en el desarrollo de este proyecto que plantea una remodelación y actualización completa de la ETAP aprovechando en gran parte los recintos y la edificación existentes:



- o En primer lugar, por los diferentes proyectos ejecutados desde el año 1967 que recogen modificaciones parciales de sus instalaciones y procesos, no existiendo un único documento recopilatorio que defina el estado actual de la ETAP.
- o En segundo lugar, subrayar que cualquier aspecto secundario que se modifique en un proceso parcial, lleva consigo múltiples repercusiones sobre otras instalaciones y elementos.

Estas circunstancias y otros condicionantes menores han justificado la larga gestación del presente proyecto, resumiéndose a continuación su alcance:

**Actuación nº 1.-** Adaptaciones de las instalaciones a la normativa APQ y otras mejoras en la dosificación de reactivos

De acuerdo a las normas MIE-APQ, se construirá un nuevo edificio complementario al actual donde se alojarán los nuevos almacenamientos y dosificaciones de cloro y policloruro de aluminio y/o sulfato de alúmina.

Se alojará también en dicha edificación la generación y cabinas de dosificación de dióxido de cloro además del sistema de neutralización.

En el edificio actual permanecerán los sistemas de almacenamiento y dosificación de amoníaco y cal, donde este último no sufrirá ninguna modificación. También permanecerán los sistemas correspondientes a permanganato potásico, almidón, carbón activo y clorito sódico en los cuales se realizarán diversas actuaciones para mejorar su explotación o adaptarlas a requerimientos de normativas técnicas específicas.

La instalación de amoníaco gas, que se ubicará en el edificio actual de reactivos, se renovará por completo con nuevas instalaciones más efectivas y seguras, adaptándose una nueva disposición. Además, se renovará el sistema de válvulas de limpieza CAL-CLORO-AMONÍACO.

**Actuación nº 2.-** Mejoras en línea de agua de la ETAP

- En los decantadores acelerador, se inspeccionarán los paramentos y soleras para determinar zonas degradadas o con fisuras y se tratarán convenientemente para su impermeabilización.

Se cerrarán las arquetas de purga mediante una pequeña edificación con estructura de acero soportando interiormente una viga carril para polipasto manual, y exteriormente los cerramientos y una cubierta, ambas desmontables, de chapa de aluminio. Se instalará una puerta de acceso.

Se proyecta una valla con postes de aluminio de 1,10 m de altura final y doble cuerda de Nilón regenerado, trenzado y separada a 1 m del límite perimetral de los decantadores. Se dispondrá de zonas de entrada y salida para acceso de los operarios.

Los puentes de los decantadores serán decapados para ser imprimados y pintados de acuerdo a las normas de acabados de Canal de Isabel II.

- La filtración se renovará en su mayor parte, reparándose e impermeabilizando los paramentos fisurados, demoliendo, el falso fondo, el canal interior que separa ambas celdas y parte del muro del frente de válvulas para acometer:
  - Retirada de la arena en los filtros actuales, transporte y gestión correspondiente. Se suministrará y se extenderá dos nuevos tipos de medios filtrantes.
  - Instalación de dos tipos de falsos fondo con módulos prefabricados en la solera de filtros, así como adaptación de las conducciones de aire al nuevo diseño.
  - Nuevas compuertas de entrada a filtración.
  - Desmontaje de todo el equipamiento (conducciones, piezas especiales, válvulas, etc.) en el frente de filtros actual incluyendo su retirada y gestión de residuos correspondiente. La impulsión actual de agua para el lavado de los filtros es de fibrocemento, y por tanto, su desmontaje, retirada y gestión posterior se efectuará estrictamente de acuerdo a las normas de seguridad, prevención y ambientales que son de aplicación.
  - Instalación de nuevos pasamuros en frente de filtros y sustitución de todas las conducciones, piezas especiales y valvulería, acometiendo en las conducciones existentes en el inicio de las galerías.
- Se incorpora nuevos sistemas de ventilación de la galería y se sustituirá el falso techo interior de la galería por uno nuevo de placas conglomeradas.
- En la sala de agua filtrada, se sustituirán las bombas de lavado su colector de aspiración incluyéndose una nueva válvula de aislamiento y un nuevo equipo de presión para suministrar agua de arrastre para servicios y reactivos.
- Se desmontarán las soplantes centrífugas para aire de lavado, dejando en servicio las dos soplantes rotativas existentes.

### **Actuación nº 3.- Reforma de la línea de fangos**

Las actuaciones en esta parte de la ETAP tienen como finalidad mejorar la explotación de la línea de fangos y dar al proceso una mayor versatilidad en su funcionamiento, de esta manera los fangos procedentes de los decantadores acelerador se llevarán a dos nuevos espesadores de gravedad para ser mezclados posteriormente con los procedentes de la filtración después de ser concentrados en los decantadores lamelares. Para ello, se efectuarán las siguientes obras e instalaciones:

- Se construirá dos depósitos cilíndricos de Ø10 y 4,9 m de calado perimetral que podrá ejercer las funciones de almacenamiento adicional de aguas de lavado de filtros o espesado por gravedad de los fangos procedentes de los decantadores acelerador de la línea de agua o de los lamelares de la línea de fangos.

Las purgas de estos nuevos espesadores se llevarán al depósito actual de desgasificación, y sus clarificados a la arqueta de bombeo de agua recuperada.

- Se instalará un nuevo bombeo a decantadores lamelares desde el depósito de homogeneización mediante equipos volumétricos. Estos equipos se situarán en una nueva edificación anexa al edificio actual de fangos y al depósito de homogeneización.
- Se efectuarán mejoras para permitir un reparto y tranquilización del agua en la entrada de los decantadores lamelares, sustituyéndose además las tuberías perforadas actuales de extracción del clarificado por canales con vertederos triangulares.
- La arqueta actual de fangos decantados se acondicionará para recibir directamente los fangos procedentes de los decantadores acelerador. Del mismo modo, el bombeo a flotadores se remodelará para impulsar los fangos hasta los nuevos espesadores.
- Se modificará las arquetas actuales de desvío y alivio de emergencia del agua de lavado de los filtros para evitar su alivio al bombeo de escorrentías de la planta en situaciones normales de explotación.
- Se desmantelarán los dos silos de PRFV de 40 m<sup>3</sup> de almacenamiento de purga de fango previo a deshidratación cuya finalidad actual era aumentar el volumen de la cámara de desgasificación, pero dado su configuración para meter y extraer el fango de los mismos y su dificultad en la limpieza, genera muchos problemas en la explotación.
- Se sustituirá el colector de impulsión del bombeo de escorrentías.

**Actuación nº 4.-** Nueva instalación eléctrica en la línea de agua de la ETAP, que incluirá:

- Nueva acometida eléctrica hasta CCMs, desde el CGD ubicado en la sala eléctrica, al sur del edificio central de control.
- Nuevos cuadros eléctricos (CCMs) para filtros y decantadores. Se instalará uno para cada batería. Se prevén en ejecución extraíble con compartimentación 4a. Se hará una sala independiente en cada una de las galerías de filtros para los CCMs.
- Cableados: se instalará el cableado y nuevas canalizaciones para el nuevo equipamiento a instalar. Se realizará el desmontaje del cableado actual que quede fuera de servicio.
- Canalizaciones: se renovarán completamente las canalizaciones correspondientes al cableado de mando, resolviendo así el actual problema de inducción eléctrica en los cables de señal. Se instalarán bandejas y tubos de termoplásticos para zonas interiores y metálicas para exteriores.
- Red de tierras: se instalarán nuevas instalaciones de puesta a tierra para los elementos de BT en los nuevos decantadores, y se conectarán las puestas a tierra de los filtros actuales al nuevo CCM.

**Actuación nº 5.-** Renovación del sistema de control de la línea de agua e implementación de la planta de fango

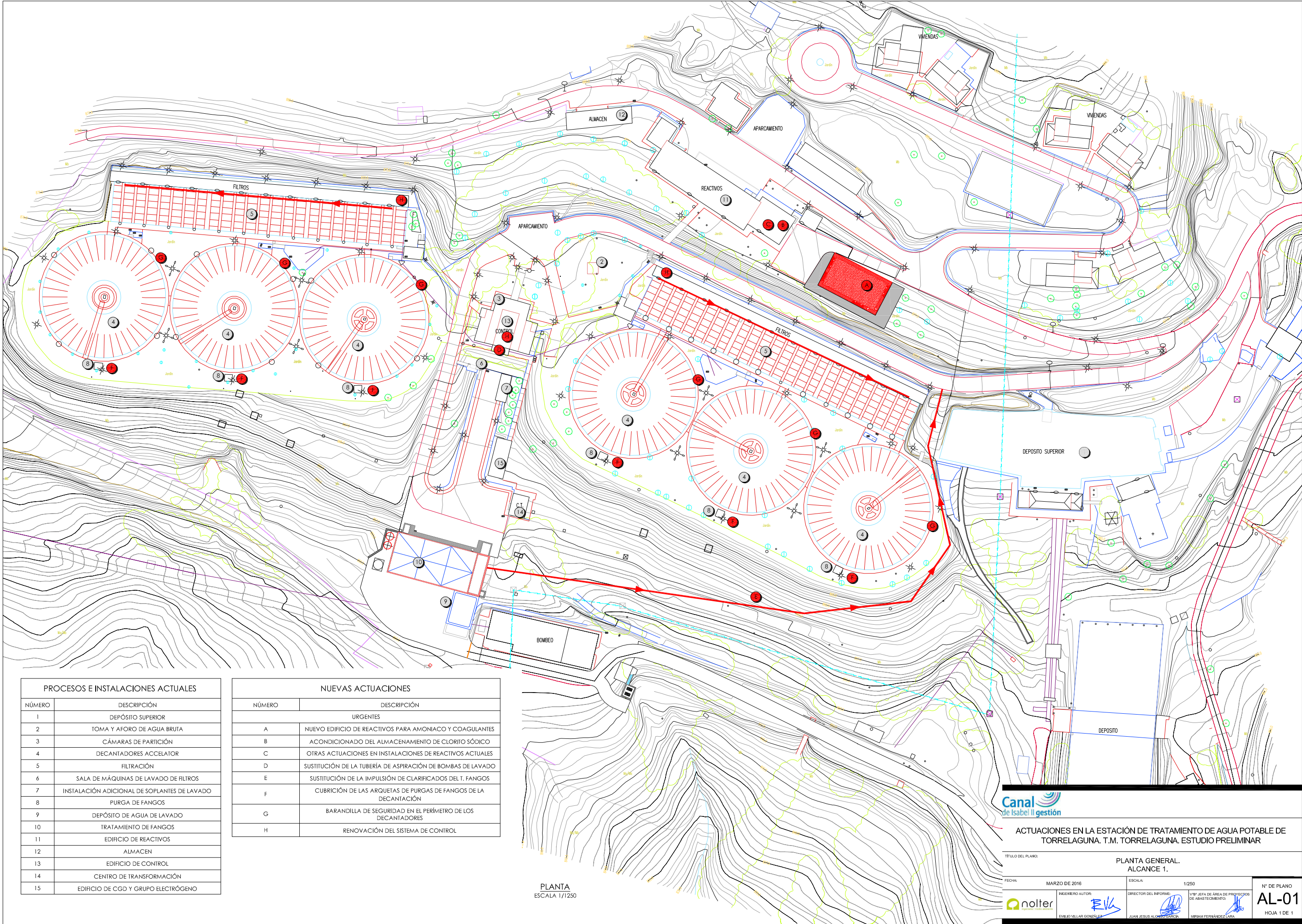
Las actuaciones contempladas en este apartado consisten en una completa renovación del sistema de control y automatización, que captarán las señales de campo y el estado de los motores para ejecutar las secuencias de programa que operarán de manera automática los procesos de la línea de agua. Se incluyen todas las actuaciones necesarias en la planta de fangos para incluir dichas instalaciones en el sistema de control que se plantee para la ETAP.

Asimismo, se considera la parte proporcional de cableado (bandejas para la transmisión de señales, además de equipar la sala de control con todo el material necesario relativo a la actuación, control y visualización de todos los parámetros que se consideren necesarios para el correcto funcionamiento de la ETAP, incluyendo la programación correspondiente.

Además de estas cinco actuaciones a realizar, se incorporan otras generales en el proyecto y que afectan a la ETAP en su conjunto, como su puesta en marcha secuencial y la adaptación de todas las instalaciones a los requerimientos de la normativa vigente de protección contra incendio.

**APÉNDICE – PLANOS DE PLANTA GENERAL DE LOS ALCANCES 1, 2, 3 y 4 DEL ESTUDIO  
PRELIMINAR. AÑO 2016**





PROCESOS E INSTALACIONES ACTUALES	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	DEPÓSITO SUPERIOR
2	TOMA Y AFORO DE AGUA BRUTA
3	CÁMARAS DE PARTICIÓN
4	DECANTADORES ACCELERATOR
5	FILTRACIÓN
6	SALA DE MÁQUINAS DE LAVADO DE FILTROS
7	INSTALACIÓN ADICIONAL DE SOPLANTES DE LAVADO
8	PURGA DE FANGOS
9	DEPÓSITO DE AGUA DE LAVADO
10	TRATAMIENTO DE FANGOS
11	EDIFICIO DE REACTIVOS
12	ALMACEN
13	EDIFICIO DE CONTROL
14	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
15	EDIFICIO DE CGD Y GRUPO ELECTRÓGENO

NUEVAS ACTUACIONES	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
URGENTES	
A	NUEVO EDIFICIO DE REACTIVOS PARA AMONÍACO Y COAGULANTES
B	ACONDICIONADO DEL ALMACENAMIENTO DE CLORITO SÓDICO
C	OTRAS ACTUACIONES EN INSTALACIONES DE REACTIVOS ACTUALES
D	SUSTITUCIÓN DE LA TUBERÍA DE ASPIRACIÓN DE BOMBAS DE LAVADO
E	SUSTITUCIÓN DE LA IMPULSIÓN DE CLARIFICADOS DEL T. FANGOS
F	CUBRICIÓN DE LAS ARQUETAS DE PURGAS DE FANGOS DE LA DECANTACIÓN
G	BARANDILLA DE SEGURIDAD EN EL PERÍMETRO DE LOS DECANTADORES
H	RENOVACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

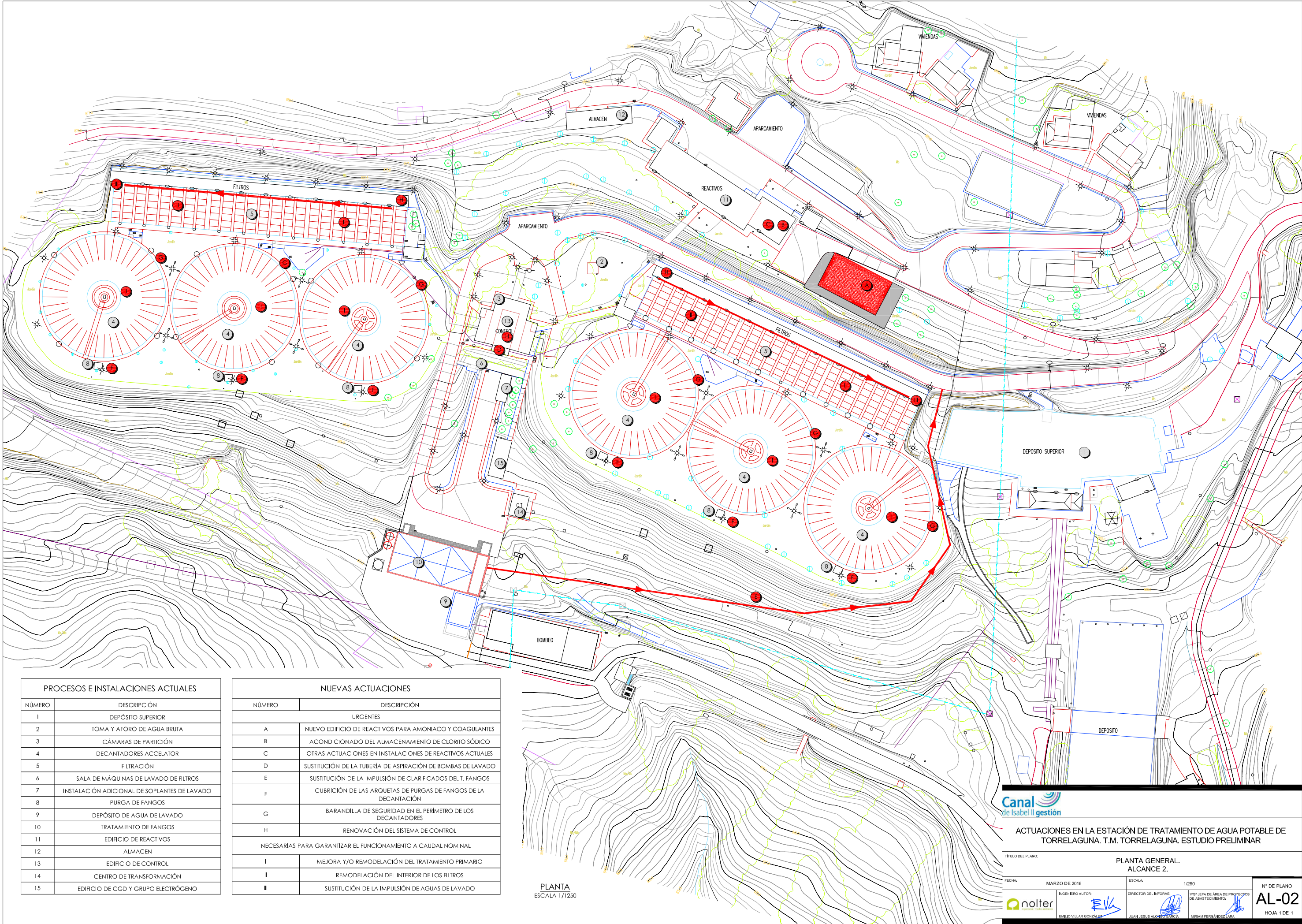
PLANTA  
ESCALA 1/1250



ACTUACIONES EN LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE TORRELAGUNA. T.M. TORRELAGUNA. ESTUDIO PRELIMINAR

TÍTULO DEL PLANO:		PLANTA GENERAL. ALCANCE 1.		Nº DE PLANO <b>AL-01</b> HOJA 1 DE 1
FECHA:	MARZO DE 2016	ESCALA:	1/250	
INGENIERO AUTOR:		DIRECTOR DEL INFORME:		
nolter		EJECUTIVO		
ENRIQUE VILLAR GONZÁLEZ		JUAN JESÚS ALONSO GARCÍA		
		MIRIAM FERNÁNDEZ LARA		





PROCESOS E INSTALACIONES ACTUALES	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	DEPÓSITO SUPERIOR
2	TOMA Y AFORO DE AGUA BRUTA
3	CÁMARAS DE PARTICIÓN
4	DECANTADORES ACCELATOR
5	FILTRACIÓN
6	SALA DE MÁQUINAS DE LAVADO DE FILTROS
7	INSTALACIÓN ADICIONAL DE SOPLANTES DE LAVADO
8	PURGA DE FANGOS
9	DEPÓSITO DE AGUA DE LAVADO
10	TRATAMIENTO DE FANGOS
11	EDIFICIO DE REACTIVOS
12	ALMACEN
13	EDIFICIO DE CONTROL
14	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
15	EDIFICIO DE CGO Y GRUPO ELECTRÓGENO

NUEVAS ACTUACIONES	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
URGENTES	
A	NUEVO EDIFICIO DE REACTIVOS PARA AMONIACO Y COAGULANTES
B	ACONDICIONADO DEL ALMACENAMIENTO DE CLORITO SÓDICO
C	OTRAS ACTUACIONES EN INSTALACIONES DE REACTIVOS ACTUALES
D	SUSTITUCIÓN DE LA TUBERÍA DE ASPIRACIÓN DE BOMBAS DE LAVADO
E	SUSTITUCIÓN DE LA IMPULSIÓN DE CLARIFICADOS DEL T. FANGOS
F	CUBRICIÓN DE LAS ARQUETAS DE PURGAS DE FANGOS DE LA DECANTACIÓN
G	BARANDILLA DE SEGURIDAD EN EL PERÍMETRO DE LOS DECANTADORES
H	RENOVACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL
NECESARIAS PARA GARANTIZAR EL FUNCIONAMIENTO A CAUDAL NOMINAL	
I	MEJORA Y/O REMODELACIÓN DEL TRATAMIENTO PRIMARIO
II	REMODELACIÓN DEL INTERIOR DE LOS FILTROS
III	SUSTITUCIÓN DE LA IMPULSIÓN DE AGUAS DE LAVADO

PLANTA  
ESCALA 1/1250



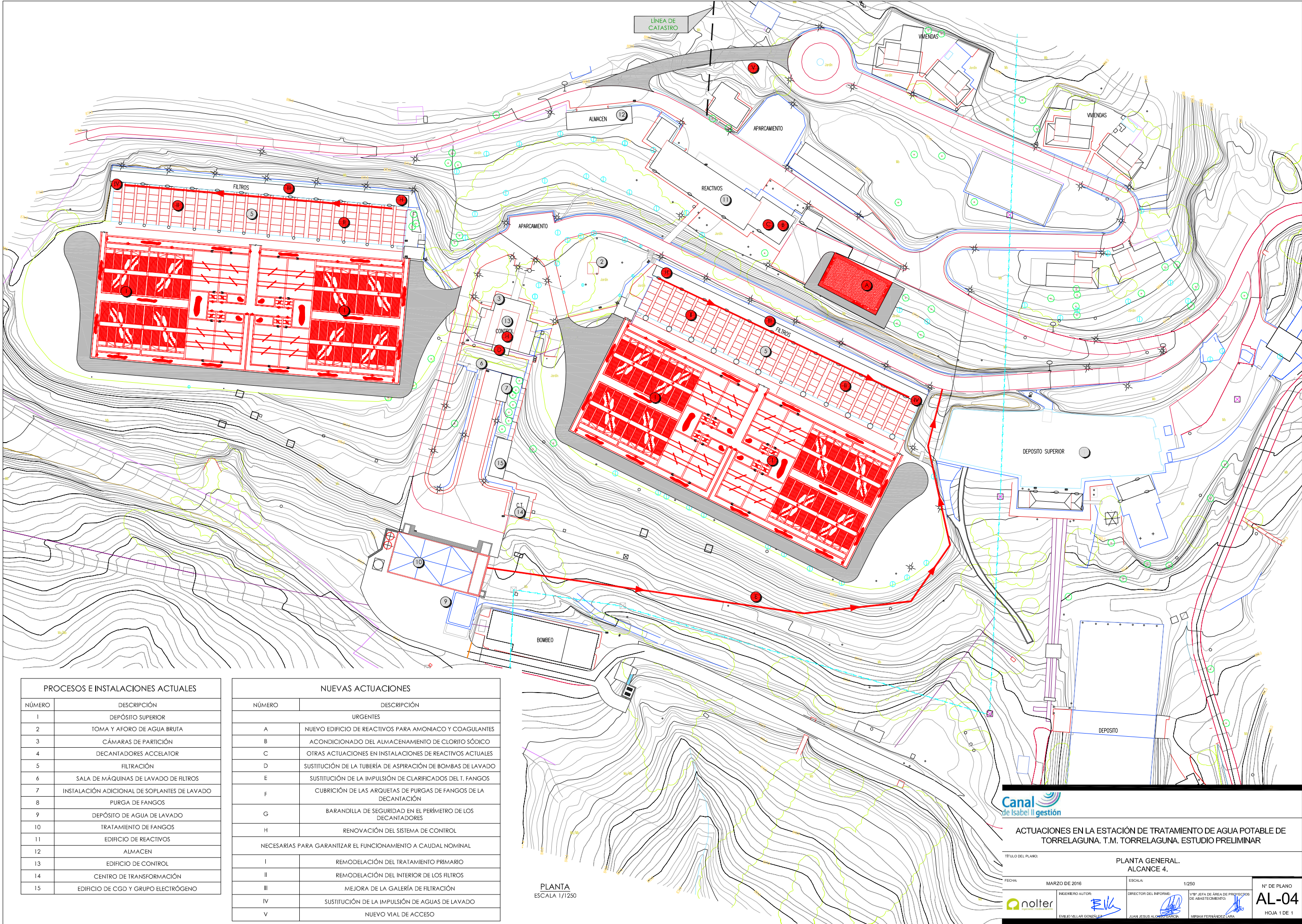
ACTUACIONES EN LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE TORRELAGUNA. T.M. TORRELAGUNA. ESTUDIO PRELIMINAR

TÍTULO DEL PLANO:		PLANTA GENERAL. ALCANCE 2.	
FECHA:	MARZO DE 2016	ESCALA:	1/250
INGENIERO AUTOR:	ENRIQUE VILLAR GONZÁLEZ	DIRECTOR DEL INFORME:	JUAN JESÚS ALONSO GARCÍA
Nº DE PLANO		AL-02	
HOJA 1 DE 1			









PROCESOS E INSTALACIONES ACTUALES	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	DEPÓSITO SUPERIOR
2	TOMA Y AFORO DE AGUA BRUTA
3	CÁMARAS DE PARTICIÓN
4	DECANTADORES ACCELATOR
5	FILTRACIÓN
6	SALA DE MÁQUINAS DE LAVADO DE FILTROS
7	INSTALACIÓN ADICIONAL DE SOPLANTES DE LAVADO
8	PURGA DE FANGOS
9	DEPÓSITO DE AGUA DE LAVADO
10	TRATAMIENTO DE FANGOS
11	EDIFICIO DE REACTIVOS
12	ALMACEN
13	EDIFICIO DE CONTROL
14	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
15	EDIFICIO DE CGO Y GRUPO ELECTRÓGENO

NUEVAS ACTUACIONES	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
URGENTES	
A	NUEVO EDIFICIO DE REACTIVOS PARA AMONÍACO Y COAGULANTES
B	ACONDICIONADO DEL ALMACENAMIENTO DE CLORITO SÓDICO
C	OTRAS ACTUACIONES EN INSTALACIONES DE REACTIVOS ACTUALES
D	SUSTITUCIÓN DE LA TUBERÍA DE ASPIRACIÓN DE BOMBAS DE LAVADO
E	SUSTITUCIÓN DE LA IMPULSIÓN DE CLARIFICADOS DEL T. FANGOS
F	CUBRICIÓN DE LAS ARQUETAS DE PURGAS DE FANGOS DE LA DECANTACIÓN
G	BARANDILLA DE SEGURIDAD EN EL PERÍMETRO DE LOS DECANTADORES
H	RENOVACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL
NECESARIAS PARA GARANTIZAR EL FUNCIONAMIENTO A CAUDAL NOMINAL	
I	REMEDIACIÓN DEL TRATAMIENTO PRIMARIO
II	REMEDIACIÓN DEL INTERIOR DE LOS FILTROS
III	MEJORA DE LA GALERÍA DE FILTRACIÓN
IV	SUSTITUCIÓN DE LA IMPULSIÓN DE AGUAS DE LAVADO
V	NUEVO VIAL DE ACCESO

PLANTA  
ESCALA 1/1250



ACTUACIONES EN LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE TORRELAGUNA. T.M. TORRELAGUNA. ESTUDIO PRELIMINAR

TÍTULO DEL PLANO:		PLANTA GENERAL. ALCANCE 4.	
FECHA:	MARZO DE 2016	ESCALA:	1/250
INGENIERO AUTOR:	ENRIQUE VILLAR GONZÁLEZ	DIRECTOR DEL INFORME:	JUAN JESÚS ALONSO GARCÍA
Nº DE PLANO		AL-04	
HOJA 1 DE 1			

## ANEJO Nº 3.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA



## **1. INTRODUCCIÓN**

### **APÉNDICE I: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO FEBRERO 2017**

### **APÉNDICE II: AMPLIACIÓN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO MAYO 2018**

## 1. INTRODUCCIÓN

Para la elaboración de la solución descrita en este Proyecto Constructivo, se ha contado con el levantamiento topográfico encargado por Canal de Isabel II S.A a la empresa NORTE TOPOGRAFÍA, realizado en febrero 2017, posteriormente con fecha mayo 2018, debido a otras mejoras a realizar en otra parte de la planta, se vio necesario la ampliación de este levantamiento topográfico.

Se han comparado las cotas "Z" obtenidas en los levantamientos topográficos y las reflejadas en los sucesivos proyectos de construcción y remodelación de la planta desde el año 1967, reflejándose en todos los casos un desfase medio de 30 cm a favor de los proyectos mencionados.

En este proyecto, se adopta el sistema de referencia del levantamiento topográfico efectuándose la corrección correspondiente en las cotas (-30 cm) en aquellos elementos o estructuras definidas a partir de los planos consultados en los citados proyectos.



## APÉNDICE I: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO FEBRERO 2017



# **ACTUACIONES EN LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE TORRELAGUNA**

**T.M. DE TORRELAGUNA**

**MEMORIA TÉCNICA DE LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS**

**FEBRERO 2017**



## ÍNDICE

---

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. SISTEMA DE REFERENCIA.....	3
3. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS .....	4
4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	4
APÉNDICE 1. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. GRÁFICO DE SITUACIÓN. ....	5
APÉNDICE 2. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. LISTADO DE COORDENADAS. ....	7
APÉNDICE 3. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. RESEÑAS. ....	9
APÉNDICE 4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. LISTADO DE COORDENADAS. ....	11
APÉNDICE 5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. PLANOS .....	31



## 1. INTRODUCCIÓN

La presente memoria describe la metodología empleada en la realización de los trabajos de levantamiento topográfico correspondientes a las *Actuaciones en la Estación de Tratamiento de Agua Potable de Torrelaguna (T.M. de Torrelaguna)*.

Los trabajos han consistido en el levantamiento topográfico de detalle de las zonas de afección del proyecto. Estas son:

- La zona donde se ubicará la nueva tubería de impulsión de clarificados del Tratamiento de Fangos.
- Zona donde se ubicará el nuevo edificio de reactivos para amoníaco y coagulantes.
- Toma de puntos de cota de los decantadores, terreno natural alrededor de éstos, y situación y cotas de filtros.

El trabajo se ha desarrollado de acuerdo a las siguientes fases:

- Enlace al Sistema de Referencia.
- Implantación de Bases de Replanteo
- Levantamiento Topográfico.

## 2. SISTEMA DE REFERENCIA

En el desarrollo de los trabajos se ha utilizado el Sistema de Referencia Europeo (ETRS89), actualmente el único oficial en España, constituido por:

- Elipsoide GRS80:
- Longitud del Semieje mayor del elipsoide ( $a$ ) = 6.378.137 metros  
Coeficiente de aplanamiento ( $\alpha$ ) = 1:298,257223563
- Orígenes de coordenadas geodésicas:  
Latitudes, referidas al Ecuador, positivas al Norte del mismo.  
Longitudes referidas al Meridiano de Greenwich, consideradas positivas al Este y negativas al Oeste de dicho Meridiano.

Para realizar el enlace al sistema de referencia ETRS89, se ha empleado la red activa del Instituto Geográfico Nacional (IGN), mediante observaciones GPS en tiempo real desde esta red.

La altimetría se ha referido al nivel medio del mar en Alicante, enlazando con la Red de Nivelación de Alta Precisión (R.N.A.P) mediante la aplicación del modelo del geoide EGM08-REDNAP.





### 3. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS

Se han materializado a lo largo de la zona de trabajo una base de replanteo (BR-1001), a partir de la cual se han realizado los trabajos.

Para su enlace al sistema de referencia, se ha procedido a su observación con GPS en tiempo real desde la red activa del Instituto Geográfico Nacional (IGN), mediante observaciones GPS en tiempo real desde esta red, quedando materializada en el terreno mediante una marca de pintura.

La observación de la base, mediante técnicas GNSS, se ha realizado con equipos TRIMBLE, compuestos por receptores de doble frecuencia que trabajan con observables de código P y unidades de control portátil.

El método de observación utilizado ha sido el de tiempo real a partir de la red activa del Instituto Geográfico Nacional.

Sobre el terreno se ha creado un fichero de datos para cada base de replanteo observada, con su numeración definitiva, introduciendo los datos propios del punto.

Para la obtención de cotas ortométricas se ha empleado la rejilla del IGN en formato NTV2, con el modelo del geoide EGM08-REDNAP de reciente publicación.

Se adjuntan los siguientes datos:

- Gráfico de situación de la Red de Bases Topográficas (Apéndice 1).
- Listado de coordenadas de la Red de Bases Topográficas (Apéndice 2).
- Reseñas de la Red de Bases Topográficas (Apéndice 3).

### 4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

A partir de la base de replanteo implantada, por el método de radiación mediante GPS en tiempo real, se ha procedido a la observación de los puntos para la realización del levantamiento topográfico de la zona de afección del proyecto.

El proceso de datos para el cálculo de las coordenadas de los puntos observados mediante GPS se obtienen directamente de la descarga de los datos de la controladora del equipo.

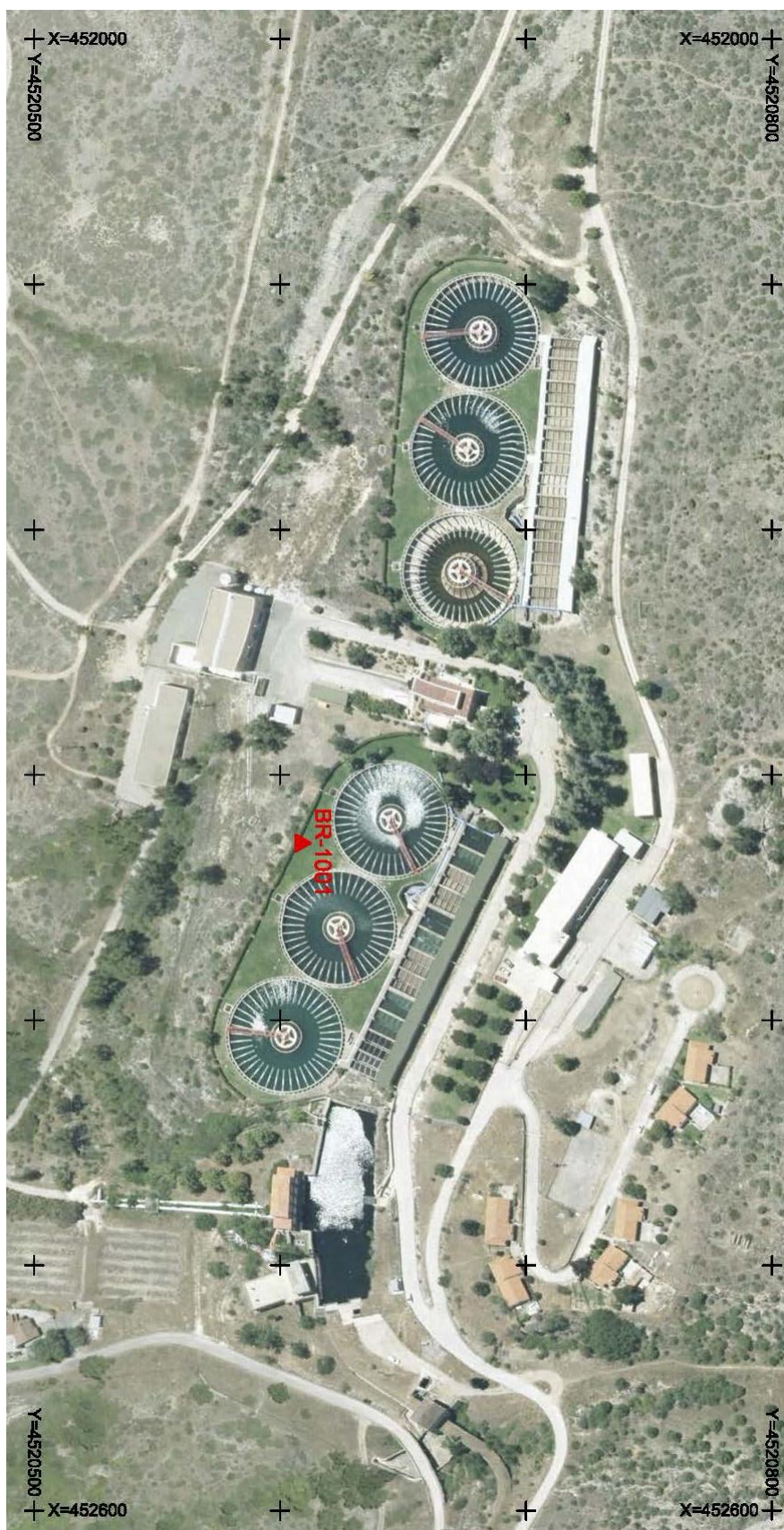
Una vez obtenidas las coordenadas X, Y, Z de la nube de puntos se han transportado a un fichero DXF, para su posterior edición con AutoCAD.

El listado de coordenadas del levantamiento se detalla en el “Apéndice 4” y la información gráfica se incluye en los planos (Apéndice 5).

David Cañada Bermejo  
Ingeniero Técnico en Topografía



## **APÉNDICE 1. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. GRÁFICO DE SITUACIÓN.**





## **APÉNDICE 2. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. LISTADO DE COORDENADAS.**





BASE	Latitud	Longitud	h Elip.	X	Y	Z Ort.
1001	40° 50' 06.44933" N	3° 33' 55.55735" W	919.663	452327.838	4520608.431	867.132



### **APÉNDICE 3. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. RESEÑAS.**

#### BR-1001

<b>X:</b>	452327.838
<b>Y:</b>	4520608.431
<b>Z:</b>	867.132

**SITUACIÓN:** Sobre esquina de registro metálico junto a seto y cabeza de talud entre dos decantadores.

**SEÑAL:** Marca de pintura.

**OBSERVACIONES:** Sistema de coordenadas UTM-ETRS89.

#### CROQUIS



#### FOTOGRAFÍA





#### **APÉNDICE 4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. LISTADO DE COORDENADAS.**





Num	X	Y	Z
1	452094.03	4520681.07	867.06
2	452096.33	4520692.54	867.07
3	452096.62	4520670.03	867.06
4	452097.94	4520670.74	867.11
5	452099.00	4520671.28	867.57
6	452099.16	4520671.52	867.07
7	452103.78	4520661.07	867.02
8	452104.07	4520701.77	867.18
9	452111.25	4520656.13	867.04
10	452115.59	4520707.26	867.21
11	452115.76	4520654.45	866.98
12	452116.04	4520654.67	867.06
13	452116.05	4520657.42	866.97
14	452116.13	4520705.58	867.13
15	452116.26	4520657.12	867.08
16	452116.31	4520704.38	867.60
17	452116.52	4520704.13	867.04
18	452118.79	4520654.37	867.09
19	452119.02	4520656.84	867.06
20	452119.02	4520654.10	866.95
21	452119.32	4520657.09	866.97
22	452121.08	4520710.18	867.13
23	452122.06	4520706.73	867.16
24	452122.21	4520724.70	866.88
25	452129.10	4520653.72	867.02
26	452132.49	4520706.29	867.10
27	452136.82	4520661.31	867.06
28	452138.66	4520699.50	866.98
29	452141.06	4520653.42	866.95
30	452143.36	4520669.35	866.95
31	452144.10	4520678.35	867.13
32	452144.87	4520690.18	867.03
33	452144.87	4520661.03	866.97
34	452146.30	4520704.56	867.03
35	452146.78	4520666.48	867.10
36	452147.83	4520667.02	867.59

Num	X	Y	Z
37	452148.02	4520667.31	867.04
38	452151.43	4520697.77	867.01
39	452152.53	4520652.76	866.92
40	452153.04	4520708.16	865.96
41	452157.19	4520708.12	865.62
42	452158.08	4520705.99	867.14
43	452158.27	4520708.23	866.86
44	452160.00	4520703.03	867.07
45	452164.73	4520649.87	866.71
46	452164.96	4520652.90	866.90
47	452165.01	4520650.11	867.04
48	452165.21	4520652.60	867.07
49	452167.70	4520650.03	867.06
50	452167.85	4520652.49	867.07
51	452167.96	4520649.73	866.66
52	452168.13	4520652.76	866.91
53	452170.88	4520702.71	867.12
54	452175.42	4520701.75	867.11
55	452175.90	4520699.19	867.58
56	452175.95	4520698.88	867.05
57	452176.29	4520700.29	867.14
58	452177.58	4520700.07	867.13
59	452177.83	4520701.77	867.13
60	452179.37	4520649.27	866.98
61	452181.64	4520658.61	867.02
62	452181.96	4520658.48	867.54
63	452182.67	4520657.47	867.08
64	452182.70	4520699.46	867.11
65	452182.77	4520700.00	867.13
66	452182.82	4520701.34	867.14
67	452182.93	4520702.55	867.11
68	452183.92	4520701.00	867.13
69	452183.99	4520702.43	867.15
70	452185.29	4520696.19	867.01
71	452187.24	4520698.50	867.15
72	452187.34	4520699.65	867.14



Num	X	Y	Z
73	452187.93	4520657.22	867.04
74	452188.45	4520693.29	867.02
75	452190.17	4520704.93	865.96
76	452190.31	4520648.99	867.03
77	452192.13	4520665.84	867.04
78	452192.20	4520692.44	867.14
79	452192.85	4520674.97	867.10
80	452193.28	4520700.18	867.17
81	452193.68	4520696.40	863.55
82	452193.88	4520685.16	867.07
83	452194.26	4520704.96	865.63
84	452194.33	4520657.17	867.08
85	452195.17	4520702.89	867.19
86	452195.33	4520704.55	866.82
87	452195.78	4520691.84	867.13
88	452199.90	4520656.00	867.11
89	452200.77	4520656.85	867.57
90	452200.85	4520657.19	867.02
91	452201.47	4520697.20	867.15
92	452201.71	4520699.42	867.14
93	452201.85	4520693.97	866.97
94	452202.33	4520648.08	867.05
95	452203.05	4520692.81	867.12
96	452203.78	4520691.84	867.57
97	452204.12	4520691.70	867.03
98	452210.37	4520698.26	867.03
99	452213.16	4520645.67	867.00
100	452213.46	4520645.93	867.07
101	452213.49	4520648.66	866.98
102	452213.73	4520648.38	867.07
103	452216.17	4520645.67	867.07
104	452216.38	4520645.36	867.01
105	452216.43	4520648.12	867.11
106	452216.71	4520648.35	867.00
107	452218.32	4520698.32	867.10
108	452221.68	4520645.06	867.06
109	452225.29	4520697.31	867.03
110	452228.29	4520700.95	867.14

Num	X	Y	Z
111	452231.33	4520700.69	867.09
112	452231.78	4520651.26	867.06
113	452232.13	4520700.62	867.09
114	452232.14	4520700.98	866.85
115	452232.35	4520703.04	866.86
116	452233.01	4520709.10	866.85
117	452233.64	4520714.84	866.82
118	452237.75	4520683.09	867.03
119	452237.91	4520683.37	867.58
120	452238.43	4520686.95	867.13
121	452238.92	4520683.89	867.22
122	452241.09	4520661.20	867.15
123	452243.10	4520676.13	867.07
124	452259.74	4520568.74	852.68
125	452260.61	4520572.12	853.58
126	452261.21	4520579.91	855.51
127	452261.26	4520566.89	852.64
128	452261.53	4520566.58	852.70
129	452262.17	4520585.05	857.62
130	452262.45	4520567.63	852.92
131	452262.56	4520584.99	857.52
132	452262.64	4520566.84	852.84
133	452263.13	4520570.43	853.30
134	452263.35	4520589.59	858.09
135	452263.40	4520571.71	853.52
136	452263.65	4520569.29	853.23
137	452263.77	4520566.66	852.78
138	452263.85	4520570.88	853.62
139	452263.94	4520570.15	853.23
140	452264.11	4520577.50	855.20
141	452264.33	4520570.40	853.35
142	452264.66	4520571.32	853.45
143	452264.79	4520594.17	857.92
144	452264.93	4520568.77	853.15
145	452265.27	4520568.58	853.12
146	452265.31	4520570.00	853.42
147	452266.10	4520584.57	857.44
148	452267.02	4520574.91	854.22



Num	X	Y	Z
149	452267.14	4520578.32	855.55
150	452268.16	4520587.04	857.72
151	452268.22	4520588.28	857.75
152	452268.69	4520586.29	857.60
153	452268.75	4520587.06	857.33
154	452268.77	4520582.58	856.89
155	452268.81	4520588.11	857.34
156	452268.89	4520588.90	857.63
157	452269.12	4520586.60	857.38
158	452269.15	4520577.56	854.68
159	452269.26	4520588.56	857.38
160	452269.69	4520592.84	857.80
161	452269.84	4520583.06	856.93
162	452270.24	4520580.23	855.71
163	452270.41	4520596.59	857.70
164	452270.41	4520581.34	856.38
165	452270.53	4520580.45	856.46
166	452270.66	4520596.51	857.72
167	452270.76	4520581.96	856.47
168	452270.80	4520566.41	852.85
169	452270.81	4520572.49	854.20
170	452270.82	4520567.78	853.29
171	452270.84	4520596.49	857.70
172	452270.84	4520598.19	857.63
173	452271.17	4520599.19	857.65
174	452271.43	4520599.03	857.63
175	452271.53	4520579.96	854.95
176	452271.56	4520567.95	853.29
177	452271.61	4520568.87	853.55
178	452271.64	4520568.72	853.45
179	452271.72	4520569.79	853.62
180	452271.74	4520583.23	856.92
181	452272.07	4520579.86	855.00
182	452272.34	4520567.87	853.28
183	452272.41	4520568.65	853.54
184	452272.51	4520567.86	853.21
185	452272.51	4520568.80	853.48
186	452272.60	4520568.90	853.61

Num	X	Y	Z
187	452272.63	4520569.72	853.50
188	452273.04	4520580.06	856.43
189	452273.12	4520578.21	854.82
190	452273.22	4520579.73	855.58
191	452273.26	4520581.56	856.44
192	452273.35	4520607.78	858.91
193	452273.39	4520580.67	856.37
194	452273.58	4520567.72	853.47
195	452273.64	4520581.94	856.83
196	452273.67	4520568.77	853.55
197	452274.33	4520609.36	858.88
198	452274.73	4520573.04	854.29
199	452274.93	4520564.30	852.30
200	452275.28	4520581.80	856.85
201	452276.17	4520597.43	857.78
202	452276.30	4520597.96	857.95
203	452276.93	4520596.66	857.42
204	452277.05	4520597.22	857.62
205	452277.16	4520568.87	853.56
206	452277.20	4520597.66	857.42
207	452277.25	4520598.07	857.80
208	452277.28	4520593.24	857.45
209	452277.54	4520598.00	857.81
210	452277.54	4520594.52	857.44
211	452277.71	4520594.15	857.51
212	452277.86	4520614.54	859.52
213	452278.02	4520596.33	857.33
214	452278.16	4520591.75	857.36
215	452278.19	4520592.80	857.37
216	452278.26	4520597.43	857.38
217	452278.63	4520593.72	857.14
218	452279.56	4520606.39	858.95
219	452279.60	4520615.52	859.78
220	452279.70	4520598.02	857.77
221	452279.77	4520581.18	856.80
222	452280.69	4520602.89	858.37
223	452280.87	4520597.77	857.71
224	452280.89	4520597.28	857.81

Num	X	Y	Z
225	452281.78	4520607.73	858.88
226	452281.80	4520586.44	856.91
227	452281.84	4520587.40	857.46
228	452281.92	4520588.19	857.09
229	452282.10	4520567.15	853.04
230	452282.15	4520607.49	858.94
231	452282.22	4520617.13	860.20
232	452282.33	4520576.87	854.14
233	452282.36	4520608.60	858.88
234	452283.09	4520607.31	858.85
235	452283.30	4520608.42	858.93
236	452283.37	4520620.68	861.84
237	452283.96	4520562.32	851.58
238	452284.38	4520590.65	857.32
239	452284.43	4520574.44	853.72
240	452284.66	4520576.59	854.44
241	452284.98	4520575.83	854.08
242	452284.98	4520598.28	857.81
243	452285.35	4520618.61	861.85
244	452285.81	4520569.28	853.51
245	452285.87	4520571.11	853.48
246	452286.03	4520571.26	853.30
247	452286.35	4520580.32	856.35
248	452286.39	4520566.14	852.81
249	452286.42	4520611.22	859.74
250	452286.66	4520571.60	853.33
251	452286.76	4520604.13	858.61
252	452286.79	4520571.77	853.48
253	452288.01	4520616.67	862.12
254	452288.24	4520572.27	853.91
255	452288.26	4520570.70	853.57
256	452288.26	4520618.55	862.57
257	452288.36	4520569.88	853.11
258	452288.53	4520570.07	853.35
259	452289.15	4520569.91	853.56
260	452289.28	4520580.40	856.63
261	452289.97	4520599.29	858.02
262	452290.04	4520638.59	867.21

Num	X	Y	Z
263	452290.04	4520591.44	856.96
264	452290.26	4520609.13	859.79
265	452291.38	4520560.62	851.10
266	452291.61	4520579.24	856.60
267	452291.65	4520566.64	852.41
268	452291.78	4520566.74	852.28
269	452291.86	4520567.21	852.28
270	452292.01	4520567.28	852.42
271	452292.02	4520564.04	852.06
272	452292.05	4520626.84	866.84
273	452292.09	4520594.19	857.45
274	452292.12	4520560.47	851.00
275	452292.39	4520616.52	863.50
276	452292.71	4520653.59	867.20
277	452293.58	4520571.46	854.10
278	452293.72	4520575.65	854.73
279	452293.95	4520576.96	854.83
280	452293.97	4520589.03	856.86
281	452294.11	4520589.88	857.01
282	452294.39	4520563.86	851.91
283	452294.49	4520587.30	857.58
284	452294.52	4520588.23	856.98
285	452294.59	4520564.01	851.93
286	452294.62	4520586.30	856.99
287	452294.84	4520588.90	856.92
288	452294.97	4520589.74	857.12
289	452295.12	4520603.82	859.52
290	452295.71	4520622.46	866.80
291	452296.11	4520568.17	853.74
292	452297.10	4520580.83	856.73
293	452297.30	4520568.11	853.75
294	452297.37	4520568.63	853.77
295	452297.42	4520608.63	861.25
296	452298.06	4520568.31	853.73
297	452298.23	4520626.52	867.10
298	452299.22	4520597.71	858.71
299	452299.39	4520568.26	853.56
300	452300.49	4520534.36	849.75





Num	X	Y	Z
301	452300.58	4520579.67	856.76
302	452300.67	4520558.57	850.37
303	452300.81	4520618.01	866.40
304	452301.02	4520665.04	867.15
305	452301.89	4520618.38	866.79
306	452302.11	4520556.74	849.70
307	452302.19	4520557.06	849.94
308	452302.25	4520557.00	849.78
309	452302.32	4520540.87	849.81
310	452302.42	4520606.91	861.62
311	452302.60	4520541.73	850.66
312	452302.70	4520592.62	858.06
313	452302.77	4520562.67	853.07
314	452302.77	4520608.79	862.49
315	452302.94	4520540.97	849.87
316	452303.04	4520663.88	867.15
317	452303.25	4520559.70	850.09
318	452303.33	4520565.05	852.82
319	452303.38	4520541.44	849.94
320	452303.49	4520662.19	867.06
321	452303.73	4520547.04	849.76
322	452303.78	4520604.37	861.03
323	452303.79	4520662.90	867.58
324	452304.09	4520546.95	849.80
325	452304.20	4520586.18	857.13
326	452304.24	4520549.44	849.71
327	452304.39	4520573.95	854.18
328	452304.47	4520546.68	849.92
329	452304.52	4520546.26	849.89
330	452304.55	4520561.53	850.83
331	452304.61	4520561.62	852.87
332	452304.76	4520549.42	849.85
333	452304.84	4520621.07	866.90
334	452305.08	4520549.50	849.94
335	452305.18	4520621.22	866.99
336	452305.21	4520615.18	866.53
337	452305.36	4520549.89	849.90
338	452305.62	4520554.81	849.67

Num	X	Y	Z
339	452305.81	4520603.93	861.18
340	452306.00	4520555.51	849.54
341	452306.12	4520555.95	849.43
342	452306.13	4520555.89	849.33
343	452306.13	4520608.42	863.08
344	452306.21	4520623.81	866.83
345	452306.25	4520555.16	849.27
346	452306.31	4520623.48	867.02
347	452306.45	4520554.85	849.74
348	452306.52	4520560.48	850.65
349	452306.56	4520556.06	849.31
350	452306.57	4520560.57	852.63
351	452306.73	4520545.94	849.88
352	452306.85	4520560.49	852.62
353	452307.32	4520554.94	849.94
354	452307.55	4520613.31	866.44
355	452307.68	4520556.47	849.88
356	452307.70	4520619.97	866.98
357	452307.71	4520586.37	857.13
358	452307.71	4520562.59	851.55
359	452307.73	4520598.66	859.68
360	452307.81	4520555.72	849.66
361	452307.84	4520619.60	866.87
362	452308.13	4520606.42	862.31
363	452308.83	4520622.15	866.97
364	452309.15	4520532.25	849.69
365	452309.17	4520587.09	857.62
366	452309.18	4520622.29	866.78
367	452309.20	4520603.12	861.23
368	452309.56	4520587.73	857.42
369	452309.72	4520533.63	849.88
370	452309.93	4520578.69	857.08
371	452310.00	4520533.99	849.71
372	452310.13	4520534.04	850.17
373	452310.28	4520534.03	850.14
374	452310.34	4520533.40	849.89
375	452310.40	4520568.85	852.95
376	452310.67	4520558.81	852.31

Num	X	Y	Z
377	452310.67	4520536.13	849.68
378	452310.81	4520536.46	849.69
379	452310.88	4520536.04	849.73
380	452310.90	4520538.65	849.75
381	452310.92	4520535.57	850.19
382	452310.98	4520572.76	854.24
383	452311.02	4520536.37	849.76
384	452311.16	4520550.15	849.99
385	452311.25	4520561.07	850.97
386	452311.38	4520562.88	851.74
387	452311.38	4520536.14	850.19
388	452311.80	4520537.14	850.31
389	452311.81	4520538.23	849.79
390	452312.31	4520535.75	850.19
391	452312.35	4520565.76	852.36
392	452312.58	4520535.62	850.22
393	452312.70	4520561.74	851.48
394	452312.72	4520536.76	850.18
395	452312.73	4520566.86	852.51
396	452312.74	4520533.01	850.13
397	452312.78	4520532.85	850.11
398	452312.79	4520532.77	849.41
399	452313.00	4520536.62	850.14
400	452313.38	4520534.54	850.16
401	452313.43	4520565.47	852.41
402	452313.51	4520535.23	850.27
403	452313.51	4520544.72	849.78
404	452313.66	4520544.64	849.79
405	452313.79	4520566.49	852.50
406	452313.92	4520536.24	850.25
407	452313.98	4520565.63	852.51
408	452314.04	4520601.77	861.27
409	452314.56	4520537.02	850.17
410	452314.58	4520546.17	849.72
411	452314.59	4520536.97	850.16
412	452315.01	4520590.71	858.69
413	452315.51	4520577.97	857.27
414	452315.52	4520611.61	866.85

Num	X	Y	Z
415	452315.64	4520536.62	850.91
416	452315.91	4520620.86	867.11
417	452316.02	4520556.47	851.83
418	452316.09	4520622.06	867.57
419	452316.41	4520669.93	866.99
420	452316.81	4520589.33	858.57
421	452316.82	4520622.33	867.02
422	452317.45	4520546.47	849.65
423	452317.45	4520616.15	866.97
424	452317.50	4520558.27	849.77
425	452317.73	4520564.73	852.42
426	452317.91	4520572.34	854.55
427	452318.03	4520591.17	859.64
428	452318.34	4520587.49	858.48
429	452318.51	4520571.55	854.34
430	452318.71	4520588.07	858.48
431	452318.89	4520577.05	857.54
432	452318.97	4520605.76	864.34
433	452319.02	4520587.04	858.40
434	452319.35	4520585.95	858.23
435	452319.40	4520551.75	849.80
436	452319.40	4520587.61	858.60
437	452319.41	4520551.73	849.77
438	452319.45	4520551.72	849.73
439	452319.77	4520587.36	858.60
440	452319.93	4520598.73	861.04
441	452320.29	4520675.90	867.13
442	452320.37	4520551.07	849.74
443	452320.47	4520544.44	849.71
444	452320.54	4520609.34	866.68
445	452320.61	4520566.53	852.94
446	452320.81	4520551.35	849.75
447	452320.88	4520543.34	849.52
448	452320.99	4520589.20	859.49
449	452321.92	4520545.97	849.51
450	452322.57	4520576.99	857.73
451	452322.97	4520542.97	849.44
452	452323.07	4520593.26	860.27

Num	X	Y	Z
453	452323.33	4520586.86	859.07
454	452323.41	4520572.63	855.17
455	452323.76	4520579.36	857.88
456	452324.32	4520577.35	857.57
457	452324.91	4520563.33	852.86
458	452325.33	4520580.19	858.23
459	452325.33	4520689.24	867.77
460	452325.42	4520606.91	866.89
461	452325.79	4520549.15	849.43
462	452325.80	4520549.16	849.42
463	452325.83	4520570.24	855.02
464	452325.91	4520549.16	849.44
465	452326.46	4520563.88	853.17
466	452326.51	4520577.38	858.29
467	452326.52	4520688.85	866.64
468	452326.61	4520587.26	859.27
469	452326.83	4520669.02	867.01
470	452326.95	4520597.20	861.92
471	452327.17	4520593.46	860.83
472	452327.37	4520542.62	849.44
473	452327.50	4520612.64	867.05
474	452327.76	4520544.24	849.41
475	452327.95	4520584.15	858.41
476	452328.22	4520585.55	859.08
477	452328.25	4520563.14	853.18
478	452329.12	4520587.36	859.63
479	452329.21	4520667.63	867.11
480	452329.22	4520619.87	867.07
481	452329.26	4520569.65	855.01
482	452329.61	4520702.56	869.75
483	452329.68	4520702.55	869.70
484	452329.87	4520572.25	855.45
485	452329.96	4520703.01	870.17
486	452330.30	4520560.84	852.69
487	452330.62	4520703.71	870.16
488	452332.02	4520587.85	860.23
489	452332.05	4520701.39	869.71
490	452332.13	4520576.14	858.14

Num	X	Y	Z
491	452332.14	4520701.32	869.77
492	452332.29	4520701.85	870.15
493	452332.30	4520705.43	871.92
494	452332.39	4520705.44	871.95
495	452332.44	4520702.01	870.16
496	452332.51	4520701.21	869.73
497	452332.66	4520701.35	869.33
498	452332.80	4520701.61	869.35
499	452332.82	4520701.63	870.04
500	452332.97	4520706.14	871.90
501	452333.00	4520573.95	856.84
502	452333.01	4520706.10	871.91
503	452333.61	4520565.53	854.26
504	452334.10	4520583.72	858.48
505	452334.13	4520546.04	849.10
506	452334.14	4520703.74	871.90
507	452334.16	4520703.81	871.92
508	452334.77	4520704.50	871.91
509	452334.79	4520578.08	858.32
510	452334.79	4520704.48	871.94
511	452334.80	4520575.64	856.90
512	452334.96	4520703.89	871.89
513	452335.26	4520602.34	866.85
514	452335.37	4520545.51	849.13
515	452335.37	4520545.53	849.15
516	452335.39	4520545.52	849.16
517	452335.40	4520545.53	849.13
518	452335.91	4520667.39	867.09
519	452336.12	4520558.46	852.60
520	452336.42	4520617.17	867.07
521	452336.43	4520668.73	866.82
522	452336.51	4520625.45	866.98
523	452336.64	4520568.35	855.09
524	452336.78	4520710.03	875.47
525	452336.93	4520710.54	875.55
526	452336.93	4520589.22	861.18
527	452336.98	4520572.00	856.66
528	452337.10	4520710.37	875.51



Num	X	Y	Z
529	452337.55	4520575.18	856.89
530	452337.77	4520569.85	855.69
531	452338.15	4520661.87	867.03
532	452338.31	4520561.03	853.49
533	452338.31	4520704.37	873.57
534	452338.33	4520561.13	853.58
535	452338.45	4520577.22	858.36
536	452338.54	4520708.36	875.54
537	452338.63	4520538.18	849.06
538	452338.86	4520708.69	875.58
539	452338.86	4520617.53	867.11
540	452338.86	4520607.00	867.03
541	452338.92	4520539.47	848.99
542	452339.03	4520708.53	875.60
543	452339.25	4520708.31	875.50
544	452339.39	4520554.27	851.93
545	452339.57	4520571.42	856.81
546	452339.58	4520583.10	858.51
547	452339.65	4520701.06	872.31
548	452339.68	4520713.30	875.59
549	452340.05	4520617.84	867.57
550	452340.08	4520713.39	875.60
551	452340.13	4520633.83	867.09
552	452340.22	4520667.50	865.62
553	452340.29	4520667.15	865.91
554	452340.29	4520618.07	867.02
555	452340.65	4520559.01	853.10
556	452340.67	4520715.10	875.60
557	452340.73	4520714.45	875.61
558	452341.06	4520590.94	862.46
559	452341.08	4520589.63	861.79
560	452341.08	4520697.81	870.12
561	452341.17	4520643.47	867.02
562	452341.31	4520583.13	858.62
563	452341.39	4520642.72	867.56
564	452341.42	4520580.94	858.46
565	452341.52	4520551.55	851.46
566	452341.67	4520583.83	859.02

Num	X	Y	Z
567	452341.79	4520581.06	859.27
568	452341.79	4520582.18	858.41
569	452341.94	4520571.61	857.20
570	452342.00	4520582.08	858.51
571	452342.05	4520716.83	875.61
572	452342.08	4520582.74	858.39
573	452342.10	4520711.61	875.59
574	452342.13	4520711.99	875.59
575	452342.20	4520581.93	859.25
576	452342.39	4520592.52	863.46
577	452342.43	4520588.07	861.26
578	452342.43	4520583.44	859.04
579	452342.57	4520712.29	875.58
580	452342.59	4520642.58	867.11
581	452342.60	4520554.21	852.13
582	452342.73	4520584.01	859.38
583	452342.76	4520580.56	859.28
584	452342.83	4520706.46	875.52
585	452342.84	4520713.03	875.59
586	452342.84	4520653.36	867.08
587	452342.88	4520711.07	875.66
588	452342.89	4520580.17	858.52
589	452343.16	4520581.42	859.26
590	452343.17	4520586.75	860.78
591	452343.19	4520707.01	875.50
592	452343.29	4520583.76	859.74
593	452343.35	4520711.71	875.65
594	452343.40	4520541.98	848.73
595	452343.40	4520541.99	848.72
596	452343.41	4520541.90	848.93
597	452343.47	4520581.30	859.02
598	452343.58	4520567.12	855.72
599	452343.59	4520581.24	859.12
600	452343.65	4520568.65	856.10
601	452343.67	4520657.83	867.11
602	452343.80	4520581.48	859.21
603	452343.99	4520579.20	858.43
604	452344.02	4520705.67	875.52



Num	X	Y	Z
605	452344.03	4520543.11	848.79
606	452344.12	4520704.80	875.41
607	452344.38	4520698.42	872.51
608	452344.38	4520706.19	875.57
609	452344.45	4520714.95	875.61
610	452344.45	4520572.78	857.76
611	452344.53	4520583.09	859.77
612	452344.59	4520715.22	875.47
613	452344.87	4520659.82	867.09
614	452345.13	4520644.77	867.04
615	452345.19	4520704.39	875.46
616	452345.31	4520589.20	862.47
617	452345.44	4520708.48	875.58
618	452345.46	4520597.47	866.74
619	452345.55	4520694.78	869.75
620	452345.61	4520694.90	869.74
621	452345.65	4520695.72	870.20
622	452345.67	4520695.02	869.40
623	452345.68	4520562.24	854.47
624	452345.75	4520695.35	870.02
625	452345.78	4520695.28	869.37
626	452345.82	4520702.14	874.78
627	452346.28	4520650.50	867.08
628	452347.15	4520588.80	862.73
629	452347.33	4520576.02	858.24
630	452348.02	4520533.87	848.79
631	452348.38	4520577.46	859.21
632	452348.76	4520694.87	871.05
633	452348.78	4520713.50	875.64
634	452348.80	4520534.95	848.86
635	452348.84	4520599.45	866.94
636	452349.06	4520571.18	857.88
637	452349.14	4520599.61	867.01
638	452349.27	4520592.27	865.27
639	452349.41	4520539.75	848.70
640	452349.49	4520539.11	848.87
641	452349.59	4520695.78	872.66
642	452349.75	4520648.84	867.11

Num	X	Y	Z
643	452349.82	4520540.51	849.05
644	452349.86	4520555.58	853.01
645	452349.96	4520564.50	855.80
646	452350.07	4520561.70	854.88
647	452350.09	4520602.27	866.73
648	452350.20	4520601.91	866.99
649	452350.33	4520573.84	858.03
650	452350.58	4520652.42	863.45
651	452350.59	4520652.41	863.43
652	452350.61	4520693.11	870.02
653	452350.84	4520565.84	856.49
654	452350.98	4520567.07	856.79
655	452351.22	4520586.93	862.71
656	452351.36	4520696.48	873.71
657	452351.58	4520598.47	866.98
658	452351.69	4520598.15	866.91
659	452351.88	4520692.93	870.24
660	452352.21	4520584.80	862.05
661	452352.43	4520568.89	857.54
662	452352.53	4520659.34	867.09
663	452352.61	4520661.88	865.63
664	452352.69	4520600.70	867.00
665	452352.85	4520562.25	855.29
666	452352.87	4520589.81	864.81
667	452353.06	4520600.80	866.81
668	452353.15	4520593.66	866.72
669	452353.33	4520564.20	856.49
670	452353.38	4520655.61	867.09
671	452353.44	4520661.03	866.85
672	452353.49	4520697.93	875.32
673	452353.84	4520571.26	857.57
674	452354.01	4520584.22	862.27
675	452355.30	4520585.39	862.86
676	452355.61	4520536.33	848.71
677	452355.69	4520691.26	870.46
678	452355.71	4520537.04	848.54
679	452355.78	4520587.53	864.13
680	452355.93	4520538.24	849.22





Num	X	Y	Z
681	452356.07	4520566.21	856.81
682	452356.81	4520651.38	867.12
683	452356.99	4520585.68	863.47
684	452356.99	4520571.05	858.58
685	452357.29	4520652.55	867.09
686	452357.79	4520548.03	851.46
687	452358.35	4520550.51	852.08
688	452358.52	4520697.23	875.47
689	452358.59	4520705.89	875.63
690	452358.64	4520529.14	848.63
691	452358.73	4520688.43	869.73
692	452358.79	4520689.68	870.30
693	452358.80	4520688.48	869.75
694	452358.89	4520697.83	875.49
695	452358.90	4520688.64	869.42
696	452358.92	4520528.68	848.63
697	452359.03	4520688.85	869.42
698	452359.19	4520688.86	870.02
699	452359.39	4520583.72	862.93
700	452359.40	4520696.69	875.52
701	452359.48	4520529.82	848.64
702	452359.68	4520576.23	860.63
703	452359.77	4520697.29	875.47
704	452360.63	4520700.24	875.48
705	452360.76	4520544.38	851.34
706	452360.88	4520533.63	848.59
707	452360.97	4520651.94	867.09
708	452361.00	4520589.73	866.63
709	452361.04	4520699.99	875.46
710	452361.20	4520534.47	848.40
711	452361.20	4520704.19	875.60
712	452361.28	4520703.83	875.59
713	452361.29	4520557.39	854.54
714	452361.37	4520700.57	875.48
715	452361.62	4520535.22	848.73
716	452361.63	4520653.32	867.08
717	452361.65	4520562.46	856.70
718	452361.79	4520697.83	875.54

Num	X	Y	Z
719	452361.79	4520649.92	867.11
720	452361.89	4520650.25	867.10
721	452362.03	4520651.75	867.07
722	452362.04	4520558.73	855.01
723	452362.39	4520706.01	875.70
724	452362.42	4520565.92	857.09
725	452362.42	4520705.61	875.57
726	452362.43	4520694.01	875.51
727	452362.56	4520652.87	867.09
728	452362.60	4520560.66	856.57
729	452362.63	4520581.74	862.85
730	452363.13	4520689.77	873.36
731	452363.24	4520693.28	875.44
732	452363.28	4520595.90	867.03
733	452364.05	4520704.94	875.61
734	452364.59	4520704.60	875.63
735	452364.78	4520698.23	875.70
736	452365.18	4520566.42	858.28
737	452365.27	4520686.62	870.32
738	452365.48	4520692.55	875.47
739	452365.78	4520692.99	875.50
740	452365.93	4520692.29	875.45
741	452366.20	4520692.72	875.50
742	452366.22	4520523.68	848.40
743	452366.29	4520647.92	867.10
744	452366.50	4520578.85	862.44
745	452367.02	4520649.33	867.10
746	452367.24	4520566.40	858.62
747	452367.40	4520689.69	874.97
748	452367.62	4520544.96	851.75
749	452367.97	4520601.49	867.02
750	452368.05	4520525.81	848.40
751	452368.19	4520575.54	861.82
752	452368.26	4520601.16	867.58
753	452368.47	4520586.09	866.79
754	452368.52	4520600.09	867.11
755	452368.67	4520693.08	875.55
756	452369.21	4520648.12	867.02

Num	X	Y	Z
757	452369.36	4520651.22	867.10
758	452369.51	4520693.24	875.54
759	452369.58	4520690.18	875.36
760	452369.60	4520529.17	848.46
761	452369.91	4520559.86	857.05
762	452369.91	4520531.61	848.80
763	452369.99	4520652.55	866.86
764	452370.10	4520530.47	848.25
765	452370.66	4520689.99	875.39
766	452370.84	4520556.44	855.43
767	452371.20	4520562.85	857.18
768	452371.47	4520565.69	858.83
769	452371.55	4520591.01	867.02
770	452371.71	4520571.35	860.94
771	452371.71	4520597.44	867.04
772	452371.80	4520682.10	869.74
773	452371.85	4520682.20	869.73
774	452371.87	4520682.29	869.45
775	452371.96	4520558.38	856.84
776	452371.97	4520682.53	869.46
777	452371.99	4520682.63	870.01
778	452372.02	4520689.28	875.37
779	452372.09	4520689.44	875.39
780	452372.17	4520689.58	875.22
781	452372.44	4520690.26	875.45
782	452372.45	4520690.16	875.27
783	452372.45	4520690.30	875.46
784	452372.63	4520701.13	875.60
785	452373.01	4520698.57	875.58
786	452373.08	4520698.36	875.59
787	452373.18	4520698.79	875.58
788	452373.44	4520646.38	867.11
789	452373.46	4520717.96	878.65
790	452373.51	4520574.21	862.33
791	452373.63	4520718.26	878.65
792	452373.70	4520651.27	865.60
793	452373.81	4520650.98	865.90
794	452374.03	4520702.51	875.64

Num	X	Y	Z
795	452374.10	4520716.77	878.67
796	452374.40	4520700.61	875.52
797	452374.57	4520700.49	875.56
798	452375.09	4520720.95	878.65
799	452375.26	4520701.63	875.56
800	452375.35	4520547.79	853.29
801	452375.56	4520720.72	878.63
802	452375.58	4520721.29	878.65
803	452375.58	4520721.98	878.61
804	452375.80	4520689.40	875.65
805	452376.05	4520706.34	875.61
806	452376.10	4520721.51	878.64
807	452376.42	4520700.83	875.60
808	452376.50	4520564.67	859.23
809	452376.90	4520719.85	878.64
810	452377.12	4520686.60	875.38
811	452377.22	4520685.74	875.06
812	452377.42	4520720.62	878.65
813	452377.50	4520705.43	875.50
814	452378.06	4520581.16	866.68
815	452378.06	4520703.25	875.66
816	452378.12	4520704.97	875.58
817	452378.28	4520709.68	875.61
818	452378.28	4520567.64	860.54
819	452378.44	4520709.93	875.62
820	452378.58	4520562.94	858.99
821	452378.61	4520714.29	878.66
822	452378.93	4520726.77	878.67
823	452378.98	4520710.79	876.31
824	452379.19	4520552.08	855.10
825	452379.28	4520548.54	854.07
826	452379.45	4520714.19	878.66
827	452379.57	4520603.20	867.06
828	452379.68	4520694.05	875.64
829	452379.86	4520556.71	857.38
830	452380.13	4520708.82	875.54
831	452380.25	4520594.62	867.11
832	452380.40	4520685.38	875.42

Num	X	Y	Z
833	452380.42	4520708.63	875.55
834	452380.46	4520685.54	875.23
835	452380.55	4520709.36	875.65
836	452380.56	4520709.45	876.32
837	452380.57	4520586.09	867.05
838	452380.64	4520686.08	875.24
839	452380.76	4520686.17	875.47
840	452380.81	4520709.29	876.32
841	452380.86	4520552.98	855.55
842	452381.39	4520545.09	853.47
843	452381.39	4520712.11	878.67
844	452381.44	4520567.46	860.90
845	452381.46	4520713.28	878.62
846	452381.53	4520717.48	878.65
847	452381.69	4520563.31	859.45
848	452382.17	4520682.95	874.75
849	452382.22	4520555.33	857.16
850	452382.25	4520547.88	854.34
851	452382.29	4520684.17	875.37
852	452382.36	4520565.30	860.30
853	452382.79	4520686.42	875.59
854	452382.93	4520596.02	867.13
855	452382.94	4520685.74	875.66
856	452382.97	4520715.21	878.66
857	452383.08	4520715.85	878.65
858	452383.13	4520573.28	864.09
859	452383.14	4520559.86	857.69
860	452383.18	4520531.61	851.30
861	452383.21	4520715.06	878.65
862	452383.22	4520715.58	878.67
863	452383.35	4520543.83	853.38
864	452383.36	4520706.82	875.87
865	452383.42	4520706.94	875.87
866	452383.53	4520550.48	855.25
867	452383.59	4520707.12	875.31
868	452383.65	4520715.31	878.71
869	452383.69	4520714.18	878.26
870	452383.69	4520707.38	875.41

Num	X	Y	Z
871	452383.75	4520707.53	875.86
872	452383.83	4520716.08	878.71
873	452383.85	4520680.55	874.25
874	452383.89	4520700.03	875.95
875	452384.12	4520596.27	867.58
876	452384.25	4520534.09	851.50
877	452384.32	4520676.04	869.72
878	452384.35	4520596.56	867.01
879	452384.36	4520677.35	870.24
880	452384.36	4520716.28	878.73
881	452384.36	4520676.13	869.72
882	452384.42	4520676.19	869.53
883	452384.53	4520613.10	867.08
884	452384.53	4520629.11	867.04
885	452384.57	4520676.40	869.52
886	452384.60	4520676.49	870.05
887	452384.80	4520629.36	867.59
888	452384.91	4520638.21	867.11
889	452385.40	4520545.31	854.12
890	452385.55	4520538.40	852.45
891	452385.92	4520705.79	876.06
892	452385.94	4520705.68	876.03
893	452385.95	4520629.68	867.11
894	452386.05	4520691.43	875.89
895	452386.12	4520705.87	875.80
896	452386.14	4520706.11	875.76
897	452386.15	4520706.12	876.38
898	452386.31	4520577.24	866.71
899	452386.36	4520561.63	859.49
900	452386.62	4520682.30	875.40
901	452386.62	4520676.05	870.25
902	452386.78	4520681.49	875.27
903	452386.88	4520682.08	875.33
904	452386.95	4520682.27	875.29
905	452387.08	4520682.81	875.25
906	452387.19	4520682.83	875.60
907	452387.32	4520682.91	875.51
908	452387.58	4520720.94	878.76



Num	X	Y	Z
909	452387.58	4520537.84	852.63
910	452387.61	4520567.74	861.87
911	452388.00	4520681.46	875.33
912	452388.06	4520561.41	859.72
913	452388.23	4520708.52	877.70
914	452388.25	4520620.99	867.02
915	452388.31	4520684.53	875.92
916	452388.43	4520682.29	875.48
917	452388.69	4520553.83	857.85
918	452388.87	4520695.67	876.24
919	452388.88	4520557.57	857.96
920	452389.02	4520711.04	878.37
921	452390.86	4520539.77	853.57
922	452390.98	4520697.75	876.51
923	452391.12	4520676.26	873.73
924	452391.53	4520626.69	867.09
925	452391.57	4520575.79	866.91
926	452391.63	4520549.58	856.44
927	452391.76	4520544.28	854.97
928	452391.79	4520573.45	866.39
929	452392.10	4520688.84	876.23
930	452392.50	4520709.13	878.53
931	452392.55	4520551.96	858.10
932	452392.68	4520567.57	862.91
933	452392.88	4520578.16	866.94
934	452392.97	4520709.39	878.79
935	452393.02	4520697.89	876.75
936	452393.04	4520693.17	876.79
937	452393.04	4520536.50	852.83
938	452393.24	4520578.27	867.03
939	452393.28	4520573.10	866.53
940	452393.32	4520678.62	875.51
941	452393.48	4520679.07	875.48
942	452393.50	4520556.91	858.44
943	452393.50	4520575.63	866.96
944	452393.51	4520679.15	875.26
945	452393.64	4520710.34	878.85
946	452393.75	4520679.59	875.33

Num	X	Y	Z
947	452393.83	4520558.73	859.74
948	452393.92	4520679.73	875.61
949	452394.17	4520580.90	866.89
950	452394.29	4520581.01	866.88
951	452394.30	4520580.50	867.03
952	452394.63	4520633.42	867.07
953	452395.73	4520577.05	867.02
954	452395.75	4520704.31	877.96
955	452395.95	4520576.98	866.90
956	452396.26	4520577.56	866.88
957	452396.30	4520577.09	866.94
958	452396.44	4520576.80	866.89
959	452396.45	4520715.11	878.85
960	452396.48	4520696.95	877.07
961	452396.52	4520578.21	866.75
962	452396.66	4520568.01	863.40
963	452396.68	4520577.34	866.86
964	452396.75	4520535.76	853.27
965	452396.79	4520579.28	867.01
966	452396.97	4520555.68	858.43
967	452397.13	4520579.42	866.83
968	452397.18	4520701.48	877.41
969	452397.25	4520701.09	876.84
970	452397.25	4520701.35	876.84
971	452397.28	4520700.91	877.02
972	452397.29	4520701.01	877.00
973	452397.29	4520540.11	854.56
974	452397.45	4520669.63	869.82
975	452397.49	4520669.82	869.55
976	452397.49	4520669.72	869.79
977	452397.62	4520670.15	870.12
978	452397.65	4520670.07	869.56
979	452398.15	4520573.37	866.93
980	452398.49	4520563.46	861.67
981	452398.90	4520688.96	876.86
982	452398.90	4520705.06	878.67
983	452399.06	4520639.79	864.35
984	452399.14	4520639.36	865.64



Num	X	Y	Z
985	452399.32	4520679.53	876.07
986	452399.47	4520639.53	865.89
987	452399.86	4520639.35	864.62
988	452400.01	4520576.93	866.93
989	452400.34	4520625.70	867.11
990	452400.59	4520624.52	867.57
991	452400.85	4520624.31	867.06
992	452400.88	4520546.83	856.98
993	452400.96	4520537.91	854.46
994	452401.21	4520684.53	876.62
995	452401.37	4520694.96	877.55
996	452401.48	4520571.86	866.70
997	452401.51	4520554.72	858.64
998	452401.92	4520549.01	858.52
999	452402.06	4520556.74	859.84
1000	452402.15	4520578.19	866.91
1001	452402.20	4520553.69	858.73
1002	452402.25	4520689.30	877.23
1003	452402.32	4520549.46	858.60
1004	452402.35	4520703.44	878.97
1005	452402.40	4520541.58	855.54
1006	452402.82	4520704.31	878.96
1007	452402.92	4520543.91	856.13
1008	452402.97	4520634.88	867.10
1009	452403.13	4520671.53	874.09
1010	452403.16	4520674.65	875.46
1011	452403.20	4520674.78	875.22
1012	452403.33	4520675.11	875.18
1013	452403.42	4520675.23	875.42
1014	452403.51	4520636.17	866.85
1015	452403.52	4520675.31	875.50
1016	452403.67	4520630.22	866.98
1017	452403.73	4520673.37	875.17
1018	452403.78	4520539.65	855.09
1019	452403.91	4520576.21	866.91
1020	452404.15	4520673.97	875.36
1021	452404.23	4520674.11	875.22
1022	452404.51	4520560.34	861.16

Num	X	Y	Z
1023	452404.56	4520674.67	875.27
1024	452404.60	4520674.83	875.48
1025	452404.66	4520552.01	858.67
1026	452405.27	4520572.14	866.80
1027	452405.72	4520708.84	879.05
1028	452406.15	4520544.17	856.60
1029	452406.43	4520570.33	865.90
1030	452406.45	4520553.66	858.84
1031	452407.12	4520541.48	855.63
1032	452407.67	4520545.45	856.96
1033	452407.71	4520571.55	866.81
1034	452408.18	4520675.51	876.10
1035	452408.77	4520575.99	866.92
1036	452409.09	4520691.58	878.17
1037	452409.16	4520664.01	869.72
1038	452409.20	4520664.10	869.71
1039	452409.24	4520664.21	869.44
1040	452409.30	4520664.46	869.40
1041	452409.35	4520556.44	860.13
1042	452409.35	4520664.56	869.99
1043	452409.45	4520572.65	866.88
1044	452409.73	4520548.58	858.73
1045	452409.73	4520540.32	855.38
1046	452409.90	4520698.67	879.17
1047	452409.97	4520554.02	859.82
1048	452410.29	4520680.28	876.84
1049	452410.35	4520552.60	858.75
1050	452410.37	4520699.42	879.15
1051	452410.40	4520547.59	858.82
1052	452410.51	4520539.64	855.19
1053	452410.85	4520559.76	861.03
1054	452411.51	4520694.97	878.18
1055	452411.54	4520695.01	878.00
1056	452411.54	4520694.84	878.17
1057	452411.56	4520695.37	878.65
1058	452411.56	4520626.97	867.02
1059	452411.70	4520695.23	878.03
1060	452412.00	4520572.56	866.86





Num	X	Y	Z
1061	452412.26	4520669.92	875.27
1062	452412.27	4520669.76	875.45
1063	452412.38	4520696.57	879.09
1064	452412.43	4520670.32	875.31
1065	452412.46	4520684.47	877.74
1066	452412.51	4520670.34	875.56
1067	452412.80	4520578.64	866.87
1068	452413.00	4520562.44	861.54
1069	452413.13	4520576.69	866.89
1070	452413.26	4520703.55	879.20
1071	452413.84	4520667.36	875.01
1072	452414.14	4520575.66	866.90
1073	452414.31	4520668.40	875.51
1074	452414.64	4520556.82	860.05
1075	452414.94	4520564.45	862.69
1076	452415.30	4520695.48	879.25
1077	452415.32	4520695.28	879.28
1078	452415.43	4520571.98	866.54
1079	452415.61	4520695.10	879.34
1080	452415.62	4520695.96	879.22
1081	452415.78	4520695.18	879.30
1082	452415.88	4520695.80	879.21
1083	452416.10	4520695.66	879.20
1084	452416.13	4520687.46	878.43
1085	452416.33	4520688.04	878.71
1086	452416.44	4520661.09	870.05
1087	452416.55	4520687.98	878.77
1088	452416.60	4520543.51	856.67
1089	452416.65	4520687.25	878.56
1090	452416.67	4520687.93	878.74
1091	452416.71	4520563.55	861.69
1092	452416.82	4520687.72	878.72
1093	452416.85	4520687.83	878.72
1094	452417.11	4520664.40	874.00
1095	452417.14	4520577.91	866.90
1096	452417.16	4520546.69	858.54
1097	452417.29	4520552.72	858.67
1098	452417.44	4520671.51	876.16

Num	X	Y	Z
1099	452417.46	4520624.83	867.10
1100	452417.65	4520553.99	859.31
1101	452417.81	4520666.34	875.18
1102	452417.88	4520659.76	869.79
1103	452417.92	4520659.98	869.46
1104	452417.92	4520659.88	869.79
1105	452417.99	4520660.33	870.08
1106	452418.05	4520660.22	869.48
1107	452418.15	4520692.10	878.74
1108	452418.17	4520692.26	878.57
1109	452418.19	4520692.20	878.74
1110	452418.25	4520692.44	878.59
1111	452418.29	4520699.98	879.14
1112	452418.31	4520692.52	879.19
1113	452418.35	4520661.00	870.37
1114	452418.37	4520692.10	878.78
1115	452418.44	4520692.71	879.20
1116	452418.48	4520692.00	878.79
1117	452418.55	4520699.78	879.16
1118	452418.61	4520692.75	879.18
1119	452418.68	4520545.12	857.51
1120	452418.70	4520691.95	878.80
1121	452418.76	4520699.65	879.15
1122	452418.76	4520547.41	858.50
1123	452418.79	4520691.99	878.62
1124	452418.84	4520692.53	879.23
1125	452418.86	4520546.65	858.04
1126	452418.88	4520692.18	878.63
1127	452418.89	4520692.24	879.25
1128	452418.89	4520692.24	879.24
1129	452418.89	4520666.21	875.18
1130	452418.97	4520692.47	879.22
1131	452419.09	4520692.99	879.29
1132	452419.25	4520563.67	861.55
1133	452419.25	4520666.81	875.31
1134	452419.36	4520627.35	867.11
1135	452419.53	4520675.98	876.83
1136	452419.58	4520574.81	866.86

Num	X	Y	Z
1137	452419.66	4520622.63	867.14
1138	452419.69	4520667.13	875.38
1139	452419.70	4520691.43	878.90
1140	452419.76	4520691.51	878.86
1141	452419.78	4520691.55	878.73
1142	452419.80	4520691.84	879.31
1143	452419.83	4520691.80	878.72
1144	452419.89	4520665.64	875.07
1145	452419.90	4520571.36	865.32
1146	452419.95	4520667.54	875.41
1147	452419.99	4520579.33	866.88
1148	452420.01	4520692.64	879.23
1149	452420.02	4520680.69	875.13
1150	452420.10	4520692.98	879.43
1151	452420.11	4520627.65	867.09
1152	452420.21	4520691.40	878.95
1153	452420.21	4520666.26	875.26
1154	452420.36	4520692.98	879.23
1155	452420.37	4520691.85	879.30
1156	452420.42	4520666.71	875.37
1157	452420.42	4520691.77	878.87
1158	452420.44	4520544.80	857.05
1159	452420.47	4520691.68	878.88
1160	452420.50	4520629.63	866.86
1161	452420.66	4520692.20	879.32
1162	452420.69	4520698.52	879.21
1163	452420.71	4520661.88	873.63
1164	452420.73	4520667.21	875.40
1165	452420.76	4520692.45	879.19
1166	452420.76	4520691.63	879.06
1167	452420.77	4520623.93	867.43
1168	452420.81	4520691.56	879.04
1169	452420.89	4520558.21	859.74
1170	452420.91	4520574.14	866.50
1171	452420.92	4520692.13	879.16
1172	452421.01	4520691.99	879.15
1173	452421.58	4520576.17	866.85
1174	452421.82	4520630.17	869.62

Num	X	Y	Z
1175	452421.85	4520574.94	866.69
1176	452421.89	4520564.33	861.30
1177	452421.93	4520683.67	878.29
1178	452422.09	4520629.37	869.51
1179	452422.33	4520623.79	868.82
1180	452422.36	4520684.73	878.72
1181	452422.54	4520632.52	869.92
1182	452422.55	4520558.12	859.56
1183	452422.57	4520555.73	858.42
1184	452422.60	4520579.88	866.81
1185	452422.91	4520584.12	866.92
1186	452422.92	4520662.93	874.77
1187	452423.16	4520624.17	869.09
1188	452423.19	4520581.81	866.90
1189	452423.41	4520624.66	869.12
1190	452423.69	4520623.94	869.09
1191	452423.91	4520624.48	869.15
1192	452424.13	4520623.04	869.02
1193	452424.50	4520636.42	870.50
1194	452424.62	4520624.47	869.08
1195	452424.76	4520552.64	858.41
1196	452425.09	4520620.92	867.36
1197	452425.14	4520684.09	879.18
1198	452425.16	4520684.40	879.21
1199	452425.24	4520622.48	868.41
1200	452425.51	4520698.13	879.32
1201	452425.54	4520639.39	867.10
1202	452426.15	4520584.66	866.96
1203	452426.25	4520566.33	860.98
1204	452426.42	4520625.54	869.35
1205	452426.64	4520655.54	869.72
1206	452426.68	4520655.64	869.71
1207	452426.72	4520655.76	869.34
1208	452426.74	4520656.08	870.00
1209	452426.74	4520656.00	869.33
1210	452426.82	4520667.70	876.20
1211	452426.82	4520640.29	871.50
1212	452427.38	4520656.71	870.12

Num	X	Y	Z
1213	452427.51	4520630.53	870.36
1214	452427.66	4520642.06	871.39
1215	452427.69	4520593.68	867.03
1216	452427.69	4520614.18	867.03
1217	452427.84	4520560.69	858.85
1218	452427.87	4520577.72	866.53
1219	452427.93	4520580.17	866.85
1220	452428.00	4520593.76	867.59
1221	452428.47	4520635.54	871.12
1222	452428.51	4520671.65	876.87
1223	452428.66	4520588.06	866.98
1224	452428.68	4520622.93	869.04
1225	452428.75	4520617.47	867.48
1226	452428.99	4520638.40	872.14
1227	452429.12	4520680.03	878.56
1228	452429.13	4520593.32	867.13
1229	452429.13	4520641.30	872.65
1230	452429.27	4520565.38	859.92
1231	452429.52	4520594.19	866.95
1232	452429.68	4520681.57	879.16
1233	452429.86	4520676.07	878.02
1234	452430.07	4520563.22	858.87
1235	452430.22	4520628.91	870.78
1236	452430.26	4520653.79	869.74
1237	452430.27	4520653.87	869.73
1238	452430.28	4520700.10	879.49
1239	452430.33	4520654.00	869.31
1240	452430.37	4520625.82	870.29
1241	452430.39	4520618.83	868.18
1242	452430.40	4520654.28	869.31
1243	452430.45	4520654.35	870.06
1244	452430.78	4520591.66	867.02
1245	452430.80	4520567.97	860.36
1246	452430.84	4520602.09	866.98
1247	452430.99	4520584.26	866.92
1248	452431.09	4520615.40	867.49
1249	452431.17	4520579.78	865.86
1250	452431.20	4520622.40	869.24

Num	X	Y	Z
1251	452431.24	4520630.17	871.08
1252	452431.24	4520634.71	871.79
1253	452431.29	4520653.49	869.76
1254	452431.31	4520653.40	869.77
1255	452431.36	4520653.61	869.31
1256	452431.47	4520653.88	869.33
1257	452431.47	4520569.13	860.49
1258	452431.55	4520653.94	870.08
1259	452431.56	4520653.57	869.15
1260	452431.63	4520568.16	860.55
1261	452431.72	4520637.55	872.06
1262	452431.76	4520653.51	869.32
1263	452431.83	4520595.77	867.02
1264	452431.83	4520653.75	869.36
1265	452431.86	4520654.98	870.33
1266	452431.95	4520567.25	859.79
1267	452432.14	4520626.37	870.37
1268	452432.21	4520658.76	874.72
1269	452432.24	4520656.90	873.97
1270	452432.28	4520640.30	872.71
1271	452432.31	4520585.90	867.06
1272	452432.48	4520583.01	866.69
1273	452432.52	4520586.77	867.04
1274	452432.55	4520627.97	870.50
1275	452432.68	4520559.68	858.66
1276	452432.69	4520568.40	859.80
1277	452432.69	4520585.67	867.49
1278	452432.98	4520589.01	867.08
1279	452433.07	4520658.27	874.75
1280	452433.13	4520630.14	870.84
1281	452433.30	4520660.60	875.22
1282	452433.38	4520601.10	866.94
1283	452433.49	4520602.45	866.99
1284	452433.54	4520635.34	872.94
1285	452433.59	4520631.91	871.64
1286	452433.71	4520582.99	867.32
1287	452433.80	4520597.10	867.04
1288	452433.88	4520602.15	867.03

Num	X	Y	Z
1289	452433.92	4520568.98	860.13
1290	452433.96	4520634.31	871.97
1291	452433.99	4520588.98	866.37
1292	452434.04	4520702.85	879.71
1293	452434.05	4520660.18	875.21
1294	452434.07	4520590.69	867.08
1295	452434.10	4520585.49	867.20
1296	452434.11	4520601.13	867.01
1297	452434.11	4520586.93	866.07
1298	452434.13	4520588.96	865.91
1299	452434.30	4520589.13	866.19
1300	452434.35	4520591.89	867.00
1301	452434.41	4520587.10	865.81
1302	452434.46	4520637.07	872.21
1303	452434.57	4520576.23	862.61
1304	452434.63	4520587.44	865.75
1305	452434.65	4520590.42	867.12
1306	452434.75	4520591.82	866.94
1307	452434.80	4520652.37	869.99
1308	452434.86	4520652.45	869.97
1309	452434.87	4520652.62	869.63
1310	452434.90	4520652.94	870.27
1311	452434.94	4520586.02	865.92
1312	452434.95	4520652.84	869.60
1313	452434.97	4520691.74	879.39
1314	452434.97	4520584.04	867.25
1315	452434.98	4520585.40	867.01
1316	452435.01	4520589.36	866.08
1317	452435.22	4520588.41	865.90
1318	452435.22	4520654.34	870.72
1319	452435.23	4520591.94	866.99
1320	452435.41	4520679.59	879.27
1321	452435.51	4520680.05	879.31
1322	452435.57	4520639.39	872.68
1323	452435.58	4520592.61	867.11
1324	452435.78	4520592.58	867.17
1325	452435.97	4520566.97	859.40
1326	452435.99	4520589.34	866.69

Num	X	Y	Z
1327	452436.22	4520696.66	879.61
1328	452437.04	4520687.30	879.30
1329	452437.06	4520585.41	865.89
1330	452437.53	4520573.00	860.64
1331	452437.82	4520587.79	865.74
1332	452437.97	4520651.74	870.27
1333	452438.00	4520651.87	870.25
1334	452438.00	4520652.02	869.90
1335	452438.00	4520652.17	869.90
1336	452438.02	4520651.87	870.24
1337	452438.06	4520571.68	859.90
1338	452438.07	4520652.35	870.49
1339	452438.09	4520652.40	870.50
1340	452438.18	4520668.02	877.05
1341	452438.25	4520652.38	870.55
1342	452438.30	4520704.85	879.92
1343	452438.33	4520651.80	870.17
1344	452438.36	4520578.21	862.01
1345	452438.38	4520653.42	870.79
1346	452438.56	4520651.80	870.30
1347	452438.85	4520654.98	874.54
1348	452439.24	4520586.21	865.15
1349	452439.36	4520654.95	874.53
1350	452439.37	4520657.81	875.37
1351	452439.40	4520685.44	879.25
1352	452439.45	4520566.01	859.38
1353	452439.86	4520586.60	864.82
1354	452439.88	4520699.61	879.94
1355	452439.98	4520568.90	859.62
1356	452440.71	4520662.27	876.19
1357	452441.05	4520666.83	877.11
1358	452441.15	4520676.63	879.14
1359	452441.20	4520676.38	879.22
1360	452442.10	4520672.10	878.27
1361	452442.11	4520672.16	878.22
1362	452442.52	4520671.95	878.13
1363	452443.34	4520676.14	879.22
1364	452443.37	4520676.33	879.23

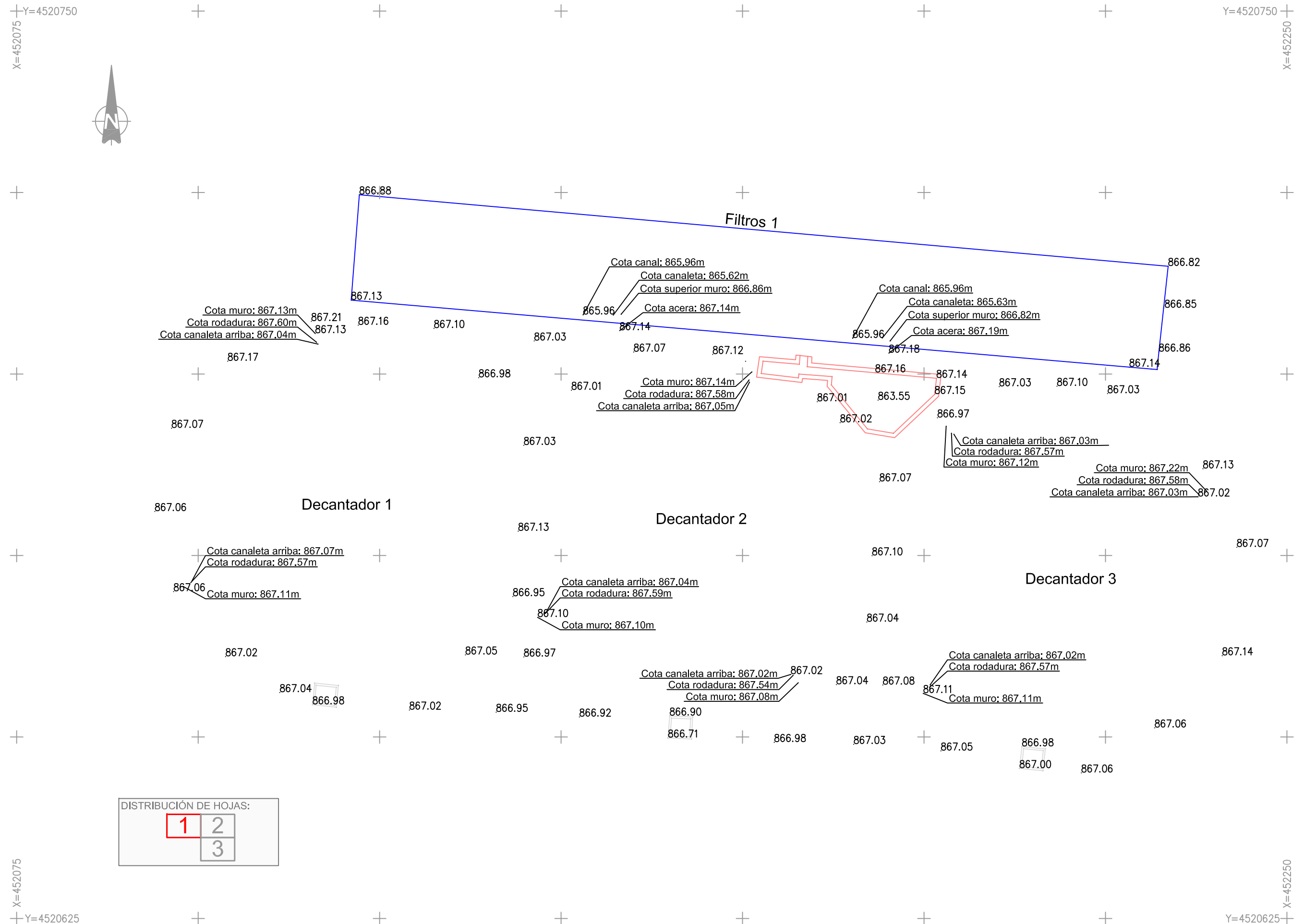


Num	X	Y	Z
1365	452444.32	4520674.57	879.18
1366	452444.80	4520681.92	879.16
1367	452448.11	4520672.73	879.05
1368	452448.96	4520673.95	879.11
1369	452450.97	4520678.03	879.04





## **APÉNDICE 5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. PLANOS**



X=452275  
Y=4520750



Y=4520750  
X=452450

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS:

1 2 3

Cota muro: 867.15m  
Cota rodadura: 867.58m  
Cota canaleta arriba: 867.06m

Decantador 4

Cota superior muro: 866.82m  
Cota canaleta: 865.62m  
Cota canal: 865.91m  
Cota acera: 867.09m

Cota canaleta arriba: 867.02m  
Cota rodadura: 867.56m  
Cota muro: 867.11m

Decantador 5

Cota muro: 867.11m  
Cota rodadura: 867.59m  
Cota canaleta arriba: 867.04m

Cota solera: 864.35m  
Cota canaleta: 865.64m  
Cota canal: 865.89m  
Cota canal fondo: 864.62m

Cota superior muro: 866.85m

Cota acera: 867.10m

Cota muro: 867.11m  
Cota rodadura: 867.57m  
Cota canaleta arriba: 867.06m

TÍTULO:  
ACTUACIONES EN LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE TORRELAGUNA.  
T.M. DE TORRELAGUNA

AUTOR:



ESCALA:

1/500

NUMÉRICA

GRÁFICA

0 5 10 20 m

FECHA:

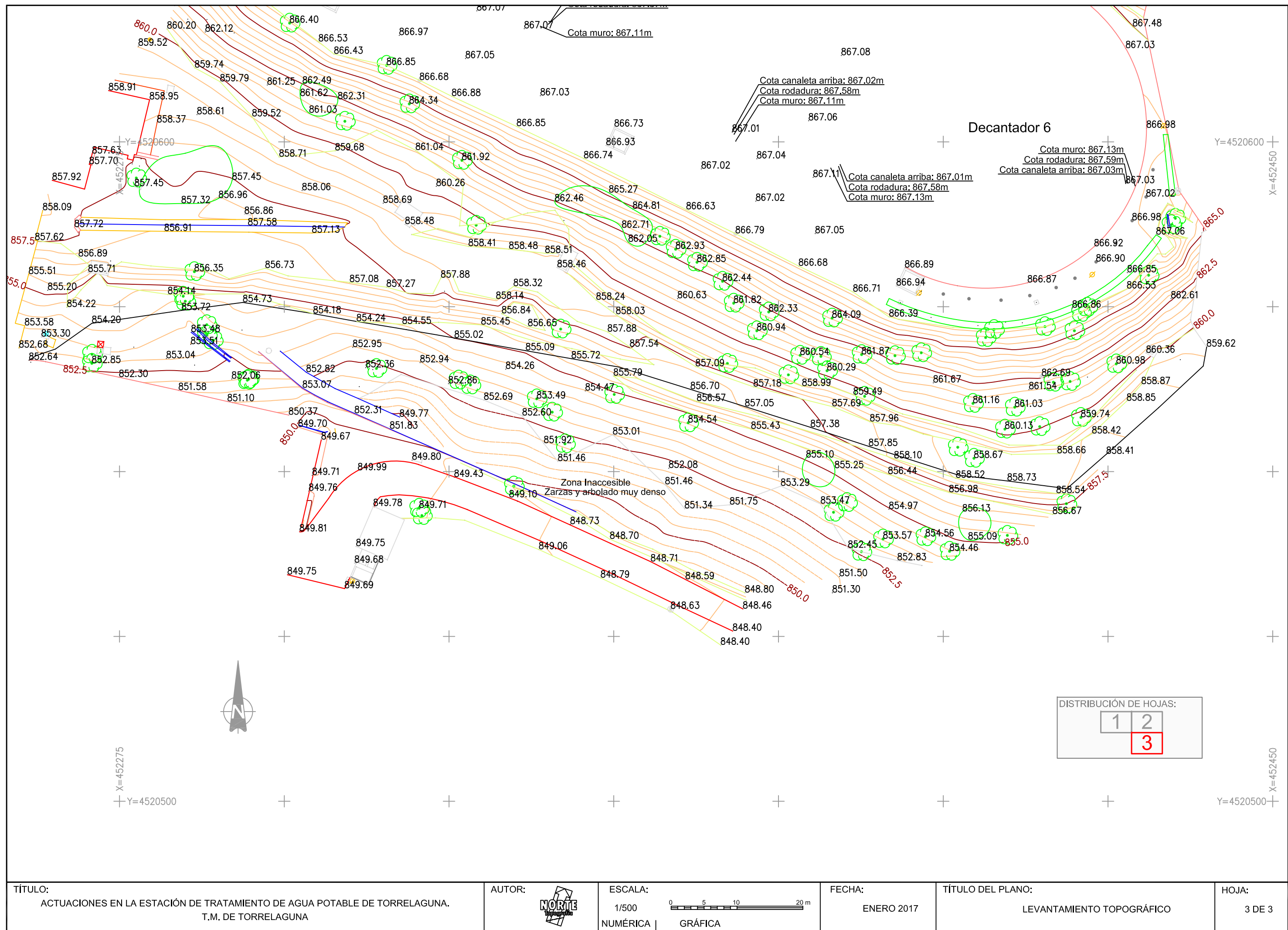
ENERO 2017

TÍTULO DEL PLANO:

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

HOJA:

2 DE 3



## APÉNDICE II: AMPLIACIÓN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO MAYO 2018





# **ACTUACIONES EN LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE TORRELAGUNA**

**T.M. DE TORRELAGUNA**

**MEMORIA TÉCNICA DE LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS**

**MAYO 2018**



## ÍNDICE

---

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. SISTEMA DE REFERENCIA.....	3
3. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS .....	4
4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	4
APÉNDICE 1. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. GRÁFICO DE SITUACIÓN. ....	5
APÉNDICE 2. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. LISTADO DE COORDENADAS. ....	7
APÉNDICE 3. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. RESEÑAS. ....	9
APÉNDICE 4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. LISTADO DE COORDENADAS. ....	11
APÉNDICE 5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. PLANOS.....	46



## 1. INTRODUCCIÓN

La presente memoria describe la metodología empleada en la realización de los trabajos de levantamiento topográfico correspondientes a las *Actuaciones en la Estación de Tratamiento de Agua Potable de Torrelaguna (T.M. de Torrelaguna)*.

En una primera fase, en febrero de 2017, los trabajos consistieron en el levantamiento topográfico de detalle de las zonas de afección del proyecto, siendo estas:

- La zona donde se ubicará la nueva tubería de impulsión de clarificados del Tratamiento de Fangos.
- Zona donde se ubicará el nuevo edificio de reactivos para amoníaco y coagulantes.
- Toma de puntos de cota de los decantadores, terreno natural alrededor de éstos, y situación y cotas de filtros.

Posteriormente, en mayo de 2018, se amplió el levantamiento topográfico al edificio de tratamiento de fangos y su entorno.

El trabajo se ha desarrollado de acuerdo a las siguientes fases:

- Enlace al Sistema de Referencia.
- Levantamiento Topográfico del trazado.
- Inventario de los pozos de registro.

## 2. SISTEMA DE REFERENCIA

En el desarrollo de los trabajos se ha utilizado el Sistema de Referencia Europeo (ETRS89), actualmente el único oficial en España, constituido por:

- Elipsoide GRS80:
  - Longitud del Semieje mayor del elipsoide ( $a$ ) = 6.378.137 metros
  - Coeficiente de aplanamiento ( $\alpha$ ) = 1:298,257223563
- Orígenes de coordenadas geodésicas:
  - Latitudes, referidas al Ecuador, positivas al Norte del mismo.
  - Longitudes referidas al Meridiano de Greenwich, consideradas positivas al Este y negativas al Oeste de dicho Meridiano.

Para realizar el enlace al sistema de referencia ETRS89, se ha empleado la red activa del Instituto Geográfico Nacional (IGN), mediante observaciones GPS en tiempo real desde esta red.

La altimetría se ha referido al nivel medio del mar en Alicante, enlazando con la Red de Nivelación de Alta Precisión (R.N.A.P) mediante la aplicación del modelo del geoide EGM08-REDNAP.



### 3. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS

Se han materializado a lo largo de la zona de trabajo una base de replanteo (BR-1001), a partir de la cual se han realizado los trabajos.

Para su enlace al sistema de referencia, se ha procedido a su observación con GPS en tiempo real desde la red activa del Instituto Geográfico Nacional (IGN), mediante observaciones GPS en tiempo real desde esta red, quedando materializada en el terreno mediante una marca de pintura.

La observación de la base, mediante técnicas GNSS, se ha realizado con equipos TRIMBLE, compuestos por receptores de doble frecuencia que trabajan con observables de código P y unidades de control portátil.

El método de observación utilizado ha sido el de tiempo real a partir de la red activa del Instituto Geográfico Nacional.

Sobre el terreno se ha creado un fichero de datos para cada base de replanteo observada, con su numeración definitiva, introduciendo los datos propios del punto.

Para la obtención de cotas ortométricas se ha empleado la rejilla del IGN en formato NTV2, con el modelo del geoide EGM08-REDNAP de reciente publicación.

Se adjuntan los siguientes datos:

- Gráfico de situación de la Red de Bases Topográficas (Apéndice 1).
- Listado de coordenadas de la Red de Bases Topográficas (Apéndice 2).
- Reseñas de la Red de Bases Topográficas (Apéndice 3).

### 4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

A partir de la base de replanteo implantada, por el método de radiación mediante GPS en tiempo real, se ha procedido a la observación de los puntos para la realización del levantamiento topográfico de la zona de afección del proyecto.

El proceso de datos para el cálculo de las coordenadas de los puntos observados mediante GPS se obtienen directamente de la descarga de los datos de la controladora del equipo.

Una vez obtenidas las coordenadas X, Y, Z de la nube de puntos se han transportado a un fichero DXF, para su posterior edición con AutoCAD.

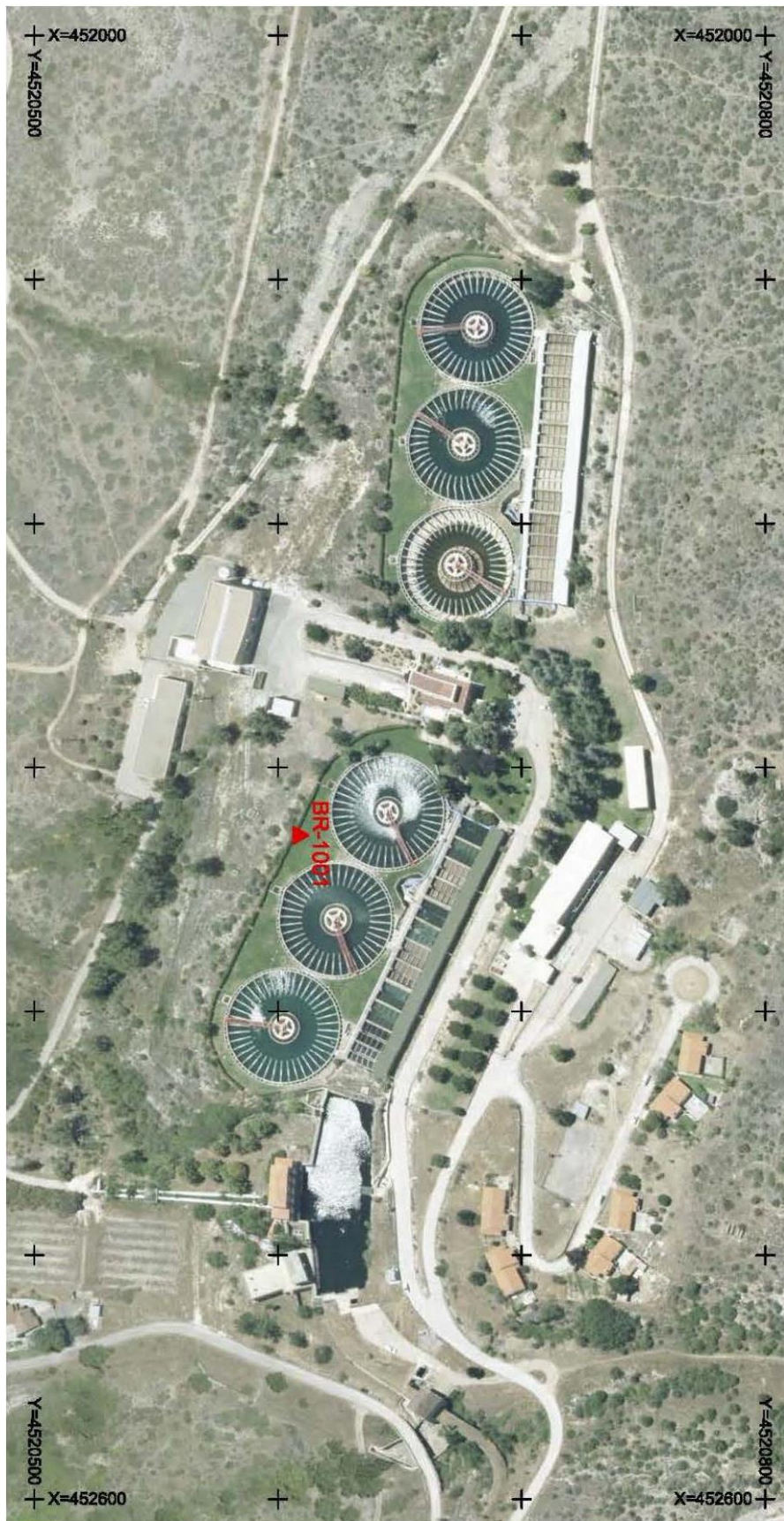
El listado de coordenadas del levantamiento se detalla en el “Apéndice 4” y la información gráfica se incluye en los planos (Apéndice 5).

David Cañada Bermejo  
Ingeniero Técnico en Topografía



## **APÉNDICE 1. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. GRÁFICO DE SITUACIÓN.**







## **APÉNDICE 2. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. LISTADO DE COORDENADAS.**



BASE	Latitud	Longitud	h Elip.	X	Y	Z Ort.
1001	40° 50' 06.44933" N	3° 33' 55.55735" W	919.663	452327.838	4520608.431	867.132



### **APÉNDICE 3. RED DE BASES TOPOGRÁFICAS. RESEÑAS.**

**BR-1001**

X:	452327.838
Y:	4520608.431
Z:	867.132

**SITUACIÓN:** Sobre esquina de registro metálico junto a seto y cabeza de talud entre dos decantadores.

**SEÑAL:** Marca de pintura.

**OBSERVACIONES:** Sistema de coordenadas UTM-ETRS89

**CROQUIS**



**FOTOGRAFÍA**







#### **APÉNDICE 4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. LISTADO DE COORDENADAS.**

Núm.	X	Y	Z
1	452078.20	4520604.94	849.51
2	452078.43	4520625.08	857.04
3	452078.62	4520613.62	851.85
4	452079.11	4520601.71	848.98
5	452079.35	4520598.80	849.55
6	452079.37	4520618.25	852.70
7	452079.59	4520600.97	849.76
8	452080.81	4520625.35	857.05
9	452081.21	4520636.61	857.66
10	452082.20	4520639.71	857.95
11	452082.78	4520605.81	849.59
12	452082.92	4520623.86	856.71
13	452082.94	4520642.07	857.99
14	452083.25	4520644.81	858.36
15	452084.44	4520648.09	860.38
16	452084.82	4520594.50	848.85
17	452085.11	4520631.52	857.21
18	452085.47	4520604.11	849.81
19	452085.50	4520650.27	861.03
20	452085.83	4520654.69	861.27
21	452087.03	4520599.93	850.11
22	452087.49	4520608.19	850.96
23	452088.35	4520664.16	866.30
24	452088.55	4520641.02	857.78
25	452089.50	4520646.95	861.31
26	452089.59	4520616.24	851.74
27	452090.00	4520640.65	857.74
28	452090.11	4520599.10	849.22
29	452090.21	4520641.74	858.08
30	452090.51	4520629.85	856.97
31	452090.54	4520613.08	851.26
32	452090.85	4520669.02	866.72
33	452091.07	4520650.45	861.39
34	452091.08	4520661.21	866.37
35	452091.69	4520669.71	867.09
36	452091.74	4520634.19	857.29

Núm.	X	Y	Z
37	452092.23	4520665.17	866.63
38	452092.49	4520631.32	857.03
39	452092.67	4520591.39	847.70
40	452093.10	4520636.51	857.36
41	452093.50	4520661.95	866.45
42	452093.81	4520657.35	866.22
43	452093.88	4520631.35	856.95
44	452094.03	4520681.07	867.06
45	452094.59	4520662.70	866.73
46	452094.64	4520622.80	856.47
47	452095.18	4520642.97	861.25
48	452095.19	4520648.24	861.62
49	452095.40	4520637.71	857.52
50	452095.56	4520637.16	857.47
51	452095.57	4520663.35	867.08
52	452095.91	4520658.78	866.43
53	452096.33	4520692.54	867.07
54	452096.35	4520642.88	861.36
55	452096.43	4520655.51	866.25
56	452096.61	4520631.20	856.99
57	452096.62	4520670.03	867.06
58	452096.90	4520647.87	861.74
59	452097.69	4520633.41	856.99
60	452097.75	4520596.24	848.41
61	452097.94	4520670.74	867.11
62	452098.07	4520658.49	866.72
63	452098.26	4520593.21	847.64
64	452098.26	4520637.70	858.32
65	452098.79	4520634.57	857.12
66	452098.89	4520642.92	861.52
67	452099.00	4520671.28	867.57
68	452099.16	4520671.52	867.07
69	452099.50	4520659.22	867.05
70	452099.71	4520655.61	866.54
71	452100.28	4520640.89	861.10
72	452100.92	4520642.89	861.66



Núm.	X	Y	Z
73	452102.23	4520604.41	849.69
74	452102.29	4520589.66	847.44
75	452102.66	4520645.88	862.01
76	452102.75	4520606.76	850.38
77	452102.95	4520634.17	857.18
78	452102.96	4520608.65	850.34
79	452103.30	4520642.04	861.65
80	452103.62	4520654.58	867.03
81	452103.78	4520661.07	867.02
82	452103.89	4520631.43	856.73
83	452104.07	4520701.77	867.18
84	452104.10	4520631.83	856.78
85	452104.58	4520655.28	867.09
86	452105.01	4520609.06	850.08
87	452105.15	4520618.65	855.74
88	452105.37	4520600.86	848.96
89	452105.43	4520603.84	849.35
90	452106.11	4520638.27	861.05
91	452106.41	4520625.84	856.32
92	452106.75	4520652.98	867.05
93	452107.03	4520609.80	849.94
94	452107.75	4520628.41	856.39
95	452107.93	4520599.28	848.49
96	452108.51	4520599.02	848.43
97	452108.57	4520634.26	858.72
98	452109.55	4520643.76	862.50
99	452109.62	4520630.74	856.68
100	452109.82	4520652.15	867.06
101	452110.02	4520635.48	859.92
102	452110.06	4520653.07	867.06
103	452110.60	4520638.21	861.09
104	452111.07	4520639.94	861.66
105	452111.18	4520649.66	866.48
106	452111.25	4520656.13	867.04
107	452111.59	4520628.58	856.32
108	452112.36	4520638.08	860.96
109	452112.44	4520635.72	860.54

Núm.	X	Y	Z
110	452113.21	4520593.27	846.97
111	452113.38	4520650.13	866.76
112	452113.85	4520635.48	860.16
113	452114.55	4520637.51	861.07
114	452114.75	4520587.95	846.07
115	452114.77	4520642.35	862.43
116	452114.79	4520650.75	867.00
117	452114.88	4520651.70	867.02
118	452114.99	4520605.55	849.64
119	452115.59	4520707.26	867.21
120	452115.76	4520654.45	866.98
121	452115.89	4520603.07	848.92
122	452115.89	4520647.92	865.80
123	452115.94	4520597.81	847.54
124	452116.04	4520654.67	867.06
125	452116.05	4520657.42	866.97
126	452116.13	4520705.58	867.13
127	452116.23	4520614.27	855.12
128	452116.26	4520657.12	867.08
129	452116.31	4520704.38	867.60
130	452116.52	4520704.13	867.04
131	452116.56	4520635.34	860.14
132	452116.68	4520648.45	866.11
133	452117.14	4520638.32	861.28
134	452117.70	4520620.32	855.47
135	452117.76	4520627.47	855.95
136	452117.92	4520605.52	849.38
137	452118.27	4520633.61	859.82
138	452118.31	4520627.75	855.95
139	452118.79	4520654.37	867.09
140	452119.02	4520656.84	867.06
141	452119.02	4520654.10	866.95
142	452119.32	4520657.09	866.97
143	452119.55	4520623.25	855.56
144	452120.33	4520624.23	855.60
145	452121.08	4520710.18	867.13
146	452122.06	4520706.73	867.16



Núm.	X	Y	Z
147	452122.21	4520724.70	866.88
148	452122.39	4520649.74	866.99
149	452122.71	4520630.20	858.85
150	452122.94	4520648.07	866.44
151	452122.95	4520649.66	866.97
152	452123.12	4520640.67	862.24
153	452123.33	4520623.44	855.43
154	452123.45	4520636.89	860.75
155	452123.50	4520650.73	866.98
156	452123.73	4520638.66	861.51
157	452123.79	4520590.36	845.57
158	452123.99	4520625.68	855.64
159	452124.01	4520628.08	857.50
160	452124.51	4520581.96	844.42
161	452124.61	4520599.57	848.00
162	452125.89	4520594.88	846.14
163	452125.97	4520628.81	858.33
164	452126.26	4520603.35	847.81
165	452127.65	4520623.98	855.40
166	452127.88	4520637.34	860.91
167	452128.56	4520628.29	857.96
168	452129.10	4520653.72	867.02
169	452129.77	4520622.73	855.70
170	452129.92	4520625.39	857.37
171	452130.66	4520610.12	853.64
172	452131.69	4520619.18	854.73
173	452131.93	4520614.19	854.23
174	452131.96	4520617.41	854.44
175	452132.39	4520646.48	866.38
176	452132.49	4520706.29	867.10
177	452132.59	4520648.60	866.90
178	452132.88	4520648.94	866.93
179	452133.00	4520619.10	854.88
180	452133.29	4520649.87	866.96
181	452133.37	4520589.92	844.74
182	452134.54	4520600.37	847.95
183	452134.86	4520630.17	858.63

Núm.	X	Y	Z
184	452135.39	4520596.15	847.36
185	452135.43	4520579.75	843.51
186	452135.54	4520590.08	844.52
187	452135.95	4520640.59	862.30
188	452136.10	4520582.91	843.25
189	452136.66	4520635.12	860.20
190	452136.82	4520661.31	867.06
191	452137.26	4520620.46	854.99
192	452137.54	4520618.17	854.67
193	452137.74	4520639.17	861.78
194	452138.15	4520579.19	843.59
195	452138.66	4520699.50	866.98
196	452138.82	4520582.35	843.87
197	452138.88	4520626.68	857.45
198	452139.16	4520616.38	854.40
199	452139.38	4520618.99	854.69
200	452140.56	4520597.99	847.91
201	452140.87	4520627.17	857.80
202	452140.87	4520624.14	856.73
203	452141.06	4520653.42	866.95
204	452141.33	4520646.96	866.58
205	452141.43	4520610.27	853.43
206	452142.18	4520612.72	853.46
207	452143.01	4520605.02	852.72
208	452143.19	4520648.96	866.99
209	452143.36	4520669.35	866.95
210	452143.49	4520648.17	866.85
211	452143.63	4520613.94	853.50
212	452144.10	4520678.35	867.13
213	452144.30	4520614.12	853.74
214	452144.87	4520690.18	867.03
215	452144.87	4520661.03	866.97
216	452145.61	4520635.19	860.69
217	452146.30	4520704.56	867.03
218	452146.49	4520606.82	852.81
219	452146.51	4520619.73	855.37
220	452146.54	4520615.55	854.08



Núm.	X	Y	Z
221	452146.78	4520666.48	867.10
222	452147.55	4520606.32	852.64
223	452147.81	4520643.50	864.28
224	452147.83	4520667.02	867.59
225	452147.93	4520576.14	844.36
226	452148.01	4520640.25	862.75
227	452148.02	4520625.58	857.54
228	452148.02	4520667.31	867.04
229	452148.84	4520604.62	852.46
230	452148.88	4520618.68	855.58
231	452149.06	4520577.29	844.38
232	452149.55	4520580.22	844.61
233	452150.01	4520615.28	853.35
234	452150.19	4520605.33	852.49
235	452150.33	4520573.81	844.40
236	452150.42	4520646.98	866.62
237	452150.48	4520602.26	852.16
238	452150.62	4520631.05	859.78
239	452151.19	4520593.76	849.36
240	452151.43	4520697.77	867.01
241	452152.20	4520596.65	849.26
242	452152.35	4520614.36	852.64
243	452152.53	4520652.76	866.92
244	452152.69	4520601.82	852.19
245	452152.80	4520605.73	852.40
246	452152.86	4520622.25	857.21
247	452152.97	4520576.70	844.75
248	452153.04	4520708.16	865.96
249	452153.46	4520579.63	844.92
250	452154.41	4520607.75	852.37
251	452154.72	4520614.28	853.03
252	452154.83	4520620.06	855.38
253	452154.88	4520647.14	866.63
254	452154.90	4520601.66	852.10
255	452155.04	4520594.16	849.33
256	452155.27	4520596.06	848.62
257	452155.34	4520647.84	866.76

Núm.	X	Y	Z
258	452155.36	4520615.54	853.49
259	452155.42	4520615.40	852.78
260	452155.65	4520607.58	852.26
261	452155.71	4520581.34	845.49
262	452155.90	4520616.44	853.66
263	452156.39	4520616.77	852.37
264	452156.46	4520629.67	859.33
265	452156.60	4520608.01	852.21
266	452156.80	4520608.41	852.16
267	452157.19	4520617.98	853.83
268	452157.19	4520708.12	865.62
269	452157.74	4520625.56	858.26
270	452157.74	4520611.86	852.23
271	452157.89	4520635.46	861.34
272	452158.08	4520705.99	867.14
273	452158.27	4520708.23	866.86
274	452158.52	4520641.08	863.55
275	452158.61	4520572.44	845.15
276	452158.87	4520621.17	856.32
277	452159.04	4520621.51	856.34
278	452159.36	4520621.01	856.43
279	452160.00	4520703.03	867.07
280	452160.16	4520618.44	852.37
281	452160.20	4520619.79	852.57
282	452160.32	4520646.55	866.73
283	452160.59	4520585.46	846.69
284	452160.67	4520606.05	851.84
285	452160.85	4520606.45	851.93
286	452161.14	4520603.90	851.78
287	452161.30	4520620.77	856.38
288	452161.40	4520621.61	856.33
289	452161.44	4520621.26	856.35
290	452161.57	4520626.30	858.67
291	452161.66	4520646.50	866.61
292	452161.71	4520621.04	856.39
293	452161.82	4520620.94	854.94
294	452161.96	4520647.16	866.79





Núm.	X	Y	Z
295	452162.04	4520615.26	852.36
296	452162.20	4520592.63	848.57
297	452162.42	4520619.54	855.27
298	452162.79	4520617.50	852.61
299	452163.21	4520616.64	853.29
300	452163.29	4520626.39	858.80
301	452163.58	4520627.07	859.04
302	452163.64	4520624.41	858.07
303	452164.13	4520620.66	856.42
304	452164.26	4520639.29	862.74
305	452164.28	4520626.77	858.70
306	452164.63	4520606.86	851.97
307	452164.68	4520600.85	851.44
308	452164.73	4520649.87	866.71
309	452164.80	4520598.48	851.41
310	452164.96	4520652.90	866.90
311	452165.01	4520650.11	867.04
312	452165.21	4520652.60	867.07
313	452165.73	4520640.82	862.94
314	452165.93	4520582.31	846.60
315	452165.93	4520642.89	864.66
316	452165.95	4520619.56	856.50
317	452166.87	4520595.09	851.06
318	452167.33	4520642.56	865.16
319	452167.45	4520608.97	852.09
320	452167.70	4520650.03	867.06
321	452167.85	4520652.49	867.07
322	452167.96	4520649.73	866.66
323	452168.05	4520624.20	858.03
324	452168.11	4520590.03	848.63
325	452168.13	4520652.76	866.91
326	452168.19	4520569.24	845.90
327	452168.41	4520569.87	845.91
328	452168.90	4520604.32	851.85
329	452168.93	4520640.44	863.24
330	452169.02	4520640.98	863.40
331	452169.11	4520641.94	863.84

Núm.	X	Y	Z
332	452169.16	4520642.55	864.35
333	452169.35	4520614.66	855.03
334	452169.88	4520640.86	863.34
335	452169.97	4520572.97	846.10
336	452169.98	4520641.82	863.81
337	452170.60	4520575.48	846.20
338	452170.88	4520702.71	867.12
339	452171.04	4520633.53	861.25
340	452171.16	4520640.00	863.24
341	452171.20	4520606.46	851.78
342	452171.24	4520601.37	851.36
343	452171.29	4520618.91	856.49
344	452171.37	4520615.77	856.09
345	452171.84	4520645.56	866.67
346	452171.90	4520571.59	846.21
347	452172.05	4520572.36	846.27
348	452172.09	4520635.25	862.18
349	452172.75	4520571.42	846.26
350	452173.06	4520645.68	866.70
351	452173.13	4520634.44	862.61
352	452173.27	4520646.36	866.85
353	452173.28	4520572.13	846.31
354	452173.45	4520606.02	851.69
355	452173.69	4520608.45	852.49
356	452173.85	4520631.84	861.40
357	452173.94	4520574.64	846.60
358	452173.96	4520634.08	862.26
359	452173.97	4520603.43	851.73
360	452174.24	4520599.39	851.43
361	452174.30	4520632.55	861.25
362	452174.70	4520633.22	861.79
363	452174.85	4520633.53	861.77
364	452174.94	4520632.17	861.36
365	452175.25	4520638.46	862.70
366	452175.32	4520576.85	847.03
367	452175.33	4520632.84	861.54
368	452175.42	4520701.75	867.11



Núm.	X	Y	Z
369	452175.59	4520644.62	866.63
370	452175.85	4520567.84	846.36
371	452175.90	4520699.19	867.58
372	452175.95	4520698.88	867.05
373	452176.20	4520610.90	855.42
374	452176.24	4520580.67	847.59
375	452176.29	4520700.29	867.14
376	452176.36	4520565.95	846.35
377	452177.30	4520628.97	861.12
378	452177.58	4520700.07	867.13
379	452177.59	4520589.86	850.81
380	452177.83	4520701.77	867.13
381	452177.84	4520595.23	851.04
382	452178.49	4520588.29	850.64
383	452178.73	4520591.69	850.83
384	452179.02	4520640.20	864.19
385	452179.24	4520587.01	850.52
386	452179.29	4520594.60	851.08
387	452179.32	4520634.82	861.78
388	452179.37	4520649.27	866.98
389	452180.13	4520604.51	854.23
390	452180.52	4520583.47	850.26
391	452181.64	4520658.61	867.02
392	452181.72	4520565.28	846.72
393	452181.96	4520658.48	867.54
394	452182.12	4520585.24	850.61
395	452182.16	4520596.37	851.36
396	452182.67	4520657.47	867.08
397	452182.70	4520699.46	867.11
398	452182.77	4520700.00	867.13
399	452182.81	4520573.85	847.01
400	452182.82	4520701.34	867.14
401	452182.93	4520702.55	867.11
402	452182.95	4520631.67	861.20
403	452183.25	4520613.07	856.02
404	452183.29	4520598.86	852.77
405	452183.38	4520637.33	863.42

Núm.	X	Y	Z
406	452183.92	4520701.00	867.13
407	452183.99	4520702.43	867.15
408	452184.02	4520562.89	846.88
409	452184.20	4520577.07	847.89
410	452184.35	4520636.64	863.25
411	452184.52	4520624.37	860.65
412	452184.64	4520639.05	863.96
413	452184.74	4520595.68	851.65
414	452185.01	4520644.49	866.82
415	452185.09	4520607.32	855.24
416	452185.29	4520696.19	867.01
417	452185.45	4520565.74	847.11
418	452185.46	4520602.89	853.82
419	452185.79	4520603.85	853.91
420	452186.42	4520644.50	866.86
421	452186.42	4520602.56	853.85
422	452186.42	4520645.15	866.96
423	452186.44	4520644.20	866.80
424	452186.46	4520581.32	850.33
425	452186.75	4520603.52	853.88
426	452187.24	4520698.50	867.15
427	452187.34	4520699.65	867.14
428	452187.73	4520587.42	850.79
429	452187.93	4520657.22	867.04
430	452187.97	4520644.50	866.91
431	452188.04	4520645.01	866.97
432	452188.23	4520589.47	851.45
433	452188.45	4520693.29	867.02
434	452189.21	4520562.24	847.19
435	452189.40	4520594.09	851.53
436	452189.40	4520569.94	847.35
437	452189.54	4520566.23	847.38
438	452189.63	4520644.96	867.03
439	452189.63	4520644.43	866.91
440	452189.78	4520601.68	854.09
441	452189.89	4520609.10	855.59
442	452190.09	4520601.84	854.05



Núm.	X	Y	Z
443	452190.17	4520704.93	865.96
444	452190.17	4520637.58	863.84
445	452190.31	4520648.99	867.03
446	452190.66	4520602.57	854.05
447	452190.71	4520578.44	850.14
448	452190.73	4520586.55	851.64
449	452190.74	4520632.54	862.53
450	452190.82	4520601.27	854.12
451	452190.85	4520619.58	860.27
452	452190.91	4520584.68	850.79
453	452190.97	4520563.18	847.42
454	452191.02	4520600.71	854.14
455	452191.32	4520642.10	865.96
456	452191.37	4520589.88	851.38
457	452191.39	4520602.00	854.10
458	452191.45	4520573.03	847.95
459	452191.51	4520597.99	853.01
460	452191.72	4520578.98	850.21
461	452191.95	4520601.89	853.96
462	452192.13	4520665.84	867.04
463	452192.20	4520692.44	867.14
464	452192.28	4520581.05	850.30
465	452192.44	4520591.75	851.45
466	452192.56	4520582.65	850.37
467	452192.65	4520572.07	847.94
468	452192.67	4520565.18	847.56
469	452192.85	4520674.97	867.10
470	452193.00	4520594.52	852.57
471	452193.28	4520700.18	867.17
472	452193.68	4520696.40	863.55
473	452193.88	4520685.16	867.07
474	452194.07	4520643.95	866.81
475	452194.26	4520644.36	866.84
476	452194.26	4520704.96	865.63
477	452194.33	4520657.17	867.08
478	452194.34	4520637.20	864.10
479	452194.39	4520625.44	860.73

Núm.	X	Y	Z
480	452194.56	4520583.07	851.18
481	452194.60	4520587.87	851.44
482	452194.72	4520628.09	861.48
483	452194.97	4520574.83	849.91
484	452195.17	4520702.89	867.19
485	452195.25	4520567.58	847.84
486	452195.33	4520704.55	866.82
487	452195.39	4520644.45	866.91
488	452195.54	4520643.74	866.83
489	452195.78	4520691.84	867.13
490	452195.89	4520643.24	866.78
491	452196.34	4520638.66	864.49
492	452196.55	4520590.40	851.74
493	452196.86	4520604.05	855.49
494	452197.45	4520643.63	866.86
495	452197.54	4520592.43	852.71
496	452197.55	4520627.73	861.67
497	452197.58	4520644.24	866.95
498	452197.74	4520560.42	847.95
499	452198.24	4520635.66	863.76
500	452198.50	4520634.33	863.43
501	452198.82	4520638.31	864.50
502	452198.89	4520613.98	859.83
503	452198.94	4520570.72	849.54
504	452199.10	4520643.42	866.94
505	452199.22	4520643.96	867.02
506	452199.25	4520577.53	850.40
507	452199.29	4520621.57	860.33
508	452199.65	4520588.92	852.20
509	452199.90	4520656.00	867.11
510	452199.93	4520619.62	860.31
511	452200.05	4520571.75	849.93
512	452200.14	4520569.90	849.77
513	452200.53	4520634.52	863.82
514	452200.55	4520561.77	848.05
515	452200.56	4520564.32	848.13
516	452200.77	4520656.85	867.57



Núm.	X	Y	Z
517	452200.85	4520657.19	867.02
518	452201.05	4520617.60	860.93
519	452201.14	4520578.92	851.66
520	452201.41	4520584.24	851.84
521	452201.47	4520697.20	867.15
522	452201.59	4520572.96	849.91
523	452201.71	4520699.42	867.14
524	452201.81	4520642.36	866.82
525	452201.85	4520693.97	866.97
526	452202.02	4520614.18	860.79
527	452202.33	4520648.08	867.05
528	452202.40	4520621.46	860.62
529	452202.61	4520599.49	855.09
530	452202.84	4520573.87	849.97
531	452203.05	4520692.81	867.12
532	452203.37	4520633.55	863.73
533	452203.50	4520619.57	860.96
534	452203.51	4520627.84	862.33
535	452203.72	4520576.43	851.67
536	452203.78	4520691.84	867.57
537	452204.03	4520608.87	859.30
538	452204.12	4520691.70	867.03
539	452204.15	4520643.13	867.13
540	452204.63	4520585.56	851.84
541	452204.67	4520615.41	860.91
542	452205.02	4520633.18	863.81
543	452205.29	4520582.24	851.76
544	452206.07	4520559.54	848.33
545	452206.26	4520565.42	849.50
546	452206.50	4520610.50	860.55
547	452206.70	4520618.77	861.13
548	452207.00	4520594.11	853.84
549	452207.30	4520621.07	860.66
550	452207.36	4520584.47	851.71
551	452208.02	4520573.40	851.22
552	452208.03	4520607.43	859.26
553	452208.09	4520569.97	849.86

Núm.	X	Y	Z
554	452208.30	4520556.55	848.58
555	452208.35	4520613.03	860.75
556	452208.67	4520563.98	849.56
557	452209.01	4520609.22	859.74
558	452209.14	4520559.34	848.94
559	452209.24	4520577.99	851.37
560	452209.38	4520632.89	863.98
561	452209.49	4520566.65	849.57
562	452209.63	4520558.29	848.80
563	452209.93	4520616.54	860.98
564	452210.09	4520626.45	862.38
565	452210.27	4520560.77	849.22
566	452210.37	4520698.26	867.03
567	452210.42	4520612.23	859.79
568	452210.52	4520569.61	850.83
569	452210.59	4520567.21	849.66
570	452210.77	4520604.32	859.14
571	452210.81	4520558.05	848.92
572	452210.86	4520641.29	866.85
573	452211.01	4520633.16	864.18
574	452211.07	4520618.14	860.50
575	452211.61	4520642.08	867.01
576	452211.97	4520564.23	849.30
577	452211.97	4520558.75	849.12
578	452211.99	4520559.91	849.25
579	452212.22	4520584.12	851.55
580	452212.50	4520569.31	851.04
581	452212.59	4520568.17	850.65
582	452212.85	4520592.85	854.27
583	452212.91	4520603.31	859.07
584	452213.05	4520613.34	860.80
585	452213.16	4520645.67	867.00
586	452213.24	4520611.66	860.15
587	452213.46	4520645.93	867.07
588	452213.49	4520648.66	866.98
589	452213.51	4520568.62	850.90
590	452213.73	4520648.38	867.07



Núm.	X	Y	Z
591	452213.75	4520633.53	864.53
592	452213.76	4520561.90	849.11
593	452213.99	4520609.16	860.08
594	452214.17	4520555.31	849.07
595	452214.58	4520566.93	851.07
596	452214.62	4520614.73	860.27
597	452214.72	4520630.10	863.27
598	452214.96	4520562.17	849.27
599	452215.05	4520578.55	851.20
600	452215.13	4520559.25	849.25
601	452215.47	4520641.80	867.14
602	452215.97	4520640.57	866.93
603	452216.15	4520584.38	851.55
604	452216.17	4520645.67	867.07
605	452216.33	4520584.05	851.20
606	452216.38	4520645.36	867.01
607	452216.40	4520579.05	851.06
608	452216.43	4520648.12	867.11
609	452216.44	4520603.35	859.36
610	452216.56	4520602.29	859.31
611	452216.63	4520584.23	851.17
612	452216.71	4520648.35	867.00
613	452216.74	4520611.75	859.58
614	452217.06	4520557.69	849.16
615	452217.90	4520584.37	851.09
616	452217.91	4520622.92	862.47
617	452218.29	4520619.68	861.77
618	452218.32	4520698.32	867.10
619	452219.05	4520553.07	849.04
620	452219.19	4520554.10	849.07
621	452219.21	4520605.53	859.26
622	452219.29	4520610.93	859.58
623	452219.41	4520560.15	849.71
624	452219.54	4520600.77	859.02
625	452219.60	4520608.43	859.37
626	452219.81	4520561.97	850.47
627	452220.03	4520613.65	860.60

Núm.	X	Y	Z
628	452220.54	4520632.68	865.05
629	452220.73	4520593.68	855.20
630	452221.22	4520555.37	849.09
631	452221.23	4520552.36	849.03
632	452221.27	4520642.18	867.05
633	452221.34	4520642.06	867.04
634	452221.50	4520587.90	853.36
635	452221.68	4520645.06	867.06
636	452221.76	4520556.41	849.14
637	452221.96	4520556.21	849.13
638	452222.03	4520577.23	851.08
639	452222.12	4520556.16	849.16
640	452222.34	4520590.91	854.81
641	452222.34	4520557.16	849.19
642	452222.42	4520556.50	849.14
643	452222.44	4520626.37	863.57
644	452222.44	4520632.53	865.16
645	452222.46	4520639.36	865.45
646	452222.58	4520557.46	849.93
647	452222.77	4520592.52	855.08
648	452222.95	4520557.03	849.63
649	452223.34	4520631.61	864.87
650	452223.37	4520578.38	851.03
651	452223.56	4520595.44	856.81
652	452223.79	4520557.99	850.45
653	452223.85	4520612.30	860.66
654	452223.91	4520577.94	851.25
655	452223.97	4520639.28	865.51
656	452224.28	4520639.73	865.33
657	452224.29	4520609.68	859.43
658	452224.47	4520552.54	849.05
659	452224.97	4520595.07	858.08
660	452225.02	4520596.50	858.28
661	452225.11	4520558.57	850.70
662	452225.16	4520558.78	850.69
663	452225.29	4520697.31	867.03
664	452225.36	4520642.43	866.94





Núm.	X	Y	Z
665	452225.42	4520554.18	849.30
666	452225.56	4520597.99	858.86
667	452226.21	4520616.61	861.57
668	452226.86	4520567.01	850.84
669	452227.11	4520623.65	863.09
670	452227.16	4520596.12	858.51
671	452227.67	4520594.36	858.57
672	452227.76	4520594.46	858.54
673	452227.86	4520611.82	860.38
674	452227.94	4520638.88	865.47
675	452228.05	4520594.50	858.57
676	452228.09	4520594.71	858.59
677	452228.29	4520700.95	867.14
678	452228.56	4520597.80	858.89
679	452228.62	4520594.63	858.83
680	452228.74	4520595.14	858.80
681	452228.85	4520642.89	867.15
682	452229.28	4520594.08	858.79
683	452229.29	4520594.18	858.84
684	452229.39	4520610.31	859.35
685	452229.49	4520595.12	858.82
686	452230.07	4520613.46	860.90
687	452230.17	4520549.47	849.06
688	452230.18	4520575.04	851.03
689	452230.20	4520597.39	858.85
690	452230.23	4520609.45	859.40
691	452230.59	4520617.01	861.91
692	452230.69	4520605.06	859.11
693	452230.77	4520605.37	859.12
694	452230.92	4520640.42	865.45
695	452231.22	4520606.39	859.18
696	452231.27	4520635.92	864.95
697	452231.33	4520700.69	867.09
698	452231.38	4520645.38	867.02
699	452231.44	4520596.98	859.24
700	452231.68	4520554.63	850.62
701	452231.78	4520651.26	867.06

Núm.	X	Y	Z
702	452231.85	4520593.36	858.84
703	452232.03	4520645.33	866.94
704	452232.10	4520554.18	850.62
705	452232.13	4520700.62	867.09
706	452232.14	4520700.98	866.85
707	452232.14	4520574.52	851.07
708	452232.15	4520612.73	859.59
709	452232.16	4520608.44	859.40
710	452232.28	4520616.10	860.71
711	452232.35	4520703.04	866.86
712	452232.44	4520593.75	858.83
713	452232.63	4520609.04	859.33
714	452232.64	4520624.10	862.91
715	452232.78	4520596.75	858.87
716	452233.01	4520709.10	866.85
717	452233.12	4520593.56	858.82
718	452233.54	4520594.25	858.60
719	452233.64	4520714.84	866.82
720	452233.69	4520610.81	859.45
721	452233.74	4520592.85	858.83
722	452233.98	4520594.53	858.62
723	452234.07	4520611.75	859.55
724	452234.11	4520596.41	858.79
725	452234.16	4520631.52	863.96
726	452234.34	4520615.42	859.69
727	452234.38	4520612.09	859.51
728	452234.64	4520641.56	865.12
729	452234.68	4520643.05	865.30
730	452234.99	4520636.28	864.71
731	452235.01	4520613.56	859.60
732	452235.44	4520639.12	864.94
733	452236.18	4520563.62	850.79
734	452236.47	4520634.58	863.49
735	452236.65	4520624.31	860.76
736	452237.10	4520633.75	862.70
737	452237.27	4520640.92	864.62
738	452237.75	4520683.09	867.03



Núm.	X	Y	Z
739	452237.91	4520683.37	867.58
740	452238.00	4520623.98	860.82
741	452238.09	4520591.68	858.83
742	452238.37	4520644.68	865.18
743	452238.43	4520686.95	867.13
744	452238.72	4520544.67	849.06
745	452238.84	4520591.70	858.79
746	452238.90	4520603.77	859.05
747	452238.92	4520683.89	867.22
748	452239.07	4520633.48	861.99
749	452239.16	4520651.34	867.07
750	452239.26	4520591.59	858.80
751	452239.27	4520651.28	867.02
752	452239.47	4520550.36	850.34
753	452239.49	4520645.59	865.36
754	452240.26	4520648.64	865.81
755	452240.26	4520615.16	859.68
756	452240.32	4520632.89	862.12
757	452240.32	4520546.07	849.36
758	452240.84	4520590.94	858.86
759	452241.01	4520572.14	851.13
760	452241.09	4520661.20	867.15
761	452241.18	4520549.81	850.29
762	452241.31	4520614.97	859.74
763	452241.31	4520610.12	859.17
764	452242.11	4520610.75	859.24
765	452242.17	4520622.64	860.69
766	452242.64	4520647.29	864.00
767	452242.65	4520565.45	850.97
768	452243.09	4520621.92	860.73
769	452243.10	4520676.13	867.07
770	452243.39	4520622.58	860.83
771	452243.39	4520541.99	849.05
772	452243.48	4520610.98	859.04
773	452243.60	4520622.85	860.84
774	452243.64	4520647.03	864.00
775	452243.72	4520623.61	860.85

Núm.	X	Y	Z
776	452243.82	4520609.60	859.01
777	452243.93	4520610.22	858.98
778	452244.01	4520623.18	860.82
779	452244.14	4520619.04	860.15
780	452244.19	4520614.89	859.59
781	452244.27	4520610.58	859.03
782	452244.48	4520544.35	849.40
783	452244.50	4520623.48	860.81
784	452244.55	4520611.00	859.13
785	452244.64	4520555.76	850.50
786	452245.05	4520633.51	862.29
787	452245.08	4520544.98	849.54
788	452245.19	4520589.78	858.85
789	452245.69	4520559.25	850.59
790	452245.80	4520616.05	859.75
791	452245.92	4520607.75	858.67
792	452245.95	4520544.83	849.59
793	452245.98	4520608.80	858.73
794	452245.99	4520589.82	858.79
795	452246.05	4520633.18	862.39
796	452246.14	4520613.84	859.24
797	452246.40	4520589.71	858.81
798	452246.75	4520607.78	858.58
799	452246.87	4520608.84	858.62
800	452247.20	4520624.35	860.73
801	452247.48	4520590.57	858.67
802	452247.58	4520547.32	850.10
803	452247.73	4520610.99	859.09
804	452247.74	4520639.36	863.23
805	452247.80	4520616.75	859.43
806	452247.85	4520603.29	858.58
807	452247.96	4520640.13	863.27
808	452248.00	4520610.53	858.44
809	452248.03	4520589.01	858.85
810	452248.03	4520641.14	863.58
811	452248.08	4520645.26	864.01
812	452248.08	4520628.73	861.44



Núm.	X	Y	Z
813	452248.23	4520639.66	863.24
814	452248.29	4520540.87	849.35
815	452248.73	4520639.93	863.23
816	452249.11	4520645.09	864.08
817	452249.13	4520596.87	858.53
818	452249.23	4520612.85	859.15
819	452249.67	4520610.18	858.29
820	452249.69	4520612.50	858.31
821	452250.06	4520621.01	859.64
822	452250.15	4520615.98	859.20
823	452250.42	4520609.48	858.22
824	452250.45	4520638.36	862.58
825	452250.61	4520615.69	858.22
826	452250.63	4520643.97	863.67
827	452251.16	4520612.79	858.14
828	452252.12	4520612.43	858.02
829	452252.15	4520627.95	859.95
830	452252.15	4520546.07	849.99
831	452252.17	4520611.79	858.05
832	452252.35	4520587.85	858.80
833	452252.43	4520638.98	862.16
834	452252.69	4520545.75	850.01
835	452252.84	4520619.24	858.34
836	452252.90	4520634.34	861.28
837	452253.22	4520627.90	859.77
838	452253.31	4520544.82	850.03
839	452253.49	4520541.31	849.75
840	452253.74	4520553.08	850.21
841	452253.75	4520627.66	858.71
842	452253.83	4520618.95	858.29
843	452253.98	4520643.12	862.32
844	452255.04	4520549.63	850.02
845	452255.05	4520545.02	850.02
846	452255.10	4520628.17	858.76
847	452255.24	4520556.77	850.27
848	452255.32	4520545.98	849.91
849	452255.53	4520544.60	849.97

Núm.	X	Y	Z
850	452255.64	4520587.88	858.76
851	452255.88	4520542.71	849.89
852	452256.17	4520627.91	858.63
853	452256.35	4520609.37	858.12
854	452256.55	4520587.64	858.75
855	452256.56	4520641.02	860.46
856	452256.57	4520551.58	850.07
857	452256.71	4520553.29	850.07
858	452256.86	4520553.22	850.06
859	452257.00	4520544.81	849.87
860	452257.09	4520640.97	859.29
861	452257.20	4520552.84	850.10
862	452257.27	4520553.19	850.03
863	452257.38	4520587.89	858.64
864	452257.43	4520544.71	849.86
865	452257.62	4520544.11	849.89
866	452257.70	4520554.33	849.94
867	452257.77	4520566.10	852.77
868	452257.79	4520566.39	852.77
869	452258.19	4520557.22	850.49
870	452258.25	4520591.11	858.37
871	452258.29	4520586.26	858.85
872	452258.39	4520640.98	859.22
873	452258.43	4520586.16	858.83
874	452258.90	4520587.43	859.34
875	452259.16	4520585.76	859.35
876	452259.40	4520640.66	859.11
877	452259.44	4520599.20	858.06
878	452259.52	4520590.76	858.42
879	452259.55	4520590.58	858.53
880	452259.67	4520565.68	852.56
881	452259.74	4520568.74	852.68
882	452259.92	4520565.88	852.57
883	452259.97	4520565.47	851.27
884	452260.31	4520616.17	858.32
885	452260.61	4520572.12	853.58
886	452260.71	4520595.31	858.07



Núm.	X	Y	Z
887	452260.83	4520612.33	858.15
888	452261.21	4520579.91	855.51
889	452261.26	4520566.89	852.64
890	452261.36	4520616.18	858.42
891	452261.53	4520566.58	852.70
892	452262.09	4520612.25	858.18
893	452262.17	4520585.05	857.62
894	452262.19	4520623.45	858.60
895	452262.45	4520567.63	852.92
896	452262.54	4520612.58	858.14
897	452262.56	4520584.99	857.52
898	452262.64	4520614.13	858.30
899	452262.64	4520566.84	852.84
900	452262.80	4520613.91	859.15
901	452262.88	4520616.46	859.38
902	452263.01	4520617.35	858.48
903	452263.13	4520623.15	858.66
904	452263.13	4520570.43	853.30
905	452263.18	4520614.25	859.24
906	452263.31	4520616.14	859.45
907	452263.35	4520589.59	858.09
908	452263.40	4520571.71	853.52
909	452263.46	4520611.98	858.12
910	452263.55	4520624.76	858.75
911	452263.59	4520623.10	858.96
912	452263.65	4520569.29	853.23
913	452263.77	4520566.66	852.78
914	452263.85	4520570.88	853.62
915	452263.94	4520570.15	853.23
916	452263.98	4520624.50	859.02
917	452264.05	4520614.65	859.40
918	452264.11	4520577.50	855.20
919	452264.24	4520612.72	859.01
920	452264.33	4520570.40	853.35
921	452264.40	4520609.60	857.98
922	452264.47	4520622.81	859.84
923	452264.59	4520610.62	858.06

Núm.	X	Y	Z
924	452264.61	4520599.15	857.85
925	452264.63	4520616.98	859.52
926	452264.66	4520571.32	853.45
927	452264.69	4520622.82	859.85
928	452264.79	4520594.17	857.92
929	452264.81	4520604.82	857.90
930	452264.86	4520612.08	858.93
931	452264.88	4520624.44	858.80
932	452264.93	4520568.77	853.15
933	452264.93	4520624.39	859.80
934	452265.08	4520624.26	859.76
935	452265.15	4520623.42	859.78
936	452265.27	4520568.58	853.12
937	452265.31	4520570.00	853.42
938	452265.36	4520619.92	859.74
939	452265.78	4520637.46	859.18
940	452266.10	4520584.57	857.44
941	452266.34	4520629.84	860.14
942	452266.74	4520637.22	859.27
943	452266.76	4520629.81	860.10
944	452266.87	4520634.66	859.17
945	452267.02	4520626.55	860.21
946	452267.02	4520574.91	854.22
947	452267.14	4520578.32	855.55
948	452267.27	4520612.03	858.93
949	452267.34	4520635.78	859.15
950	452267.36	4520627.93	860.31
951	452267.41	4520612.23	858.88
952	452267.54	4520628.63	860.36
953	452267.65	4520613.68	859.21
954	452267.74	4520613.53	858.99
955	452268.11	4520636.86	859.30
956	452268.11	4520636.70	860.42
957	452268.16	4520587.04	857.72
958	452268.22	4520588.28	857.75
959	452268.32	4520612.98	858.91
960	452268.44	4520613.43	858.98



Núm.	X	Y	Z
961	452268.46	4520613.10	858.97
962	452268.55	4520613.45	858.97
963	452268.69	4520586.29	857.60
964	452268.75	4520587.06	857.33
965	452268.77	4520582.58	856.89
966	452268.81	4520588.11	857.34
967	452268.89	4520588.90	857.63
968	452268.91	4520599.21	857.70
969	452268.94	4520613.35	859.09
970	452269.09	4520598.65	857.61
971	452269.12	4520586.60	857.38
972	452269.15	4520577.56	854.68
973	452269.26	4520588.56	857.38
974	452269.59	4520611.74	858.89
975	452269.69	4520592.84	857.80
976	452269.74	4520616.42	859.63
977	452269.78	4520612.99	858.82
978	452269.81	4520612.66	858.91
979	452269.84	4520583.06	856.93
980	452269.87	4520632.05	861.21
981	452269.94	4520617.10	859.56
982	452269.94	4520613.91	858.97
983	452270.09	4520611.62	858.89
984	452270.18	4520615.61	859.27
985	452270.21	4520616.28	859.51
986	452270.24	4520580.23	855.71
987	452270.30	4520612.55	858.91
988	452270.30	4520603.57	857.66
989	452270.31	4520628.00	860.47
990	452270.41	4520596.59	857.70
991	452270.41	4520616.97	859.62
992	452270.41	4520581.34	856.38
993	452270.48	4520600.26	857.75
994	452270.48	4520600.40	857.70
995	452270.53	4520580.45	856.46
996	452270.55	4520628.88	860.47
997	452270.66	4520596.51	857.72

Núm.	X	Y	Z
998	452270.68	4520612.83	858.83
999	452270.76	4520581.96	856.47
1000	452270.80	4520566.41	852.85
1001	452270.81	4520572.49	854.20
1002	452270.82	4520567.78	853.29
1003	452270.82	4520601.79	858.72
1004	452270.83	4520601.72	858.77
1005	452270.84	4520631.43	861.27
1006	452270.84	4520596.49	857.70
1007	452270.84	4520598.19	857.63
1008	452270.94	4520604.82	857.79
1009	452271.10	4520628.28	861.07
1010	452271.15	4520605.56	857.78
1011	452271.15	4520628.73	860.85
1012	452271.15	4520628.73	860.49
1013	452271.17	4520599.19	857.65
1014	452271.19	4520636.63	861.90
1015	452271.26	4520619.71	859.73
1016	452271.40	4520633.73	861.60
1017	452271.43	4520599.03	857.63
1018	452271.44	4520608.08	857.80
1019	452271.53	4520579.96	854.95
1020	452271.56	4520567.95	853.29
1021	452271.61	4520568.87	853.55
1022	452271.64	4520568.72	853.45
1023	452271.72	4520569.79	853.62
1024	452271.73	4520608.77	857.87
1025	452271.74	4520583.23	856.92
1026	452272.03	4520604.11	857.74
1027	452272.07	4520579.86	855.00
1028	452272.15	4520615.11	859.33
1029	452272.24	4520634.97	861.94
1030	452272.27	4520638.16	862.26
1031	452272.34	4520567.87	853.28
1032	452272.41	4520568.65	853.54
1033	452272.41	4520607.72	858.63
1034	452272.43	4520607.82	858.66





Núm.	X	Y	Z
1035	452272.44	4520605.83	857.78
1036	452272.51	4520567.86	853.21
1037	452272.51	4520627.51	860.89
1038	452272.51	4520568.80	853.48
1039	452272.53	4520627.87	861.13
1040	452272.60	4520568.90	853.61
1041	452272.63	4520569.72	853.50
1042	452272.63	4520608.88	857.88
1043	452272.73	4520609.46	857.87
1044	452272.81	4520609.47	858.88
1045	452272.88	4520610.25	857.93
1046	452272.92	4520609.57	858.89
1047	452272.96	4520610.31	858.90
1048	452273.04	4520580.06	856.43
1049	452273.08	4520635.92	862.10
1050	452273.12	4520578.21	854.82
1051	452273.17	4520607.51	858.75
1052	452273.17	4520607.63	858.68
1053	452273.22	4520610.92	858.90
1054	452273.22	4520579.73	855.58
1055	452273.23	4520636.09	862.56
1056	452273.24	4520619.21	859.72
1057	452273.26	4520581.56	856.44
1058	452273.30	4520607.77	857.90
1059	452273.35	4520607.78	858.91
1060	452273.39	4520580.67	856.37
1061	452273.44	4520631.00	861.38
1062	452273.58	4520567.72	853.47
1063	452273.64	4520581.94	856.83
1064	452273.65	4520609.20	857.89
1065	452273.67	4520568.77	853.55
1066	452273.68	4520609.38	858.88
1067	452273.73	4520609.23	858.89
1068	452274.00	4520611.90	858.90
1069	452274.02	4520610.07	858.88
1070	452274.04	4520610.68	858.90
1071	452274.26	4520609.37	858.90

Núm.	X	Y	Z
1072	452274.32	4520611.69	858.91
1073	452274.33	4520609.36	858.88
1074	452274.42	4520609.98	858.89
1075	452274.42	4520611.50	858.91
1076	452274.69	4520635.77	862.57
1077	452274.73	4520573.04	854.29
1078	452274.88	4520636.19	862.39
1079	452274.93	4520564.30	852.30
1080	452275.24	4520630.96	861.54
1081	452275.28	4520581.80	856.85
1082	452275.68	4520635.35	862.40
1083	452276.17	4520597.43	857.78
1084	452276.30	4520597.96	857.95
1085	452276.72	4520625.20	860.67
1086	452276.93	4520596.66	857.42
1087	452277.05	4520597.22	857.62
1088	452277.16	4520568.87	853.56
1089	452277.20	4520597.66	857.42
1090	452277.25	4520598.07	857.80
1091	452277.28	4520593.24	857.45
1092	452277.54	4520598.00	857.81
1093	452277.54	4520594.52	857.44
1094	452277.71	4520594.15	857.51
1095	452277.86	4520614.54	859.52
1096	452278.02	4520596.33	857.33
1097	452278.16	4520591.75	857.36
1098	452278.19	4520592.80	857.37
1099	452278.26	4520597.43	857.38
1100	452278.63	4520593.72	857.14
1101	452278.67	4520606.62	858.76
1102	452279.05	4520608.40	858.87
1103	452279.55	4520606.35	858.75
1104	452279.56	4520606.39	858.95
1105	452279.57	4520623.29	861.05
1106	452279.60	4520615.52	859.78
1107	452279.70	4520598.02	857.77
1108	452279.77	4520581.18	856.80



Núm.	X	Y	Z
1109	452279.89	4520629.33	863.07
1110	452280.44	4520619.87	860.45
1111	452280.69	4520602.89	858.37
1112	452280.75	4520625.87	862.34
1113	452280.87	4520597.77	857.71
1114	452280.89	4520597.28	857.81
1115	452281.32	4520605.92	858.70
1116	452281.44	4520634.09	864.86
1117	452281.78	4520607.73	858.88
1118	452281.80	4520586.44	856.91
1119	452281.84	4520587.40	857.46
1120	452281.92	4520588.19	857.09
1121	452282.10	4520622.55	861.93
1122	452282.10	4520567.15	853.04
1123	452282.15	4520607.49	858.94
1124	452282.22	4520617.13	860.20
1125	452282.33	4520576.87	854.14
1126	452282.36	4520608.60	858.88
1127	452283.09	4520607.31	858.85
1128	452283.19	4520624.85	862.95
1129	452283.30	4520608.42	858.93
1130	452283.37	4520620.68	861.84
1131	452283.96	4520562.32	851.58
1132	452284.38	4520590.65	857.32
1133	452284.43	4520574.44	853.72
1134	452284.66	4520576.59	854.44
1135	452284.98	4520575.83	854.08
1136	452284.98	4520598.28	857.81
1137	452285.01	4520627.22	864.35
1138	452285.35	4520618.61	861.85
1139	452285.81	4520569.28	853.51
1140	452285.87	4520571.11	853.48
1141	452286.03	4520571.26	853.30
1142	452286.35	4520580.32	856.35
1143	452286.39	4520566.14	852.81
1144	452286.42	4520611.22	859.74
1145	452286.66	4520571.60	853.33

Núm.	X	Y	Z
1146	452286.76	4520604.13	858.61
1147	452286.79	4520571.77	853.48
1148	452288.01	4520616.67	862.12
1149	452288.24	4520572.27	853.91
1150	452288.26	4520570.70	853.57
1151	452288.26	4520618.55	862.57
1152	452288.36	4520569.88	853.11
1153	452288.53	4520570.07	853.35
1154	452289.10	4520627.48	865.82
1155	452289.15	4520569.91	853.56
1156	452289.28	4520580.40	856.63
1157	452289.97	4520599.29	858.02
1158	452290.04	4520638.59	867.21
1159	452290.04	4520591.44	856.96
1160	452290.26	4520609.13	859.79
1161	452291.38	4520560.62	851.10
1162	452291.61	4520579.24	856.60
1163	452291.65	4520566.64	852.41
1164	452291.78	4520566.74	852.28
1165	452291.86	4520567.21	852.28
1166	452292.01	4520567.28	852.42
1167	452292.02	4520564.04	852.06
1168	452292.05	4520626.84	866.84
1169	452292.09	4520594.19	857.45
1170	452292.12	4520560.47	851.00
1171	452292.39	4520616.52	863.50
1172	452292.71	4520653.59	867.20
1173	452293.58	4520571.46	854.10
1174	452293.72	4520575.65	854.73
1175	452293.95	4520576.96	854.83
1176	452293.97	4520589.03	856.86
1177	452294.11	4520589.88	857.01
1178	452294.39	4520563.86	851.91
1179	452294.49	4520587.30	857.58
1180	452294.52	4520588.23	856.98
1181	452294.59	4520564.01	851.93
1182	452294.62	4520586.30	856.99



Núm.	X	Y	Z
1183	452294.84	4520588.90	856.92
1184	452294.97	4520589.74	857.12
1185	452295.12	4520603.82	859.52
1186	452295.71	4520622.46	866.80
1187	452296.11	4520568.17	853.74
1188	452297.10	4520580.83	856.73
1189	452297.30	4520568.11	853.75
1190	452297.37	4520568.63	853.77
1191	452297.42	4520608.63	861.25
1192	452298.06	4520568.31	853.73
1193	452298.23	4520626.52	867.10
1194	452299.22	4520597.71	858.71
1195	452299.39	4520568.26	853.56
1196	452300.49	4520534.36	849.75
1197	452300.58	4520579.67	856.76
1198	452300.67	4520558.57	850.37
1199	452300.81	4520618.01	866.40
1200	452301.02	4520665.04	867.15
1201	452301.89	4520618.38	866.79
1202	452302.11	4520556.74	849.70
1203	452302.19	4520557.06	849.94
1204	452302.25	4520557.00	849.78
1205	452302.32	4520540.87	849.81
1206	452302.42	4520606.91	861.62
1207	452302.60	4520541.73	850.66
1208	452302.70	4520592.62	858.06
1209	452302.77	4520562.67	853.07
1210	452302.77	4520608.79	862.49
1211	452302.94	4520540.97	849.87
1212	452303.04	4520663.88	867.15
1213	452303.25	4520559.70	850.09
1214	452303.33	4520565.05	852.82
1215	452303.38	4520541.44	849.94
1216	452303.49	4520662.19	867.06
1217	452303.73	4520547.04	849.76
1218	452303.78	4520604.37	861.03
1219	452303.79	4520662.90	867.58

Núm.	X	Y	Z
1220	452304.09	4520546.95	849.80
1221	452304.20	4520586.18	857.13
1222	452304.24	4520549.44	849.71
1223	452304.39	4520573.95	854.18
1224	452304.47	4520546.68	849.92
1225	452304.52	4520546.26	849.89
1226	452304.55	4520561.53	850.83
1227	452304.61	4520561.62	852.87
1228	452304.76	4520549.42	849.85
1229	452304.84	4520621.07	866.90
1230	452305.08	4520549.50	849.94
1231	452305.18	4520621.22	866.99
1232	452305.21	4520615.18	866.53
1233	452305.36	4520549.89	849.90
1234	452305.62	4520554.81	849.67
1235	452305.81	4520603.93	861.18
1236	452306.00	4520555.51	849.54
1237	452306.12	4520555.95	849.43
1238	452306.13	4520555.89	849.33
1239	452306.13	4520608.42	863.08
1240	452306.21	4520623.81	866.83
1241	452306.25	4520555.16	849.27
1242	452306.31	4520623.48	867.02
1243	452306.45	4520554.85	849.74
1244	452306.52	4520560.48	850.65
1245	452306.56	4520556.06	849.31
1246	452306.57	4520560.57	852.63
1247	452306.73	4520545.94	849.88
1248	452306.85	4520560.49	852.62
1249	452307.32	4520554.94	849.94
1250	452307.55	4520613.31	866.44
1251	452307.68	4520556.47	849.88
1252	452307.70	4520619.97	866.98
1253	452307.71	4520586.37	857.13
1254	452307.71	4520562.59	851.55
1255	452307.73	4520598.66	859.68
1256	452307.81	4520555.72	849.66



Núm.	X	Y	Z
1257	452307.84	4520619.60	866.87
1258	452308.13	4520606.42	862.31
1259	452308.83	4520622.15	866.97
1260	452309.15	4520532.25	849.69
1261	452309.17	4520587.09	857.62
1262	452309.18	4520622.29	866.78
1263	452309.20	4520603.12	861.23
1264	452309.56	4520587.73	857.42
1265	452309.72	4520533.63	849.88
1266	452309.93	4520578.69	857.08
1267	452310.00	4520533.99	849.71
1268	452310.13	4520534.04	850.17
1269	452310.28	4520534.03	850.14
1270	452310.34	4520533.40	849.89
1271	452310.40	4520568.85	852.95
1272	452310.67	4520558.81	852.31
1273	452310.67	4520536.13	849.68
1274	452310.81	4520536.46	849.69
1275	452310.88	4520536.04	849.73
1276	452310.90	4520538.65	849.75
1277	452310.92	4520535.57	850.19
1278	452310.98	4520572.76	854.24
1279	452311.02	4520536.37	849.76
1280	452311.16	4520550.15	849.99
1281	452311.25	4520561.07	850.97
1282	452311.38	4520562.88	851.74
1283	452311.38	4520536.14	850.19
1284	452311.80	4520537.14	850.31
1285	452311.81	4520538.23	849.79
1286	452312.31	4520535.75	850.19
1287	452312.35	4520565.76	852.36
1288	452312.58	4520535.62	850.22
1289	452312.70	4520561.74	851.48
1290	452312.72	4520536.76	850.18
1291	452312.73	4520566.86	852.51
1292	452312.74	4520533.01	850.13
1293	452312.78	4520532.85	850.11

Núm.	X	Y	Z
1294	452312.79	4520532.77	849.41
1295	452313.00	4520536.62	850.14
1296	452313.38	4520534.54	850.16
1297	452313.43	4520565.47	852.41
1298	452313.51	4520535.23	850.27
1299	452313.51	4520544.72	849.78
1300	452313.66	4520544.64	849.79
1301	452313.79	4520566.49	852.50
1302	452313.92	4520536.24	850.25
1303	452313.98	4520565.63	852.51
1304	452314.04	4520601.77	861.27
1305	452314.56	4520537.02	850.17
1306	452314.58	4520546.17	849.72
1307	452314.59	4520536.97	850.16
1308	452315.01	4520590.71	858.69
1309	452315.51	4520577.97	857.27
1310	452315.52	4520611.61	866.85
1311	452315.64	4520536.62	850.91
1312	452315.91	4520620.86	867.11
1313	452316.02	4520556.47	851.83
1314	452316.09	4520622.06	867.57
1315	452316.41	4520669.93	866.99
1316	452316.45	4520533.60	845.15
1317	452316.81	4520589.33	858.57
1318	452316.82	4520622.33	867.02
1319	452317.24	4520533.57	846.53
1320	452317.45	4520546.47	849.65
1321	452317.45	4520616.15	866.97
1322	452317.50	4520558.27	849.77
1323	452317.73	4520564.73	852.42
1324	452317.91	4520572.34	854.55
1325	452318.03	4520591.17	859.64
1326	452318.34	4520587.49	858.48
1327	452318.51	4520571.55	854.34
1328	452318.71	4520588.07	858.48
1329	452318.89	4520577.05	857.54
1330	452318.97	4520605.76	864.34



Núm.	X	Y	Z
1331	452319.02	4520587.04	858.40
1332	452319.35	4520585.95	858.23
1333	452319.40	4520551.75	849.80
1334	452319.40	4520587.61	858.60
1335	452319.41	4520551.73	849.77
1336	452319.45	4520551.72	849.73
1337	452319.52	4520589.94	860.84
1338	452319.77	4520587.36	858.60
1339	452319.93	4520598.73	861.04
1340	452320.29	4520675.90	867.13
1341	452320.37	4520551.07	849.74
1342	452320.47	4520544.44	849.71
1343	452320.54	4520609.34	866.68
1344	452320.61	4520566.53	852.94
1345	452320.81	4520551.35	849.75
1346	452320.88	4520543.34	849.52
1347	452320.99	4520589.20	859.49
1348	452321.92	4520545.97	849.51
1349	452322.57	4520576.99	857.73
1350	452322.97	4520542.97	849.44
1351	452323.07	4520593.26	860.27
1352	452323.33	4520586.86	859.07
1353	452323.41	4520572.63	855.17
1354	452323.76	4520579.36	857.88
1355	452324.32	4520577.35	857.57
1356	452324.91	4520563.33	852.86
1357	452325.33	4520580.19	858.23
1358	452325.33	4520689.24	867.77
1359	452325.42	4520606.91	866.89
1360	452325.79	4520549.15	849.43
1361	452325.80	4520549.16	849.42
1362	452325.83	4520570.24	855.02
1363	452325.91	4520549.16	849.44
1364	452326.46	4520563.88	853.17
1365	452326.51	4520577.38	858.29
1366	452326.52	4520688.85	866.64
1367	452326.61	4520587.26	859.27

Núm.	X	Y	Z
1368	452326.83	4520669.02	867.01
1369	452326.95	4520597.20	861.92
1370	452327.17	4520593.46	860.83
1371	452327.37	4520542.62	849.44
1372	452327.50	4520612.64	867.05
1373	452327.76	4520544.24	849.41
1374	452327.95	4520584.15	858.41
1375	452328.22	4520585.55	859.08
1376	452328.25	4520563.14	853.18
1377	452329.12	4520587.36	859.63
1378	452329.21	4520667.63	867.11
1379	452329.22	4520619.87	867.07
1380	452329.26	4520569.65	855.01
1381	452329.61	4520702.56	869.75
1382	452329.68	4520702.55	869.70
1383	452329.87	4520572.25	855.45
1384	452329.96	4520703.01	870.17
1385	452330.30	4520560.84	852.69
1386	452330.62	4520703.71	870.16
1387	452332.02	4520587.85	860.23
1388	452332.05	4520701.39	869.71
1389	452332.13	4520576.14	858.14
1390	452332.14	4520701.32	869.77
1391	452332.29	4520701.85	870.15
1392	452332.30	4520705.43	871.92
1393	452332.39	4520705.44	871.95
1394	452332.44	4520702.01	870.16
1395	452332.51	4520701.21	869.73
1396	452332.66	4520701.35	869.33
1397	452332.80	4520701.61	869.35
1398	452332.82	4520701.63	870.04
1399	452332.97	4520706.14	871.90
1400	452333.00	4520573.95	856.84
1401	452333.01	4520706.10	871.91
1402	452333.61	4520565.53	854.26
1403	452334.10	4520583.72	858.48
1404	452334.13	4520546.04	849.10





Núm.	X	Y	Z
1405	452334.14	4520703.74	871.90
1406	452334.16	4520703.81	871.92
1407	452334.77	4520704.50	871.91
1408	452334.79	4520578.08	858.32
1409	452334.79	4520704.48	871.94
1410	452334.80	4520575.64	856.90
1411	452334.96	4520703.89	871.89
1412	452335.26	4520602.34	866.85
1413	452335.37	4520545.51	849.13
1414	452335.37	4520545.53	849.15
1415	452335.39	4520545.52	849.16
1416	452335.40	4520545.53	849.13
1417	452335.91	4520667.39	867.09
1418	452336.12	4520558.46	852.60
1419	452336.42	4520617.17	867.07
1420	452336.43	4520668.73	866.82
1421	452336.51	4520625.45	866.98
1422	452336.64	4520568.35	855.09
1423	452336.78	4520710.03	875.47
1424	452336.93	4520710.54	875.55
1425	452336.93	4520589.22	861.18
1426	452336.98	4520572.00	856.66
1427	452337.10	4520710.37	875.51
1428	452337.55	4520575.18	856.89
1429	452337.77	4520569.85	855.69
1430	452338.15	4520661.87	867.03
1431	452338.31	4520561.03	853.49
1432	452338.31	4520704.37	873.57
1433	452338.33	4520561.13	853.58
1434	452338.45	4520577.22	858.36
1435	452338.54	4520708.36	875.54
1436	452338.63	4520538.18	849.06
1437	452338.86	4520708.69	875.58
1438	452338.86	4520617.53	867.11
1439	452338.86	4520607.00	867.03
1440	452338.92	4520539.47	848.99
1441	452339.03	4520708.53	875.60

Núm.	X	Y	Z
1442	452339.25	4520708.31	875.50
1443	452339.39	4520554.27	851.93
1444	452339.57	4520571.42	856.81
1445	452339.58	4520583.10	858.51
1446	452339.65	4520701.06	872.31
1447	452339.68	4520713.30	875.59
1448	452340.05	4520617.84	867.57
1449	452340.08	4520713.39	875.60
1450	452340.13	4520633.83	867.09
1451	452340.22	4520667.50	865.62
1452	452340.29	4520667.15	865.91
1453	452340.29	4520618.07	867.02
1454	452340.65	4520559.01	853.10
1455	452340.67	4520715.10	875.60
1456	452340.73	4520714.45	875.61
1457	452341.06	4520590.94	862.46
1458	452341.08	4520589.63	861.79
1459	452341.08	4520697.81	870.12
1460	452341.17	4520643.47	867.02
1461	452341.31	4520583.13	858.62
1462	452341.39	4520642.72	867.56
1463	452341.42	4520580.94	858.46
1464	452341.52	4520551.55	851.46
1465	452341.67	4520583.83	859.02
1466	452341.79	4520581.06	859.27
1467	452341.79	4520582.18	858.41
1468	452341.94	4520571.61	857.20
1469	452342.00	4520582.08	858.51
1470	452342.05	4520716.83	875.61
1471	452342.08	4520582.74	858.39
1472	452342.10	4520711.61	875.59
1473	452342.13	4520711.99	875.59
1474	452342.20	4520581.93	859.25
1475	452342.39	4520592.52	863.46
1476	452342.43	4520588.07	861.26
1477	452342.43	4520583.44	859.04
1478	452342.57	4520712.29	875.58



Núm.	X	Y	Z
1479	452342.59	4520642.58	867.11
1480	452342.60	4520554.21	852.13
1481	452342.73	4520584.01	859.38
1482	452342.76	4520580.56	859.28
1483	452342.83	4520706.46	875.52
1484	452342.84	4520713.03	875.59
1485	452342.84	4520653.36	867.08
1486	452342.88	4520711.07	875.66
1487	452342.89	4520580.17	858.52
1488	452343.16	4520581.42	859.26
1489	452343.17	4520586.75	860.78
1490	452343.19	4520707.01	875.50
1491	452343.29	4520583.76	859.74
1492	452343.35	4520711.71	875.65
1493	452343.40	4520541.98	848.73
1494	452343.40	4520541.99	848.72
1495	452343.41	4520541.90	848.93
1496	452343.47	4520581.30	859.02
1497	452343.54	4520583.39	861.03
1498	452343.58	4520567.12	855.72
1499	452343.59	4520581.24	859.12
1500	452343.65	4520568.65	856.10
1501	452343.67	4520657.83	867.11
1502	452343.80	4520581.48	859.21
1503	452343.99	4520579.20	858.43
1504	452344.02	4520705.67	875.52
1505	452344.03	4520543.11	848.79
1506	452344.12	4520704.80	875.41
1507	452344.38	4520698.42	872.51
1508	452344.38	4520706.19	875.57
1509	452344.45	4520714.95	875.61
1510	452344.45	4520572.78	857.76
1511	452344.53	4520583.09	859.77
1512	452344.59	4520715.22	875.47
1513	452344.87	4520659.82	867.09
1514	452345.13	4520644.77	867.04
1515	452345.19	4520704.39	875.46

Núm.	X	Y	Z
1516	452345.31	4520589.20	862.47
1517	452345.44	4520708.48	875.58
1518	452345.46	4520597.47	866.74
1519	452345.55	4520694.78	869.75
1520	452345.61	4520694.90	869.74
1521	452345.65	4520695.72	870.20
1522	452345.67	4520695.02	869.40
1523	452345.68	4520562.24	854.47
1524	452345.75	4520695.35	870.02
1525	452345.78	4520695.28	869.37
1526	452345.82	4520702.14	874.78
1527	452346.28	4520650.50	867.08
1528	452347.15	4520588.80	862.73
1529	452347.33	4520576.02	858.24
1530	452348.02	4520533.87	848.79
1531	452348.38	4520577.46	859.21
1532	452348.76	4520694.87	871.05
1533	452348.78	4520713.50	875.64
1534	452348.80	4520534.95	848.86
1535	452348.84	4520599.45	866.94
1536	452349.06	4520571.18	857.88
1537	452349.14	4520599.61	867.01
1538	452349.27	4520592.27	865.27
1539	452349.41	4520539.75	848.70
1540	452349.49	4520539.11	848.87
1541	452349.59	4520695.78	872.66
1542	452349.75	4520648.84	867.11
1543	452349.82	4520540.51	849.05
1544	452349.86	4520555.58	853.01
1545	452349.96	4520564.50	855.80
1546	452350.07	4520561.70	854.88
1547	452350.09	4520602.27	866.73
1548	452350.20	4520601.91	866.99
1549	452350.33	4520573.84	858.03
1550	452350.58	4520652.42	863.45
1551	452350.59	4520652.41	863.43
1552	452350.61	4520693.11	870.02



Núm.	X	Y	Z
1553	452350.84	4520565.84	856.49
1554	452350.98	4520567.07	856.79
1555	452351.22	4520586.93	862.71
1556	452351.36	4520696.48	873.71
1557	452351.58	4520598.47	866.98
1558	452351.69	4520598.15	866.91
1559	452351.88	4520692.93	870.24
1560	452352.21	4520584.80	862.05
1561	452352.43	4520568.89	857.54
1562	452352.53	4520659.34	867.09
1563	452352.61	4520661.88	865.63
1564	452352.69	4520600.70	867.00
1565	452352.85	4520562.25	855.29
1566	452352.87	4520589.81	864.81
1567	452353.06	4520600.80	866.81
1568	452353.15	4520593.66	866.72
1569	452353.33	4520564.20	856.49
1570	452353.38	4520655.61	867.09
1571	452353.44	4520661.03	866.85
1572	452353.49	4520697.93	875.32
1573	452353.84	4520571.26	857.57
1574	452354.01	4520584.22	862.27
1575	452355.30	4520585.39	862.86
1576	452355.61	4520536.33	848.71
1577	452355.69	4520691.26	870.46
1578	452355.71	4520537.04	848.54
1579	452355.78	4520587.53	864.13
1580	452355.93	4520538.24	849.22
1581	452356.07	4520566.21	856.81
1582	452356.81	4520651.38	867.12
1583	452356.99	4520585.68	863.47
1584	452356.99	4520571.05	858.58
1585	452357.29	4520652.55	867.09
1586	452357.79	4520548.03	851.46
1587	452358.35	4520550.51	852.08
1588	452358.52	4520697.23	875.47
1589	452358.59	4520705.89	875.63

Núm.	X	Y	Z
1590	452358.64	4520529.14	848.63
1591	452358.73	4520688.43	869.73
1592	452358.79	4520689.68	870.30
1593	452358.80	4520688.48	869.75
1594	452358.89	4520697.83	875.49
1595	452358.90	4520688.64	869.42
1596	452358.92	4520528.68	848.63
1597	452359.03	4520688.85	869.42
1598	452359.19	4520688.86	870.02
1599	452359.39	4520583.72	862.93
1600	452359.40	4520696.69	875.52
1601	452359.48	4520529.82	848.64
1602	452359.68	4520576.23	860.63
1603	452359.77	4520697.29	875.47
1604	452360.63	4520700.24	875.48
1605	452360.76	4520544.38	851.34
1606	452360.88	4520533.63	848.59
1607	452360.97	4520651.94	867.09
1608	452361.00	4520589.73	866.63
1609	452361.04	4520699.99	875.46
1610	452361.20	4520534.47	848.40
1611	452361.20	4520704.19	875.60
1612	452361.28	4520703.83	875.59
1613	452361.29	4520557.39	854.54
1614	452361.37	4520700.57	875.48
1615	452361.62	4520535.22	848.73
1616	452361.63	4520653.32	867.08
1617	452361.65	4520562.46	856.70
1618	452361.79	4520697.83	875.54
1619	452361.79	4520649.92	867.11
1620	452361.89	4520650.25	867.10
1621	452362.03	4520651.75	867.07
1622	452362.04	4520558.73	855.01
1623	452362.39	4520706.01	875.70
1624	452362.42	4520565.92	857.09
1625	452362.42	4520705.61	875.57
1626	452362.43	4520694.01	875.51



Núm.	X	Y	Z
1627	452362.56	4520652.87	867.09
1628	452362.60	4520560.66	856.57
1629	452362.63	4520581.74	862.85
1630	452363.13	4520689.77	873.36
1631	452363.24	4520693.28	875.44
1632	452363.28	4520595.90	867.03
1633	452364.05	4520704.94	875.61
1634	452364.59	4520704.60	875.63
1635	452364.78	4520698.23	875.70
1636	452365.18	4520566.42	858.28
1637	452365.27	4520686.62	870.32
1638	452365.48	4520692.55	875.47
1639	452365.78	4520692.99	875.50
1640	452365.93	4520692.29	875.45
1641	452366.20	4520692.72	875.50
1642	452366.22	4520523.68	848.40
1643	452366.29	4520647.92	867.10
1644	452366.50	4520578.85	862.44
1645	452367.02	4520649.33	867.10
1646	452367.24	4520566.40	858.62
1647	452367.40	4520689.69	874.97
1648	452367.62	4520544.96	851.75
1649	452367.97	4520601.49	867.02
1650	452368.05	4520525.81	848.40
1651	452368.19	4520575.54	861.82
1652	452368.26	4520601.16	867.58
1653	452368.47	4520586.09	866.79
1654	452368.52	4520600.09	867.11
1655	452368.67	4520693.08	875.55
1656	452369.21	4520648.12	867.02
1657	452369.36	4520651.22	867.10
1658	452369.51	4520693.24	875.54
1659	452369.58	4520690.18	875.36
1660	452369.60	4520529.17	848.46
1661	452369.91	4520559.86	857.05
1662	452369.91	4520531.61	848.80
1663	452369.99	4520652.55	866.86

Núm.	X	Y	Z
1664	452370.10	4520530.47	848.25
1665	452370.66	4520689.99	875.39
1666	452370.84	4520556.44	855.43
1667	452371.20	4520562.85	857.18
1668	452371.47	4520565.69	858.83
1669	452371.55	4520591.01	867.02
1670	452371.71	4520571.35	860.94
1671	452371.71	4520597.44	867.04
1672	452371.80	4520682.10	869.74
1673	452371.85	4520682.20	869.73
1674	452371.87	4520682.29	869.45
1675	452371.96	4520558.38	856.84
1676	452371.97	4520682.53	869.46
1677	452371.99	4520682.63	870.01
1678	452372.02	4520689.28	875.37
1679	452372.09	4520689.44	875.39
1680	452372.17	4520689.58	875.22
1681	452372.44	4520690.26	875.45
1682	452372.45	4520690.16	875.27
1683	452372.45	4520690.30	875.46
1684	452372.63	4520701.13	875.60
1685	452373.01	4520698.57	875.58
1686	452373.08	4520698.36	875.59
1687	452373.18	4520698.79	875.58
1688	452373.44	4520646.38	867.11
1689	452373.46	4520717.96	878.65
1690	452373.51	4520574.21	862.33
1691	452373.63	4520718.26	878.65
1692	452373.70	4520651.27	865.60
1693	452373.81	4520650.98	865.90
1694	452374.03	4520702.51	875.64
1695	452374.10	4520716.77	878.67
1696	452374.40	4520700.61	875.52
1697	452374.57	4520700.49	875.56
1698	452375.09	4520720.95	878.65
1699	452375.26	4520701.63	875.56
1700	452375.35	4520547.79	853.29

Núm.	X	Y	Z
1701	452375.56	4520720.72	878.63
1702	452375.58	4520721.29	878.65
1703	452375.58	4520721.98	878.61
1704	452375.80	4520689.40	875.65
1705	452376.05	4520706.34	875.61
1706	452376.10	4520721.51	878.64
1707	452376.42	4520700.83	875.60
1708	452376.50	4520564.67	859.23
1709	452376.90	4520719.85	878.64
1710	452377.12	4520686.60	875.38
1711	452377.22	4520685.74	875.06
1712	452377.42	4520720.62	878.65
1713	452377.50	4520705.43	875.50
1714	452378.06	4520581.16	866.68
1715	452378.06	4520703.25	875.66
1716	452378.12	4520704.97	875.58
1717	452378.28	4520709.68	875.61
1718	452378.28	4520567.64	860.54
1719	452378.44	4520709.93	875.62
1720	452378.58	4520562.94	858.99
1721	452378.61	4520714.29	878.66
1722	452378.93	4520726.77	878.67
1723	452378.98	4520710.79	876.31
1724	452379.19	4520552.08	855.10
1725	452379.28	4520548.54	854.07
1726	452379.45	4520714.19	878.66
1727	452379.57	4520603.20	867.06
1728	452379.68	4520694.05	875.64
1729	452379.86	4520556.71	857.38
1730	452380.13	4520708.82	875.54
1731	452380.25	4520594.62	867.11
1732	452380.40	4520685.38	875.42
1733	452380.42	4520708.63	875.55
1734	452380.46	4520685.54	875.23
1735	452380.55	4520709.36	875.65
1736	452380.56	4520709.45	876.32
1737	452380.57	4520586.09	867.05

Núm.	X	Y	Z
1738	452380.64	4520686.08	875.24
1739	452380.76	4520686.17	875.47
1740	452380.81	4520709.29	876.32
1741	452380.86	4520552.98	855.55
1742	452381.39	4520545.09	853.47
1743	452381.39	4520712.11	878.67
1744	452381.44	4520567.46	860.90
1745	452381.46	4520713.28	878.62
1746	452381.53	4520717.48	878.65
1747	452381.69	4520563.31	859.45
1748	452382.17	4520682.95	874.75
1749	452382.22	4520555.33	857.16
1750	452382.25	4520547.88	854.34
1751	452382.29	4520684.17	875.37
1752	452382.36	4520565.30	860.30
1753	452382.79	4520686.42	875.59
1754	452382.93	4520596.02	867.13
1755	452382.94	4520685.74	875.66
1756	452382.97	4520715.21	878.66
1757	452383.08	4520715.85	878.65
1758	452383.13	4520573.28	864.09
1759	452383.14	4520559.86	857.69
1760	452383.18	4520531.61	851.30
1761	452383.21	4520715.06	878.65
1762	452383.22	4520715.58	878.67
1763	452383.35	4520543.83	853.38
1764	452383.36	4520706.82	875.87
1765	452383.42	4520706.94	875.87
1766	452383.53	4520550.48	855.25
1767	452383.59	4520707.12	875.31
1768	452383.65	4520715.31	878.71
1769	452383.69	4520714.18	878.26
1770	452383.69	4520707.38	875.41
1771	452383.75	4520707.53	875.86
1772	452383.83	4520716.08	878.71
1773	452383.85	4520680.55	874.25
1774	452383.89	4520700.03	875.95





Núm.	X	Y	Z
1775	452384.12	4520596.27	867.58
1776	452384.25	4520534.09	851.50
1777	452384.32	4520676.04	869.72
1778	452384.35	4520596.56	867.01
1779	452384.36	4520677.35	870.24
1780	452384.36	4520716.28	878.73
1781	452384.36	4520676.13	869.72
1782	452384.42	4520676.19	869.53
1783	452384.53	4520613.10	867.08
1784	452384.53	4520629.11	867.04
1785	452384.57	4520676.40	869.52
1786	452384.60	4520676.49	870.05
1787	452384.80	4520629.36	867.59
1788	452384.91	4520638.21	867.11
1789	452385.40	4520545.31	854.12
1790	452385.55	4520538.40	852.45
1791	452385.92	4520705.79	876.06
1792	452385.94	4520705.68	876.03
1793	452385.95	4520629.68	867.11
1794	452386.05	4520691.43	875.89
1795	452386.12	4520705.87	875.80
1796	452386.14	4520706.11	875.76
1797	452386.15	4520706.12	876.38
1798	452386.31	4520577.24	866.71
1799	452386.36	4520561.63	859.49
1800	452386.62	4520682.30	875.40
1801	452386.62	4520676.05	870.25
1802	452386.78	4520681.49	875.27
1803	452386.88	4520682.08	875.33
1804	452386.95	4520682.27	875.29
1805	452387.08	4520682.81	875.25
1806	452387.19	4520682.83	875.60
1807	452387.32	4520682.91	875.51
1808	452387.58	4520720.94	878.76
1809	452387.58	4520537.84	852.63
1810	452387.61	4520567.74	861.87
1811	452388.00	4520681.46	875.33

Núm.	X	Y	Z
1812	452388.06	4520561.41	859.72
1813	452388.23	4520708.52	877.70
1814	452388.25	4520620.99	867.02
1815	452388.31	4520684.53	875.92
1816	452388.43	4520682.29	875.48
1817	452388.69	4520553.83	857.85
1818	452388.87	4520695.67	876.24
1819	452388.88	4520557.57	857.96
1820	452389.02	4520711.04	878.37
1821	452390.86	4520539.77	853.57
1822	452390.98	4520697.75	876.51
1823	452391.12	4520676.26	873.73
1824	452391.53	4520626.69	867.09
1825	452391.57	4520575.79	866.91
1826	452391.63	4520549.58	856.44
1827	452391.76	4520544.28	854.97
1828	452391.79	4520573.45	866.39
1829	452392.10	4520688.84	876.23
1830	452392.50	4520709.13	878.53
1831	452392.55	4520551.96	858.10
1832	452392.68	4520567.57	862.91
1833	452392.88	4520578.16	866.94
1834	452392.97	4520709.39	878.79
1835	452393.02	4520697.89	876.75
1836	452393.04	4520693.17	876.79
1837	452393.04	4520536.50	852.83
1838	452393.24	4520578.27	867.03
1839	452393.28	4520573.10	866.53
1840	452393.32	4520678.62	875.51
1841	452393.48	4520679.07	875.48
1842	452393.50	4520556.91	858.44
1843	452393.50	4520575.63	866.96
1844	452393.51	4520679.15	875.26
1845	452393.64	4520710.34	878.85
1846	452393.75	4520679.59	875.33
1847	452393.83	4520558.73	859.74
1848	452393.92	4520679.73	875.61



Núm.	X	Y	Z
1849	452394.17	4520580.90	866.89
1850	452394.29	4520581.01	866.88
1851	452394.30	4520580.50	867.03
1852	452394.63	4520633.42	867.07
1853	452395.73	4520577.05	867.02
1854	452395.75	4520704.31	877.96
1855	452395.95	4520576.98	866.90
1856	452396.26	4520577.56	866.88
1857	452396.30	4520577.09	866.94
1858	452396.44	4520576.80	866.89
1859	452396.45	4520715.11	878.85
1860	452396.48	4520696.95	877.07
1861	452396.52	4520578.21	866.75
1862	452396.66	4520568.01	863.40
1863	452396.68	4520577.34	866.86
1864	452396.75	4520535.76	853.27
1865	452396.79	4520579.28	867.01
1866	452396.97	4520555.68	858.43
1867	452397.13	4520579.42	866.83
1868	452397.18	4520701.48	877.41
1869	452397.25	4520701.09	876.84
1870	452397.25	4520701.35	876.84
1871	452397.28	4520700.91	877.02
1872	452397.29	4520701.01	877.00
1873	452397.29	4520540.11	854.56
1874	452397.45	4520669.63	869.82
1875	452397.49	4520669.82	869.55
1876	452397.49	4520669.72	869.79
1877	452397.62	4520670.15	870.12
1878	452397.65	4520670.07	869.56
1879	452398.15	4520573.37	866.93
1880	452398.49	4520563.46	861.67
1881	452398.90	4520688.96	876.86
1882	452398.90	4520705.06	878.67
1883	452399.06	4520639.79	864.35
1884	452399.14	4520639.36	865.64
1885	452399.32	4520679.53	876.07

Núm.	X	Y	Z
1886	452399.47	4520639.53	865.89
1887	452399.86	4520639.35	864.62
1888	452400.01	4520576.93	866.93
1889	452400.34	4520625.70	867.11
1890	452400.59	4520624.52	867.57
1891	452400.85	4520624.31	867.06
1892	452400.88	4520546.83	856.98
1893	452400.96	4520537.91	854.46
1894	452401.21	4520684.53	876.62
1895	452401.37	4520694.96	877.55
1896	452401.48	4520571.86	866.70
1897	452401.51	4520554.72	858.64
1898	452401.92	4520549.01	858.52
1899	452402.06	4520556.74	859.84
1900	452402.15	4520578.19	866.91
1901	452402.20	4520553.69	858.73
1902	452402.25	4520689.30	877.23
1903	452402.32	4520549.46	858.60
1904	452402.35	4520703.44	878.97
1905	452402.40	4520541.58	855.54
1906	452402.82	4520704.31	878.96
1907	452402.92	4520543.91	856.13
1908	452402.97	4520634.88	867.10
1909	452403.13	4520671.53	874.09
1910	452403.16	4520674.65	875.46
1911	452403.20	4520674.78	875.22
1912	452403.33	4520675.11	875.18
1913	452403.42	4520675.23	875.42
1914	452403.51	4520636.17	866.85
1915	452403.52	4520675.31	875.50
1916	452403.67	4520630.22	866.98
1917	452403.73	4520673.37	875.17
1918	452403.78	4520539.65	855.09
1919	452403.91	4520576.21	866.91
1920	452404.15	4520673.97	875.36
1921	452404.23	4520674.11	875.22
1922	452404.51	4520560.34	861.16



Núm.	X	Y	Z
1923	452404.56	4520674.67	875.27
1924	452404.60	4520674.83	875.48
1925	452404.66	4520552.01	858.67
1926	452405.27	4520572.14	866.80
1927	452405.72	4520708.84	879.05
1928	452406.15	4520544.17	856.60
1929	452406.43	4520570.33	865.90
1930	452406.45	4520553.66	858.84
1931	452407.12	4520541.48	855.63
1932	452407.67	4520545.45	856.96
1933	452407.71	4520571.55	866.81
1934	452408.18	4520675.51	876.10
1935	452408.77	4520575.99	866.92
1936	452409.09	4520691.58	878.17
1937	452409.16	4520664.01	869.72
1938	452409.20	4520664.10	869.71
1939	452409.24	4520664.21	869.44
1940	452409.30	4520664.46	869.40
1941	452409.35	4520556.44	860.13
1942	452409.35	4520664.56	869.99
1943	452409.45	4520572.65	866.88
1944	452409.73	4520548.58	858.73
1945	452409.73	4520540.32	855.38
1946	452409.90	4520698.67	879.17
1947	452409.97	4520554.02	859.82
1948	452410.29	4520680.28	876.84
1949	452410.35	4520552.60	858.75
1950	452410.37	4520699.42	879.15
1951	452410.40	4520547.59	858.82
1952	452410.51	4520539.64	855.19
1953	452410.85	4520559.76	861.03
1954	452411.51	4520694.97	878.18
1955	452411.54	4520695.01	878.00
1956	452411.54	4520694.84	878.17
1957	452411.56	4520695.37	878.65
1958	452411.56	4520626.97	867.02
1959	452411.70	4520695.23	878.03

Núm.	X	Y	Z
1960	452412.00	4520572.56	866.86
1961	452412.26	4520669.92	875.27
1962	452412.27	4520669.76	875.45
1963	452412.38	4520696.57	879.09
1964	452412.43	4520670.32	875.31
1965	452412.46	4520684.47	877.74
1966	452412.51	4520670.34	875.56
1967	452412.80	4520578.64	866.87
1968	452413.00	4520562.44	861.54
1969	452413.13	4520576.69	866.89
1970	452413.26	4520703.55	879.20
1971	452413.84	4520667.36	875.01
1972	452414.14	4520575.66	866.90
1973	452414.31	4520668.40	875.51
1974	452414.64	4520556.82	860.05
1975	452414.94	4520564.45	862.69
1976	452415.30	4520695.48	879.25
1977	452415.32	4520695.28	879.28
1978	452415.43	4520571.98	866.54
1979	452415.61	4520695.10	879.34
1980	452415.62	4520695.96	879.22
1981	452415.78	4520695.18	879.30
1982	452415.88	4520695.80	879.21
1983	452416.10	4520695.66	879.20
1984	452416.13	4520687.46	878.43
1985	452416.33	4520688.04	878.71
1986	452416.44	4520661.09	870.05
1987	452416.55	4520687.98	878.77
1988	452416.60	4520543.51	856.67
1989	452416.65	4520687.25	878.56
1990	452416.67	4520687.93	878.74
1991	452416.71	4520563.55	861.69
1992	452416.82	4520687.72	878.72
1993	452416.85	4520687.83	878.72
1994	452417.11	4520664.40	874.00
1995	452417.14	4520577.91	866.90
1996	452417.16	4520546.69	858.54



Núm.	X	Y	Z
1997	452417.29	4520552.72	858.67
1998	452417.44	4520671.51	876.16
1999	452417.46	4520624.83	867.10
2000	452417.65	4520553.99	859.31
2001	452417.81	4520666.34	875.18
2002	452417.88	4520659.76	869.79
2003	452417.92	4520659.98	869.46
2004	452417.92	4520659.88	869.79
2005	452417.99	4520660.33	870.08
2006	452418.05	4520660.22	869.48
2007	452418.15	4520692.10	878.74
2008	452418.17	4520692.26	878.57
2009	452418.19	4520692.20	878.74
2010	452418.25	4520692.44	878.59
2011	452418.29	4520699.98	879.14
2012	452418.31	4520692.52	879.19
2013	452418.35	4520661.00	870.37
2014	452418.37	4520692.10	878.78
2015	452418.44	4520692.71	879.20
2016	452418.48	4520692.00	878.79
2017	452418.55	4520699.78	879.16
2018	452418.61	4520692.75	879.18
2019	452418.68	4520545.12	857.51
2020	452418.70	4520691.95	878.80
2021	452418.76	4520699.65	879.15
2022	452418.76	4520547.41	858.50
2023	452418.79	4520691.99	878.62
2024	452418.84	4520692.53	879.23
2025	452418.86	4520546.65	858.04
2026	452418.88	4520692.18	878.63
2027	452418.89	4520692.24	879.25
2028	452418.89	4520692.24	879.24
2029	452418.89	4520666.21	875.18
2030	452418.97	4520692.47	879.22
2031	452419.09	4520692.99	879.29
2032	452419.25	4520563.67	861.55
2033	452419.25	4520666.81	875.31

Núm.	X	Y	Z
2034	452419.36	4520627.35	867.11
2035	452419.53	4520675.98	876.83
2036	452419.58	4520574.81	866.86
2037	452419.66	4520622.63	867.14
2038	452419.69	4520667.13	875.38
2039	452419.70	4520691.43	878.90
2040	452419.76	4520691.51	878.86
2041	452419.78	4520691.55	878.73
2042	452419.80	4520691.84	879.31
2043	452419.83	4520691.80	878.72
2044	452419.89	4520665.64	875.07
2045	452419.90	4520571.36	865.32
2046	452419.95	4520667.54	875.41
2047	452419.99	4520579.33	866.88
2048	452420.01	4520692.64	879.23
2049	452420.02	4520680.69	875.13
2050	452420.10	4520692.98	879.43
2051	452420.11	4520627.65	867.09
2052	452420.21	4520691.40	878.95
2053	452420.21	4520666.26	875.26
2054	452420.36	4520692.98	879.23
2055	452420.37	4520691.85	879.30
2056	452420.42	4520666.71	875.37
2057	452420.42	4520691.77	878.87
2058	452420.44	4520544.80	857.05
2059	452420.47	4520691.68	878.88
2060	452420.50	4520629.63	866.86
2061	452420.66	4520692.20	879.32
2062	452420.69	4520698.52	879.21
2063	452420.71	4520661.88	873.63
2064	452420.73	4520667.21	875.40
2065	452420.76	4520692.45	879.19
2066	452420.76	4520691.63	879.06
2067	452420.77	4520623.93	867.43
2068	452420.81	4520691.56	879.04
2069	452420.89	4520558.21	859.74
2070	452420.91	4520574.14	866.50



Núm.	X	Y	Z
2071	452420.92	4520692.13	879.16
2072	452421.01	4520691.99	879.15
2073	452421.58	4520576.17	866.85
2074	452421.82	4520630.17	869.62
2075	452421.85	4520574.94	866.69
2076	452421.89	4520564.33	861.30
2077	452421.93	4520683.67	878.29
2078	452422.09	4520629.37	869.51
2079	452422.33	4520623.79	868.82
2080	452422.36	4520684.73	878.72
2081	452422.54	4520632.52	869.92
2082	452422.55	4520558.12	859.56
2083	452422.57	4520555.73	858.42
2084	452422.60	4520579.88	866.81
2085	452422.91	4520584.12	866.92
2086	452422.92	4520662.93	874.77
2087	452423.16	4520624.17	869.09
2088	452423.19	4520581.81	866.90
2089	452423.41	4520624.66	869.12
2090	452423.69	4520623.94	869.09
2091	452423.91	4520624.48	869.15
2092	452424.13	4520623.04	869.02
2093	452424.50	4520636.42	870.50
2094	452424.62	4520624.47	869.08
2095	452424.76	4520552.64	858.41
2096	452425.09	4520620.92	867.36
2097	452425.14	4520684.09	879.18
2098	452425.16	4520684.40	879.21
2099	452425.24	4520622.48	868.41
2100	452425.51	4520698.13	879.32
2101	452425.54	4520639.39	867.10
2102	452426.15	4520584.66	866.96
2103	452426.25	4520566.33	860.98
2104	452426.42	4520625.54	869.35
2105	452426.64	4520655.54	869.72
2106	452426.68	4520655.64	869.71
2107	452426.72	4520655.76	869.34

Núm.	X	Y	Z
2108	452426.74	4520656.08	870.00
2109	452426.74	4520656.00	869.33
2110	452426.82	4520667.70	876.20
2111	452426.82	4520640.29	871.50
2112	452427.38	4520656.71	870.12
2113	452427.51	4520630.53	870.36
2114	452427.66	4520642.06	871.39
2115	452427.69	4520593.68	867.03
2116	452427.69	4520614.18	867.03
2117	452427.84	4520560.69	858.85
2118	452427.87	4520577.72	866.53
2119	452427.93	4520580.17	866.85
2120	452428.00	4520593.76	867.59
2121	452428.47	4520635.54	871.12
2122	452428.51	4520671.65	876.87
2123	452428.66	4520588.06	866.98
2124	452428.68	4520622.93	869.04
2125	452428.75	4520617.47	867.48
2126	452428.99	4520638.40	872.14
2127	452429.10	4520645.63	870.08
2128	452429.12	4520680.03	878.56
2129	452429.13	4520593.32	867.13
2130	452429.13	4520641.30	872.65
2131	452429.18	4520646.95	869.98
2132	452429.27	4520565.38	859.92
2133	452429.52	4520594.19	866.95
2134	452429.63	4520642.53	872.44
2135	452429.68	4520681.57	879.16
2136	452429.82	4520644.13	872.31
2137	452429.86	4520676.07	878.02
2138	452430.07	4520563.22	858.87
2139	452430.22	4520628.91	870.78
2140	452430.26	4520653.79	869.74
2141	452430.27	4520653.87	869.73
2142	452430.28	4520700.10	879.49
2143	452430.33	4520654.00	869.31
2144	452430.37	4520625.82	870.29



Núm.	X	Y	Z
2145	452430.39	4520618.83	868.18
2146	452430.40	4520654.28	869.31
2147	452430.45	4520654.35	870.06
2148	452430.46	4520646.73	870.18
2149	452430.48	4520647.32	869.89
2150	452430.58	4520646.80	869.41
2151	452430.65	4520647.14	869.38
2152	452430.77	4520645.63	870.25
2153	452430.78	4520591.66	867.02
2154	452430.80	4520567.97	860.36
2155	452430.84	4520602.09	866.98
2156	452430.99	4520584.26	866.92
2157	452431.09	4520615.40	867.49
2158	452431.17	4520579.78	865.86
2159	452431.20	4520622.40	869.24
2160	452431.24	4520630.17	871.08
2161	452431.24	4520634.71	871.79
2162	452431.29	4520653.49	869.76
2163	452431.31	4520653.40	869.77
2164	452431.36	4520653.61	869.31
2165	452431.47	4520653.88	869.33
2166	452431.47	4520569.13	860.49
2167	452431.55	4520641.81	872.65
2168	452431.55	4520653.94	870.08
2169	452431.56	4520653.57	869.15
2170	452431.58	4520643.78	872.41
2171	452431.63	4520568.16	860.55
2172	452431.72	4520637.55	872.06
2173	452431.76	4520653.51	869.32
2174	452431.83	4520595.77	867.02
2175	452431.83	4520653.75	869.36
2176	452431.86	4520654.98	870.33
2177	452431.95	4520567.25	859.79
2178	452432.14	4520626.37	870.37
2179	452432.21	4520658.76	874.72
2180	452432.24	4520656.90	873.97
2181	452432.28	4520640.30	872.71

Núm.	X	Y	Z
2182	452432.30	4520643.64	871.59
2183	452432.31	4520585.90	867.06
2184	452432.48	4520583.01	866.69
2185	452432.52	4520586.77	867.04
2186	452432.55	4520627.97	870.50
2187	452432.67	4520645.31	871.01
2188	452432.68	4520559.68	858.66
2189	452432.69	4520568.40	859.80
2190	452432.69	4520585.67	867.49
2191	452432.98	4520589.01	867.08
2192	452433.07	4520658.27	874.75
2193	452433.13	4520630.14	870.84
2194	452433.27	4520641.15	872.60
2195	452433.30	4520660.60	875.22
2196	452433.38	4520601.10	866.94
2197	452433.49	4520602.45	866.99
2198	452433.54	4520635.34	872.94
2199	452433.55	4520644.67	871.05
2200	452433.59	4520631.91	871.64
2201	452433.71	4520582.99	867.32
2202	452433.80	4520597.10	867.04
2203	452433.87	4520646.02	870.36
2204	452433.88	4520602.15	867.03
2205	452433.90	4520645.99	871.09
2206	452433.92	4520568.98	860.13
2207	452433.96	4520634.31	871.97
2208	452433.99	4520588.98	866.37
2209	452434.02	4520646.12	869.62
2210	452434.03	4520646.56	870.08
2211	452434.04	4520702.85	879.71
2212	452434.05	4520646.34	869.59
2213	452434.05	4520660.18	875.21
2214	452434.07	4520590.69	867.08
2215	452434.10	4520585.49	867.20
2216	452434.11	4520601.13	867.01
2217	452434.11	4520586.93	866.07
2218	452434.13	4520588.96	865.91



Núm.	X	Y	Z
2219	452434.30	4520589.13	866.19
2220	452434.35	4520591.89	867.00
2221	452434.41	4520587.10	865.81
2222	452434.44	4520640.72	872.63
2223	452434.46	4520637.07	872.21
2224	452434.57	4520576.23	862.61
2225	452434.63	4520587.44	865.75
2226	452434.65	4520590.42	867.12
2227	452434.75	4520591.82	866.94
2228	452434.80	4520652.37	869.99
2229	452434.86	4520652.45	869.97
2230	452434.87	4520652.62	869.63
2231	452434.90	4520652.94	870.27
2232	452434.94	4520586.02	865.92
2233	452434.95	4520652.84	869.60
2234	452434.97	4520691.74	879.39
2235	452434.97	4520584.04	867.25
2236	452434.98	4520585.40	867.01
2237	452435.01	4520589.36	866.08
2238	452435.06	4520642.82	871.67
2239	452435.22	4520588.41	865.90
2240	452435.22	4520654.34	870.72
2241	452435.23	4520591.94	866.99
2242	452435.41	4520679.59	879.27
2243	452435.51	4520680.05	879.31
2244	452435.57	4520639.39	872.68
2245	452435.58	4520592.61	867.11
2246	452435.61	4520640.86	872.98
2247	452435.66	4520639.73	872.79
2248	452435.78	4520592.58	867.17
2249	452435.97	4520566.97	859.40
2250	452435.99	4520589.34	866.69
2251	452436.08	4520644.82	871.30
2252	452436.22	4520696.66	879.61
2253	452436.25	4520640.22	872.70
2254	452436.33	4520643.65	872.94
2255	452436.54	4520643.17	873.25

Núm.	X	Y	Z
2256	452436.89	4520643.74	872.72
2257	452436.89	4520640.02	872.65
2258	452436.98	4520643.09	873.24
2259	452437.00	4520645.64	869.85
2260	452437.04	4520687.30	879.30
2261	452437.06	4520585.41	865.89
2262	452437.13	4520645.39	871.27
2263	452437.13	4520645.47	871.26
2264	452437.14	4520645.81	869.82
2265	452437.15	4520645.96	870.22
2266	452437.16	4520644.72	871.36
2267	452437.20	4520645.95	870.26
2268	452437.25	4520645.36	871.29
2269	452437.50	4520644.66	871.36
2270	452437.53	4520573.00	860.64
2271	452437.56	4520645.97	870.28
2272	452437.68	4520644.41	871.40
2273	452437.72	4520645.30	871.27
2274	452437.72	4520645.41	871.25
2275	452437.75	4520645.91	870.29
2276	452437.81	4520641.47	873.24
2277	452437.82	4520587.79	865.74
2278	452437.86	4520645.48	869.84
2279	452437.87	4520645.72	869.95
2280	452437.97	4520651.74	870.27
2281	452438.00	4520651.87	870.25
2282	452438.00	4520652.02	869.90
2283	452438.00	4520652.17	869.90
2284	452438.02	4520651.87	870.24
2285	452438.06	4520571.68	859.90
2286	452438.07	4520652.35	870.49
2287	452438.09	4520652.40	870.50
2288	452438.17	4520642.35	873.43
2289	452438.18	4520668.02	877.05
2290	452438.25	4520652.38	870.55
2291	452438.30	4520704.85	879.92
2292	452438.33	4520651.80	870.17



Núm.	X	Y	Z
2293	452438.36	4520578.21	862.01
2294	452438.38	4520651.76	870.22
2295	452438.38	4520653.42	870.79
2296	452438.56	4520651.80	870.30
2297	452438.60	4520651.74	870.22
2298	452438.85	4520654.98	874.54
2299	452439.09	4520643.12	873.23
2300	452439.24	4520586.21	865.15
2301	452439.25	4520641.54	873.25
2302	452439.36	4520654.95	874.53
2303	452439.37	4520657.81	875.37
2304	452439.40	4520685.44	879.25
2305	452439.45	4520566.01	859.38
2306	452439.86	4520586.60	864.82
2307	452439.88	4520699.61	879.94
2308	452439.98	4520568.90	859.62
2309	452440.15	4520642.00	873.41
2310	452440.52	4520643.81	871.44
2311	452440.71	4520662.27	876.19
2312	452440.87	4520641.95	873.34
2313	452440.88	4520645.10	871.38
2314	452441.05	4520666.83	877.11
2315	452441.15	4520676.63	879.14
2316	452441.20	4520676.38	879.22
2317	452441.36	4520642.86	873.17
2318	452441.79	4520641.19	873.41
2319	452442.10	4520672.10	878.27
2320	452442.11	4520672.16	878.22
2321	452442.34	4520642.32	873.48
2322	452442.42	4520651.49	870.44
2323	452442.46	4520643.00	873.05
2324	452442.52	4520671.95	878.13
2325	452443.26	4520644.19	871.55
2326	452443.30	4520645.55	870.58
2327	452443.34	4520676.14	879.22
2328	452443.37	4520676.33	879.23
2329	452443.69	4520645.40	870.22

Núm.	X	Y	Z
2330	452443.70	4520645.51	870.56
2331	452443.70	4520643.38	871.62
2332	452443.72	4520645.13	870.20
2333	452444.32	4520674.57	879.18
2334	452444.80	4520681.92	879.16
2335	452445.94	4520645.09	871.64
2336	452446.29	4520642.15	873.66
2337	452446.35	4520642.91	872.98
2338	452446.65	4520643.54	871.78
2339	452446.85	4520643.81	871.76
2340	452447.21	4520651.56	870.74
2341	452447.98	4520645.61	870.78
2342	452448.04	4520645.49	870.46
2343	452448.04	4520645.27	870.45
2344	452448.11	4520672.73	879.05
2345	452448.96	4520673.95	879.11
2346	452450.73	4520640.49	873.84
2347	452450.87	4520643.72	873.31
2348	452450.94	4520643.08	873.76
2349	452450.97	4520678.03	879.04
2350	452452.91	4520651.95	871.07
2351	452454.64	4520644.32	872.27
2352	452454.72	4520645.56	872.15
2353	452457.42	4520644.61	872.39
2354	452458.72	4520645.01	872.44
2355	452459.68	4520640.06	873.87
2356	452459.98	4520645.98	871.16
2357	452460.00	4520646.48	871.47
2358	452460.00	4520645.83	872.40
2359	452460.02	4520646.33	871.20
2360	452460.05	4520646.06	871.46
2361	452460.08	4520644.00	873.77
2362	452461.13	4520645.85	872.43
2363	452461.35	4520645.92	871.54
2364	452461.56	4520644.85	872.55
2365	452461.73	4520645.69	872.45
2366	452462.05	4520652.45	871.60



Núm.	X	Y	Z
2367	452462.51	4520642.39	873.93
2368	452462.73	4520645.39	871.59
2369	452463.48	4520644.97	872.54
2370	452463.65	4520644.94	871.60
2371	452463.90	4520645.94	871.62
2372	452464.02	4520643.80	872.54
2373	452464.14	4520645.73	871.60
2374	452464.86	4520645.72	871.21
2375	452464.86	4520644.27	870.63
2376	452465.66	4520645.72	870.64
2377	452466.58	4520641.02	873.83
2378	452466.98	4520642.30	872.65
2379	452467.19	4520639.92	873.75
2380	452467.48	4520642.80	872.18
2381	452467.52	4520643.17	870.66
2382	452467.57	4520642.86	872.04
2383	452467.68	4520642.94	871.87
2384	452467.72	4520643.05	871.67
2385	452467.74	4520643.09	871.44
2386	452467.76	4520643.13	871.39
2387	452467.84	4520645.78	871.93
2388	452467.87	4520643.38	871.04
2389	452467.88	4520642.06	872.60
2390	452467.89	4520645.70	870.69
2391	452467.89	4520643.41	870.65
2392	452468.04	4520642.37	872.57
2393	452468.09	4520642.13	871.96
2394	452468.16	4520642.33	871.97
2395	452468.21	4520642.79	870.65
2396	452468.30	4520641.63	873.18
2397	452468.33	4520645.20	870.68
2398	452468.42	4520645.00	870.67
2399	452468.47	4520645.50	870.67
2400	452468.74	4520647.02	871.95
2401	452468.75	4520646.48	871.97
2402	452468.78	4520646.59	871.67
2403	452468.79	4520646.88	871.67

Núm.	X	Y	Z
2404	452468.88	4520642.05	870.64
2405	452468.97	4520639.63	873.28
2406	452468.97	4520641.56	871.90
2407	452469.00	4520644.08	870.66
2408	452469.01	4520646.52	871.95
2409	452469.06	4520646.33	871.97
2410	452469.11	4520646.47	872.28
2411	452469.15	4520646.35	872.25
2412	452469.21	4520644.81	870.68
2413	452469.21	4520644.78	870.66
2414	452469.28	4520645.29	871.99
2415	452469.35	4520645.13	870.67
2416	452469.38	4520644.78	870.66
2417	452469.53	4520645.17	872.23
2418	452469.58	4520640.94	872.03
2419	452469.69	4520643.72	870.64
2420	452469.91	4520642.18	870.64
2421	452469.92	4520640.27	872.82
2422	452470.07	4520644.41	870.67
2423	452470.08	4520641.91	870.68
2424	452470.12	4520639.74	872.69
2425	452470.12	4520639.33	872.37
2426	452470.16	4520639.82	872.09
2427	452470.36	4520644.31	870.66
2428	452470.39	4520641.97	870.64
2429	452470.81	4520644.00	870.71
2430	452471.09	4520643.11	870.66
2431	452471.12	4520639.08	872.12
2432	452471.19	4520643.99	870.67
2433	452471.25	4520641.40	870.67
2434	452471.29	4520643.79	870.67
2435	452471.29	4520640.92	870.67
2436	452471.36	4520638.79	870.69
2437	452471.44	4520639.50	870.85
2438	452471.45	4520643.80	870.65
2439	452471.46	4520639.62	871.75
2440	452471.48	4520638.81	870.69



Núm.	X	Y	Z
2441	452471.54	4520638.69	870.66
2442	452471.55	4520634.61	869.87
2443	452471.74	4520640.70	870.69
2444	452471.77	4520642.76	870.68
2445	452471.79	4520641.11	870.67
2446	452471.84	4520639.48	871.88
2447	452471.89	4520639.41	870.66
2448	452471.92	4520640.21	871.88
2449	452471.93	4520645.11	872.31
2450	452471.94	4520638.50	869.85
2451	452471.97	4520639.46	870.67
2452	452472.00	4520646.15	872.50
2453	452472.04	4520643.76	872.00
2454	452472.05	4520640.27	870.67
2455	452472.13	4520643.45	870.70
2456	452472.18	4520643.35	870.68
2457	452472.21	4520643.58	870.71
2458	452472.22	4520638.74	870.67
2459	452472.31	4520639.27	870.67
2460	452472.43	4520644.55	874.10
2461	452472.45	4520644.97	874.14
2462	452472.68	4520645.21	874.04
2463	452472.73	4520643.07	870.65
2464	452472.91	4520653.33	872.22
2465	452472.98	4520639.21	870.67
2466	452473.02	4520639.41	870.68
2467	452473.84	4520638.25	869.83
2468	452473.92	4520639.11	870.66
2469	452473.98	4520639.33	870.67
2470	452474.16	4520645.22	874.36
2471	452474.41	4520643.80	874.41
2472	452474.43	4520634.36	869.84
2473	452474.70	4520638.46	870.69
2474	452474.79	4520639.00	870.68
2475	452474.88	4520638.22	869.85
2476	452474.90	4520639.24	870.72
2477	452475.00	4520639.15	870.69

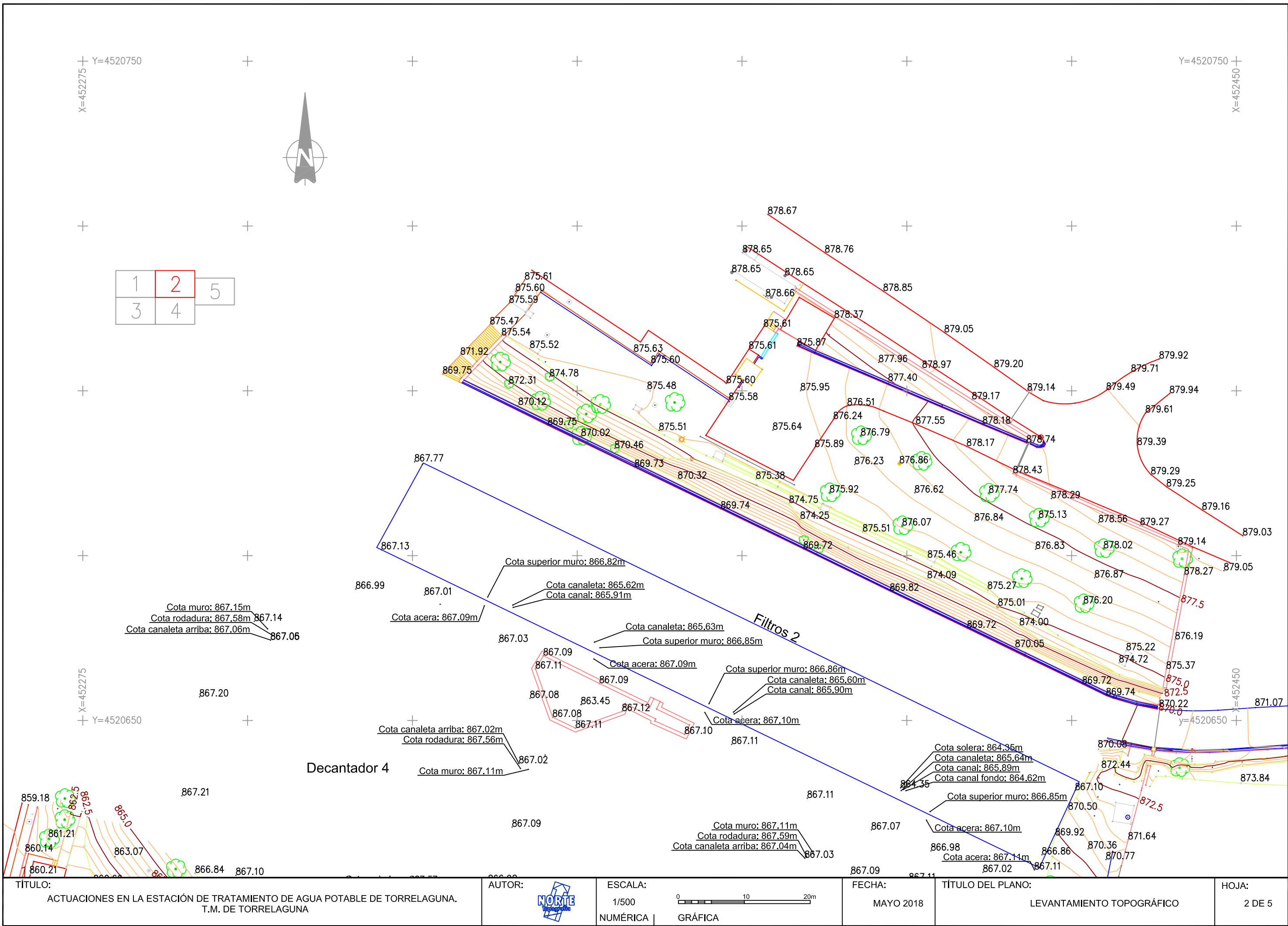
Núm.	X	Y	Z
2478	452475.37	4520641.84	870.65
2479	452475.37	4520638.21	870.68
2480	452475.41	4520639.00	870.68
2481	452475.44	4520641.82	871.93
2482	452475.61	4520639.61	871.15
2483	452475.82	4520641.74	871.88
2484	452476.59	4520647.60	872.41
2485	452476.61	4520646.88	872.73
2486	452476.62	4520647.17	872.15
2487	452476.62	4520647.12	872.75
2488	452476.68	4520647.43	872.15
2489	452477.05	4520642.40	874.17
2490	452477.08	4520639.14	871.89
2491	452477.22	4520641.49	873.83
2492	452477.94	4520640.33	872.23
2493	452478.78	4520639.73	872.66
2494	452479.08	4520638.49	872.56
2495	452479.17	4520645.07	874.33
2496	452479.67	4520640.91	873.84
2497	452480.35	4520643.20	874.41
2498	452480.70	4520646.06	873.49
2499	452481.17	4520645.28	874.28
2500	452482.58	4520653.99	872.80
2501	452483.00	4520647.62	872.50
2502	452483.02	4520647.85	872.51
2503	452483.04	4520648.06	872.78
2504	452483.14	4520647.55	873.12
2505	452483.14	4520647.26	873.12





## **APÉNDICE 5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. PLANOS.**





1	2	5
3	4	

TÍTULO:  
ACTUACIONES EN LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE TORRELAGUNA.  
T.M. DE TORRELAGUNA

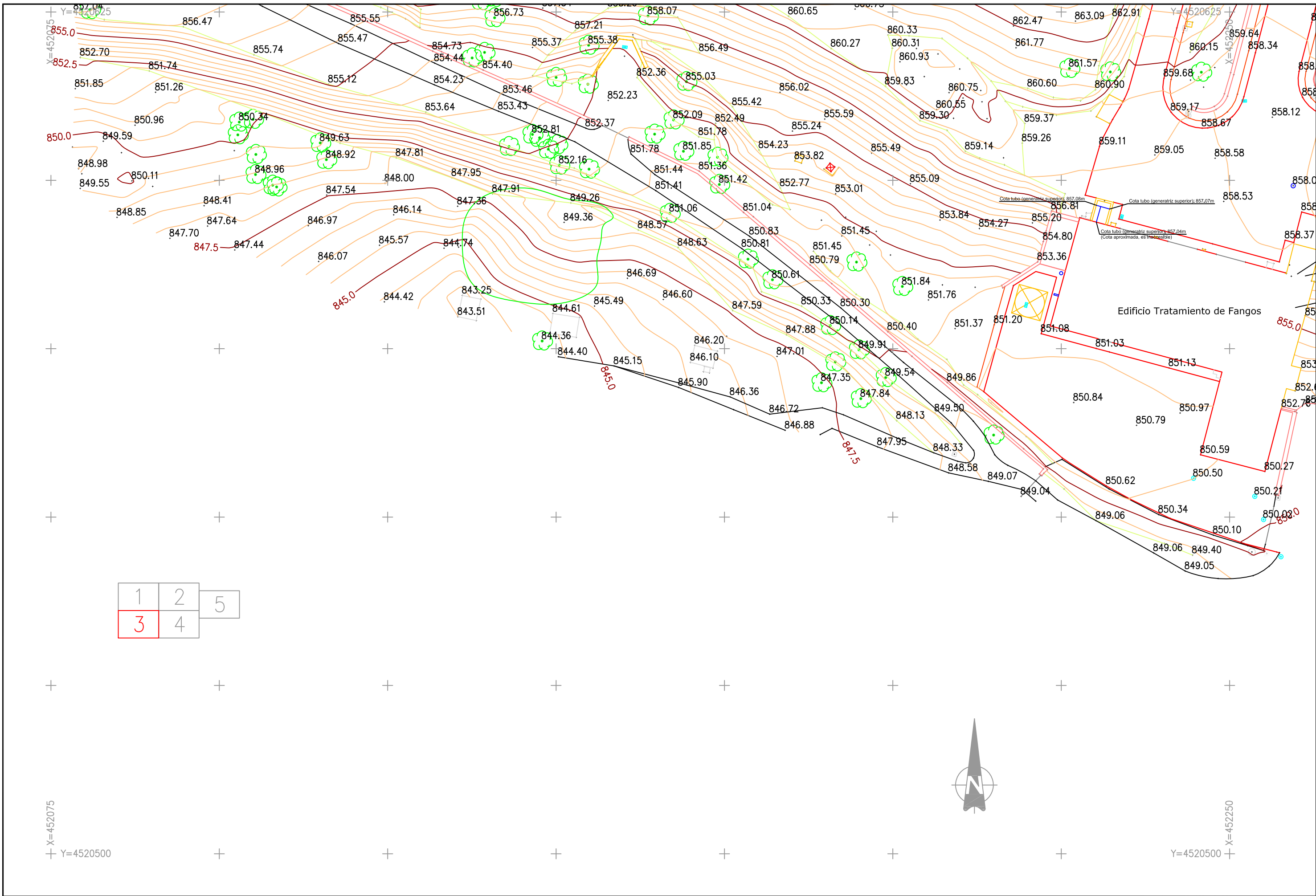
AUTOR:  


ESCALA:  
1/500  
NUMÉRICA | GRÁFICA  

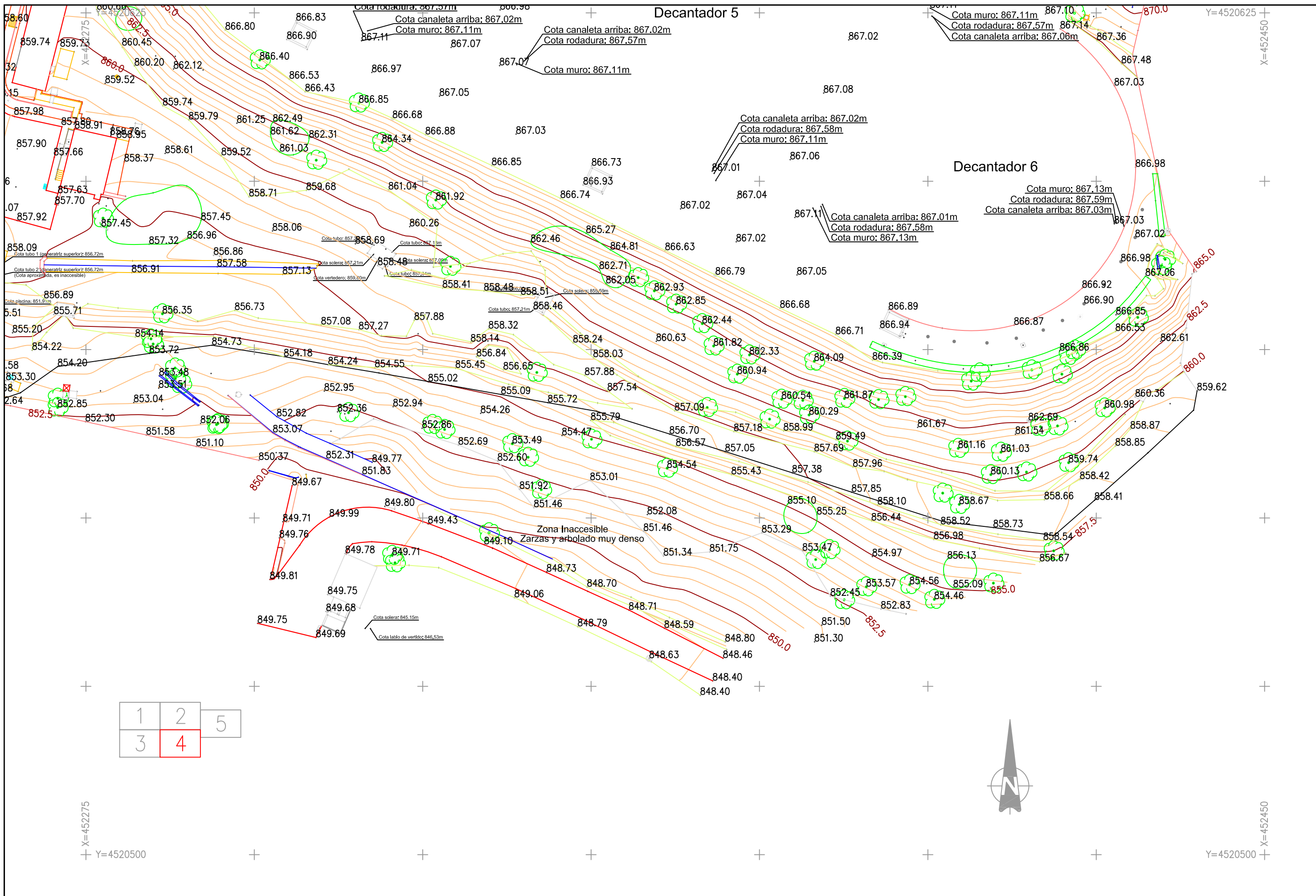

FECHA:  
MAYO 2018

TÍTULO DEL PLANO:  
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

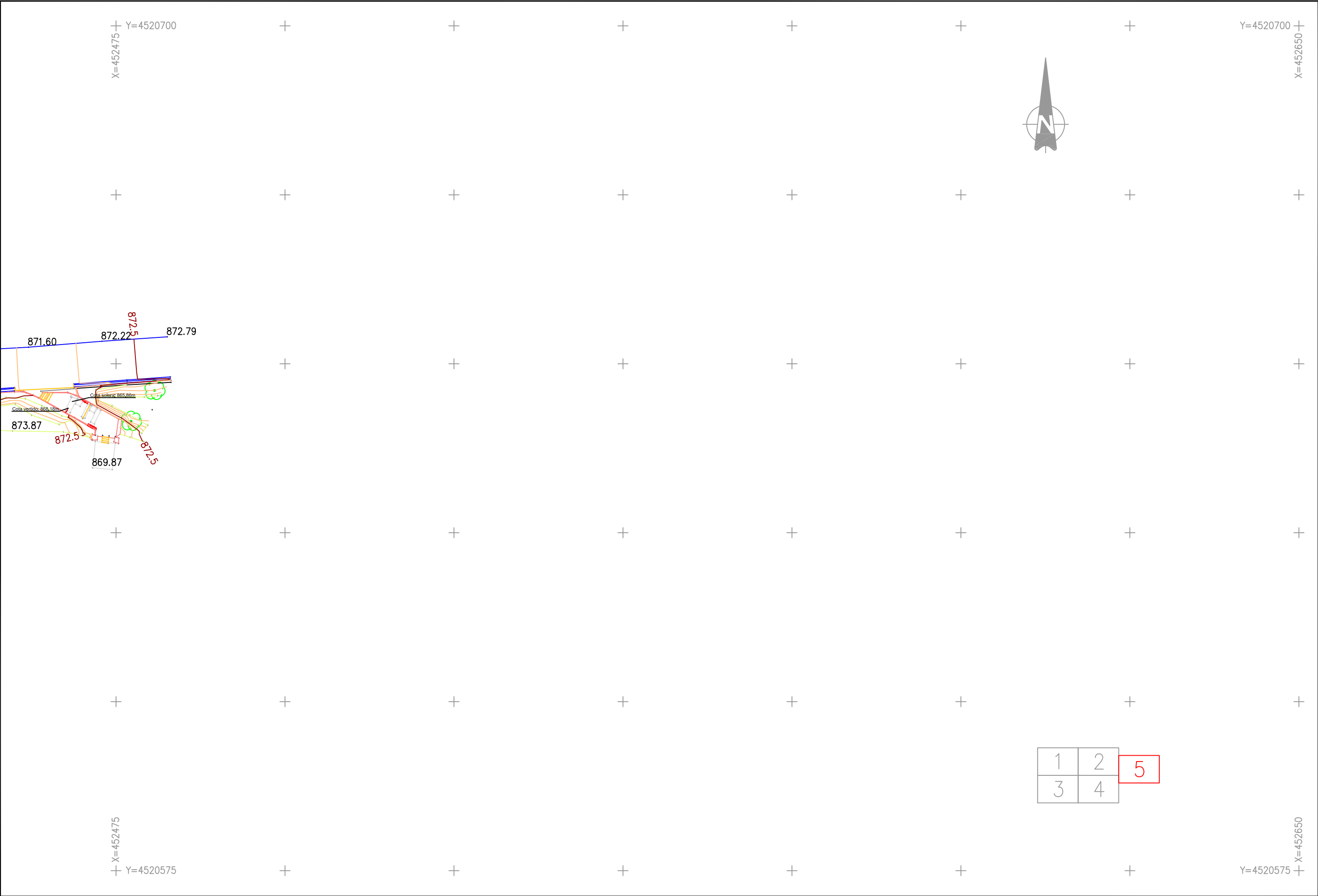
HOJA:  
2 DE 5











1	2	5
3	4	

## ANEJO Nº 4.- GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **APÉNDICES:**

- o **APÉNDICE I: ESTUDIO GEOTÉCNICO REALIZADO POR INTEINCO EN ENERO-FEBRERO DE 2017 (ZONA DEL NUEVO EDIFICIO DE REACTIVOS).**
- o **APÉNDICE II: ESTUDIO GEOTÉCNICO REALIZADO POR ENMACOSA EN MAYO DE 2019 (ZONA DEL TRATAMIENTO DE FANGOS).**

## 1. INTRODUCCIÓN

Para la elaboración de la solución descrita en este Proyecto Constructivo, se ha contado con la información del estudio geotécnico encargado por Canal de Isabel II a la empresa INTEINCO realizado entre los meses de enero y febrero de 2017 en el que se estudia principalmente la ubicación del nuevo edificio de reactivos.

Posteriormente, Canal de Isabel II incorporó al presente Proyecto las actuaciones que se describen para la línea de fangos, siendo necesario realizar otro estudio específico realizado por la empresa ENMACOSA CONSULTORÍA TÉCNICA con fecha mayo de 2019.

Se incluyen ambos estudios geotécnicos como apéndices de este anejo, cuyas conclusiones y recomendaciones han servido para el dimensionamiento estructural de las obras civiles consideradas en este proyecto.

**APÉNDICE I: ESTUDIO GEOTÉCNICO REALIZADO POR INTEINCO EN ENERO-FEBRERO DE 2017**  
**(ZONA DEL NUEVO EDIFICIO DE REACTIVOS)**



## **INFORME SOBRE TRABAJOS GEOTÉCNICOS PARA PROYECTO DE NUEVO EDIFICIO DE REACTIVOS EN LA E.T.A.P. DE TORRELAGUNA.**

Refª.: C-130014/81\_M G-170001-M-IG/01      Febrero 2017

**PETICIONARIO: CANAL DE ISABEL II**

**INFORME SOBRE LOS TRABAJOS GEOTÉCNICOS PARA PROYECTO  
DE NUEVO EDIFICIO DE REACTIVOS EN LA E.T.A.P. DE TORRELAGUNA**

**ÍNDICE**

	<u>Página</u>
1.- ANTECEDENTES	3
2.- OBJETO	3
3.- ALCANCE	4
4.- DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA	4
5.- TRABAJOS REALIZADOS	5
5.1.- Análisis del marco geológico-geotécnico	
5.2.- Inspección visual del entorno	
5.3.- Sondeos y ensayos "in situ"	
5.4.- Ensayos de laboratorio	
6.- NATURALEZA Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO	8
7.- NIVELES DE AGUA	9
8.- EXCAVACIONES	9
9.- CIMENTACIONES	10

**ANEJOS :**

ANEJO I: Mapa geológico general.

ANEJO II: Plano de situación de puntos de reconocimiento.

Documentación fotográfica.

ANEJO III: Registros de sondeos. Fotografías de las cajas de testigo.

ANEJO IV: Gráficos de ensayos de penetración dinámica DPSH.

ANEJO V: Resultados de ensayos de laboratorio.



DEPARTAMENTO: GEOTECNIA

INFORME N°: G-170001-M-IG/01

<b>Proyecto:</b> Nuevo Edificio de Reactivos en la E.T.A.P. de Torrelaguna.	
<b>Peticionario:</b> Canal de Isabel II	<b>Pedido:</b> Trabajos geotécnicos.
<b>Contrato N° Refª:</b> C-130014/81_M	<b>Trabajos:</b> Campo, laboratorio y gabinete.
<b>Realizado por:</b> José Carlos de Castro	<b>Fecha:</b> Enero-febrero 2017

## INFORME SOBRE TRABAJOS GEOTÉCNICOS

### 1.- ANTECEDENTES

A solicitud del Área de Proyectos de Abastecimiento de Canal de Isabel II, INTEINCO ha realizado los trabajos geotécnicos para el Proyecto de Nuevo Edificio de Reactivos en la E.T.A.P. de Torrelaguna.

De acuerdo con la información facilitada, el nuevo edificio ocupará una superficie de unos 12x22 m<sup>2</sup> en una zona actualmente ajardinada y arbolada con cierta pendiente, próxima al actual Edificio de Reactivos. Esta zona queda a media ladera, sobre terrenos rocosos, que se aprecian en todo el entorno, y especialmente en un importante talud de desmonte de uno de los viales de acceso a la E.T.A.P. que discurre junto a la zona de ubicación del nuevo edificio y en paralelo al mismo (ver fotografías).

El edificio será de una sola planta y se configura con dos zonas longitudinales a distinta cota. Una zona con solera prácticamente a cota del terreno y otra con solera a 1,6 m por debajo, destinada a los depósitos de sulfato de alúmina. La zona sin apenas excavaciones es la que queda más próxima a la coronación del citado talud.

### 2.- OBJETO

El objeto de los trabajos realizados por INTEINCO ha sido obtener la información geológico-geotécnica necesaria para un adecuado desarrollo del proyecto y de la ejecución de las obras del nuevo edificio, en lo relativo a su interacción con el terreno.



### 3.- ALCANCE

El presente informe describe los distintos trabajos de reconocimiento geológico-geotécnico realizados y recoge los resultados obtenidos, concluyendo con un análisis de los condicionantes geotécnicos para las obras previstas. En particular, el alcance del estudio corresponde al desarrollo de la siguiente metodología:

- Recopilación y análisis de la documentación geológico-geotécnica general disponible relacionada con los terrenos investigados.
- Inspección visual de los terrenos del entorno, para comprobación de los datos geológicos, con especial interés en la observación de afloramientos y de posibles desmontes o cortes del terreno.
- Reconocimiento de la naturaleza y el comportamiento geotécnico de los terrenos afectados mediante sondeos, con ejecución de ensayos SPT y toma de muestras en su interior.
- Determinación de posible niveles freáticos en los sondeos.
- Reconocimiento complementario a los sondeos mediante ensayos continuos de penetración dinámica DPSH.
- Identificación, clasificación y determinación de las características geotécnicas de los terrenos detectados, mediante ensayos de laboratorio sobre las muestras tomadas en los sondeos. Análisis de la agresividad del agua, en su caso.
- Análisis de los resultados obtenidos y estudio de las características y los condicionantes geológico-geotécnicos de los terrenos afectados por las obras previstas, con recomendaciones sobre los aspectos geotécnicos y de cimentación a considerar para el proyecto y ejecución de las mismas.

### 4.- DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Para la realización del trabajo se han tenido en cuenta, básicamente los siguientes documentos:

- Plano topográfico de la zona de implantación, facilitado por el Peticionario.
- Datos y planos sobre el proyecto del edificio, facilitados por el Peticionario.
- Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Hoja 484: Buitrago de Lozoya y Hoja 509: Torrelaguna. I.T.G.E.





- Código Técnico de la Edificación CTE. SE: Cimientos.
- Normas UNE para realización de ensayos "in situ" y de laboratorio de suelos.
- Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.
- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08. Ministerio de Fomento.

## 5.- TRABAJOS REALIZADOS

### 5.1.- Análisis del marco geológico-geotécnico

Desde el punto de vista geológico, la zona reconocida se enmarca en la vertiente Sur del sector oriental de la Sierra de Guadarrama, donde los materiales se pueden agrupar en dos conjuntos netamente diferentes. Uno constituido por las rocas ígneas y metamórficas pertenecientes al Macizo Hercínico, de edades precámbricas-paleozoicas, y otro formado por los sedimentos mesozoicos, terciarios y cuaternarios correspondientes al borde septentrional de la submeseta Sur. El entorno de Torrelaguna se ve directamente afectado por este último conjunto.

En el Anejo I se reproducen parcialmente las hojas correspondientes del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, señalándose la zona de actuación.

Los terrenos donde se ubicará el nuevo edificio corresponden claramente a una zona de materiales mesozoicos (Cretácico), que aparecen cartografiados en el Mapa con colores verdosos. En particular a una formación de **Dolomías y areniscas con cemento dolomítico** (Unidad "22" del Mapa) correspondiente al Cretácico Superior y compuesta en mayor o menor proporción por arenas de cuarzo y conchas de bivalvos, que están cementados por dolomita. Las características sedimentarias de esta unidad corresponderían a un ambiente marino, depositándose en una plataforma continental somera con episodios de exposición subaérea.

Desde el punto de vista hidrogeológico, el comportamiento de esta formación rocosa puede considerarse prácticamente impermeable. En todo caso, dadas las fuertes pendientes topográficas de la zona, no son de esperar en ella acuíferos someros significativos que puedan afectar a las obras previstas.





Por otra parte, desde el punto de vista sísmico y según la normativa sismorresistente vigente (NCSE-02), todo el entorno reconocido se encuentra situado en una zona de mínimo riesgo, por lo que no son necesarias comprobaciones en este sentido en los proyectos.

### **5.2.- Inspección visual del entorno**

Para el conocimiento del terreno se realizó en primer lugar una inspección del entorno de ubicación del edificio. Al pie de la zona de implantación del mismo se puede observar bien la naturaleza del terreno, en un importante talud de desmonte realizado para un vial de acceso a la ETAP (ver fotografías del Anejo II).

Al margen de cierta degradación superficial, en el talud se aprecia claramente el carácter rocoso del sustrato de toda la zona, con una pequeña capa superficial de derrubios y suelos alterados. Se trata de rocas carbonatadas (dolomías y areniscas dolomíticas según los datos geológicos) con estratificación subhorizontal, en bancos de espesor centimétrico a decimétrico, que localmente aparecen muy fracturadas, en general tanto más cuanto menor es el espesor de los bancos.

### **5.3.- Sondeos y ensayos "in situ"**

Para el reconocimiento directo del terreno se han realizado 2 sondeos mecánicos complementados con un ensayo continuo de penetración dinámica DPSH, cuya situación se refleja en el plano incluido en el Anejo II. Las profundidades alcanzadas en los distintos puntos de reconocimiento, así como sus correspondientes cotas de boca, deducidas del plano topográfico facilitado, fueron las siguientes:

<u>PUNTO DE RECONOCIMIENTO</u>	<u>PROFUNDIDAD (m)</u>	<u>COTA DE BOCA (m)</u>
S-1	5,5	876,8
S-2	3,0	876,0
P-1	1,0	875,9

Los sondeos se han realizado a rotación, con batería provista de corona de widia o diamante (en los niveles de roca), con recuperación continua de testigo y un diámetro de perforación de 116 a 101 mm. Si las paredes del sondeo se mostraban inestables se procedía a la entubación del mismo antes de realizar las maniobras de avance. Durante la perforación y en función del tipo de terreno, estaba previsto realizar ensayos normales de

penetración (SPT), de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 22476-3 y tomas de muestras inalteradas con tomamuestras de pared gruesa. Finalmente y dadas las características del terreno, sólo se realizó un ensayo SPT y se seleccionó un trozo de testigo de roca para su ensayo en laboratorio, según recoge el Cuadro 1.

**CUADRO 1. MUESTRAS Y ENSAYOS EN SONDEOS**

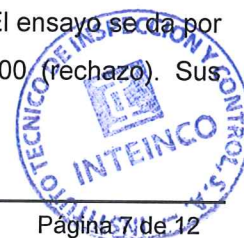
SONDEO	PROF. (m)	TIPO MUESTRA	GOLPEOS	N <sub>30</sub>	TERRENO
S-1	1,40-1,60	Alterada en bolsa	-		Roca triturada
S-1	3,80-4,20	Testigo roca	-		Dolomías sanas
S-2	0,50-0,70	SPT	35-50 R (5 cm)	<b>R</b>	Derrubios superficiales/ Roca

El testigo recuperado en la perforación se introducía en cajas de plástico, con separaciones longitudinales, disponiéndolo según el orden de extracción y anotando en las mismas, mediante separadores transversales, las cotas de extracción y las tomas de las distintas muestras, de manera que pudiera hacerse correctamente el levantamiento de la columna litológica del terreno.

Durante la ejecución de los sondeos se prestó atención a la posible presencia de aguas freáticas, si bien las condiciones del entorno no hacían prever la presencia de agua para pequeñas profundidades.

Para la perforación de los niveles rocosos fue necesario el aporte exterior de agua, pero una vez terminados los sondeos y eliminada parcialmente el agua de perforación, se controló el nivel de agua residual, que se mantenía estable al fondo de los sondeos. Esto supone, por un lado, la ausencia de aguas freáticas, y por otro, la relativa impermeabilidad del sustrato rocoso. En el sondeo S-2 se observó pérdida del agua de perforación hacia los 2,3 m de profundidad, en una zona alterada.

Como complemento a los sondeos se realizó un ensayo continuo de penetración dinámica DPSH hasta rechazo. Este ensayo consiste en la hincada de una puntaza cónica de 50 mm de diámetro, soportada por un varillaje macizo de 32 mm de diámetro. El golpeo se produce con una maza de 63,5 kg, con altura de caída libre de 75 cm. Durante la hincada se anota el número de golpes para tramos de 20 cm de penetración, N<sub>20</sub>. El ensayo se da por terminado cuando el número de golpes N<sub>20</sub> es igual o mayor de 100 (rechazo). Sus



resultados se reflejan en un gráfico de golpes  $N_{20}$  en función de la profundidad. El gráfico obtenido se incluye en el Anejo IV.

#### **5.4.- Ensayos de laboratorio**

Sobre muestras del terreno tomadas en los sondeos, se han realizado los ensayos de laboratorio que se relacionan a continuación:

- 1 Uds. de determinación de la densidad aparente y seca, s/UNE 103301.
- 2 Uds. de determinación del contenido en sulfatos solubles, s/UNE 83.963
- 1 Uds. de ensayo de compresión simple en roca, s/UNE 103400.

En el Anejo V se incluyen los resultados de estos ensayos. En el cuadro adjunto se presenta un resumen de los mismos.

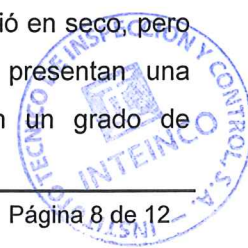
SONDEO	PROF.(m)	SULFATOS SOLUBLES (%)	DENSIDAD SECA ( $\text{g/cm}^3$ )	RESISTENCIA COMPR. SIMPLE ( $\text{kp/cm}^2$ )
S-1	1,4-1,6	< 0,01		
S-1	3,8-4,2		2,54	352
S-2	0,5-0,7	< 0,01		

Para la ejecución de estos ensayos se ha contado con la colaboración del laboratorio ADAMAS en Pinto, inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos para el Control de la Calidad de la Edificación del Ministerio de Fomento.

#### **6.- NATURALEZA Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO**

La inspección del entorno de la ubicación del edificio permite observar que toda la zona corresponde a un sustrato rocoso de dolomías y areniscas dolomíticas.

Los sondeos realizados confirman que, bajo una pequeña capa superficial alterada (derrubios superficiales) y con desarrollo de capa vegetal, el terreno de la zona está constituido por dicho sustrato rocoso. Esta capa superficial de alteración tiene espesores entre 0,6 y 0,8 m en los puntos reconocidos. A partir de dichas profundidades se detecta el sustrato de dolomías. Este sustrato presenta una zona superficial muy fracturada, cuya perforación se inició en seco, pero que al poco hubo de continuarse con aporte de agua. Las dolomías presentan una estratificación subhorizontal, en bancos centimétricos a decimétricos, con un grado de





fracturación (en otras direcciones distintas a la de estratificación) variable, en general más acusado cuanto más pequeño es el espesor de los bancos. Estas características se corresponden con lo observado a simple vista en el talud de desmonte.

En la zona de derrubios se realizó un ensayo SPT, en el que se obtuvo rechazo por la inmediata presencia del sustrato rocoso.

Sobre la pequeña muestra recuperada en dicho ensayo SPT y sobre otra tomada en las dolomías muy fracturadas superficiales, se realizaron sendos ensayos de contenido de sulfatos solubles, resultando en ambos casos un contenido prácticamente inapreciable.

Los niveles rocosos con estratificación centimétrica presentan, lógicamente, valores del índice RQD (relación porcentual, en un cierto tramo de perforación, de testigos de longitud mayor de 10 cm frente a la longitud total del tramo) prácticamente nulos, reflejo de un macizo rocoso de mala calidad. Los bancos de mayor espesor, en general más profundos, presentan RQD entre 25 y 100, aumentando la calidad del macizo. Por otra parte, sobre un trozo de testigo de la roca matriz se realizó un ensayo de resistencia a compresión simple, con resultado de  $352 \text{ kp/cm}^2$ , correspondiente a una roca de resistencia baja.

## **7.- NIVELES DE AGUA**

Durante la perforación de los sondeos se prestó atención a la detección de posibles aguas freáticas, si bien las condiciones geomorfológicas del entorno son poco propicias para la presencia de acuíferos someros significativos.

Al ser necesario el aporte de agua para perforar el sustrato rocoso, esto puede enmascarar posibles niveles naturales. No obstante, tras eliminar parcialmente el agua de perforación de los sondeos se pudo comprobar la estabilización de su nivel al fondo de los mismos, indicando la inexistencia de aguas freáticas y la impermeabilidad general del sustrato poco fracturado.

## **8.- EXCAVACIONES**

De acuerdo con la información facilitada, solo se prevén excavaciones significativas en la franja donde se ubicarán los depósitos de sulfato de alúmina. Aquí se ha previsto una excavación de hasta unos 2 m bajo rasante, algo mayor hacia el borde Este por el desnivel del terreno.



En esta zona las excavaciones afectarán al pequeño espesor de suelo vegetal y derrubios y al sustrato rocoso, en general bastante fracturado en la zona afectada. Debe considerarse además la presencia de varios pinos de cierto porte, que habrá que eliminar. Las excavaciones se podrán realizar en buena parte con medios mecánicos convencionales, dado el grado de fracturación del macizo rocoso, si bien en las zonas de mayor excavación y hacia el fondo de las mismas deberá preverse la ayuda de martillo hidráulico por la posible presencia de bancos rocosos de mayor espesor y menor fracturación. Se estima que las zonas a excavar con ayuda de martillo pueden suponer del orden del 25-30% del volumen a excavar. Para las profundidades indicadas no habría problemas de agua en las excavaciones.

Considerando que no existen especiales condicionantes de espacio, las excavaciones podrán ejecutarse ataluzadas, construyendo muros a dos caras con posterior relleno de trasdós. Para los taludes provisionales de excavación se consideran pendientes en torno a 1:1 en el terreno superficial alterado (0,6-0,8 m de espesor) y talud subvertical (del orden de 1:5) en el sustrato rocoso, vigilando la posible caída de pequeños bloques sueltos.

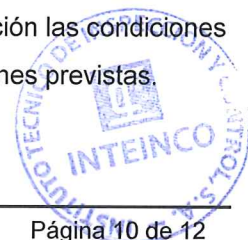
Para el diseño de los muros, la evaluación de empujes del terreno puede hacerse considerarse los siguientes parámetros:

	<u>Rellenos compactados</u>	<u>Sustrato rocoso fracturado</u>
Cohesión efectiva ( $\text{kp/cm}^2$ )	0,0	1,0
Ángulo de roz. interno efectivo ( $^\circ$ )	32°	35°
Peso específico aparente ( $\text{t/m}^3$ )	1,9	2,4

Con respecto a una posible utilización de los materiales excavados, deberán desecharse o ser objeto de un empleo específico los niveles superficiales con presencia de materia orgánica, que alcanza en general los primeros 0,3 m de espesor. La posible reutilización para rellenos del sustrato rocoso más o menos fracturado, dependerá de la granulometría del material que se obtenga en función del proceso de excavación, aunque en general podrían utilizarse si se consigue una granulometría relativamente continua y se eliminan los elementos demasiado gruesos.

## 9.- CIMENTACIONES

A la vista de los resultados expuestos anteriormente, se analizan a continuación las condiciones de cimentación del edificio, teniendo en cuenta la ejecución de las excavaciones previstas.





La presencia del sustrato rocoso más o menos fracturado a poca profundidad (la zona de suelo superficial no sobrepasa los 0,8 m), permite una cimentación directa mediante zapatas aisladas, zapatas corridas o losas transmitiendo las cargas a dicho sustrato.

A pesar de su grado de fracturación, la resistencia del macizo rocoso es muy elevada y más que suficiente para las acciones que pueda llegar a transmitir la edificación prevista. A título orientativo podemos indicar los valores de presiones admisibles que se dan en el Código Técnico de la Edificación (Seguridad Estructural: Cimientos. Tabla D.25). En dicha tabla, considerando que la roca muy fracturada puede asimilarse, en el peor de los casos, a "gravas y mezclas de arena y grava muy densas", para estos terrenos se consideran presiones admisibles superiores a 0,6 MPa (6 kp/cm<sup>2</sup>). No obstante, para evitar posibles problemas por condiciones de apoyo algo heterogéneas sobre roca con diverso grado de fracturación, no se recomienda diseñar cimentaciones por encima de los 5 kp/cm<sup>2</sup> de presión admisible. En todo caso se recomiendan para las zapatas unas dimensiones mínimas de 1x1 m<sup>2</sup> para zapatas aisladas y 0,6 m de ancho para zapatas corridas, para prever posibles concentraciones de tensiones, excentricidades, defectos constructivos, etc.

Si puntualmente durante la ejecución de la cimentación se apreciara alguna zona de roca claramente muy alterada, deberá sanearse hasta alcanzar un nivel poco alterado rellenando con hormigón pobre.

Por otra parte, la presencia del talud de desmonte próximo obliga a tomar algunas precauciones para evitar su influencia sobre la cimentación del edificio. En este sentido se considera que una línea a 45° desde el punto más exterior del plano de apoyo de la cimentación no debería cortar nunca el plano del talud. También hay que señalar que la estratificación subhorizontal del macizo resulta favorable para la estabilidad del conjunto.

En los casos de cimentaciones continuas, la interacción terreno-estructura puede tenerse en cuenta a partir de parámetros como el coeficiente de balasto en placa de 30x30 cm,  $K_{30}$ . Este es un valor de referencia que, salvo que puedan hacerse ensayos de carga con placa, suele tomarse de tablas. Por otra parte hay que señalar que variaciones importantes en el valor de este parámetro introducen sólo pequeñas variaciones en el diseño final de las cimentaciones. En nuestro caso, para el apoyo sobre el sustrato rocoso mas o menos fracturado, se podrían considerar valores desde  $K_{30} = 300 \text{ kp/cm}^3$  (3.000 MN/m<sup>3</sup>) hasta más de 1.000 kp/cm<sup>3</sup> (10.000 MN/m<sup>3</sup>)



Finalmente se recuerda que no se han detectado aguas freáticas que puedan afectar a las cimentaciones previstas y que el terreno no contiene elementos que supongan problemas de agresividad a los hormigones de cimentación, de acuerdo con los criterios de la EHE-08.

Este informe consta de doce páginas numeradas y selladas y cinco anejos de 2, 4, 6, 2 y 3 páginas respectivamente.

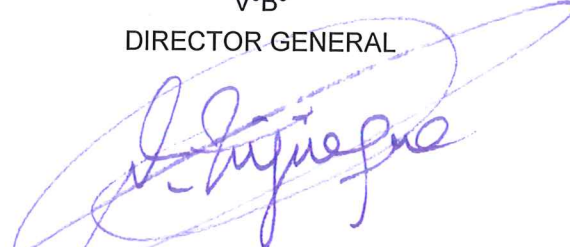
Madrid, febrero de 2017

JEFE DEL DEPARTAMENTO  
DE GEOTECNIA



José Carlos de Castro Gutiérrez  
Ingeniero de Caminos, C. y P.

VºBº  
DIRECTOR GENERAL



Valentín Trijueque Gutiérrez de los Santos  
Ingeniero Civil



## ANEJOS

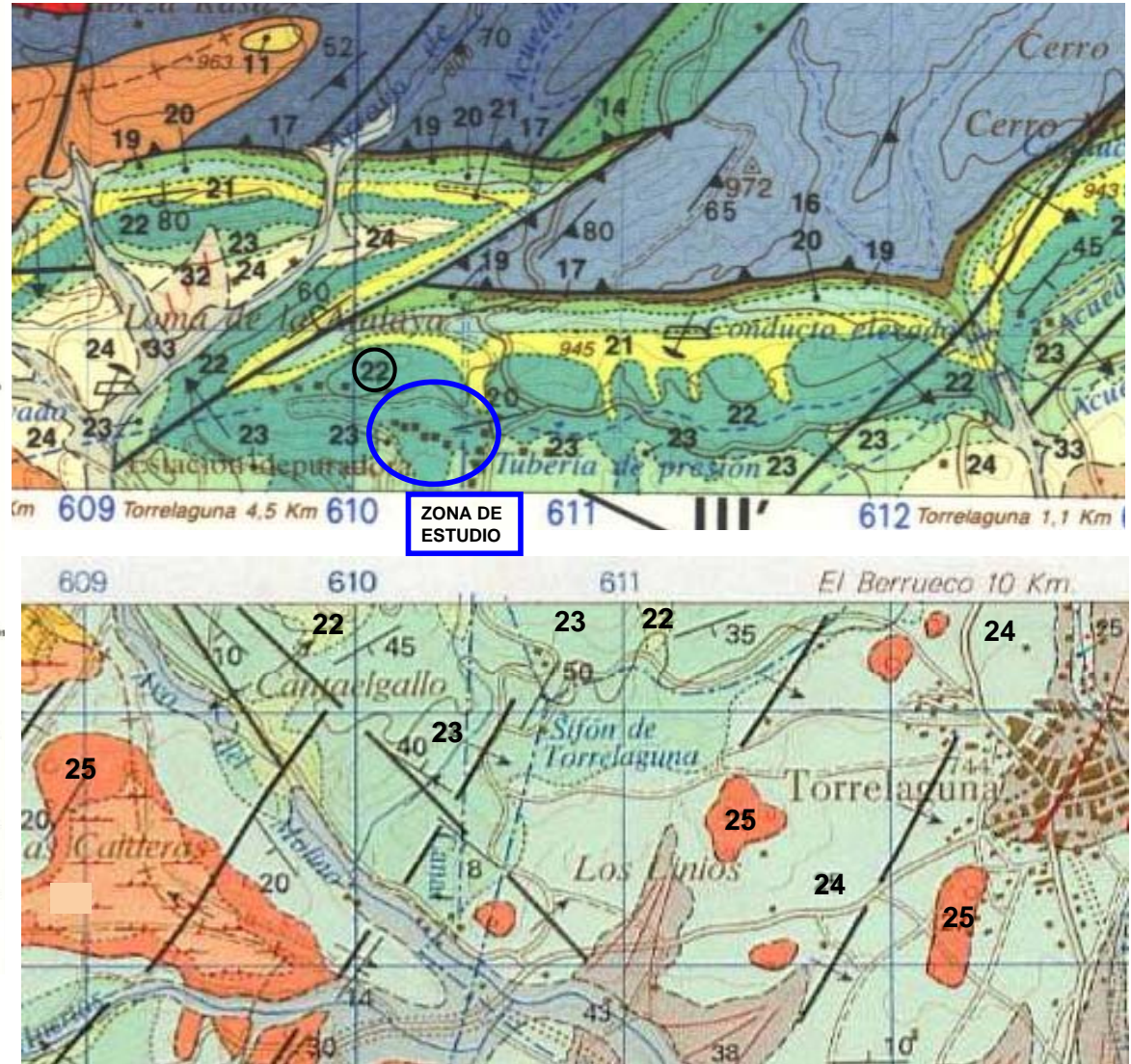
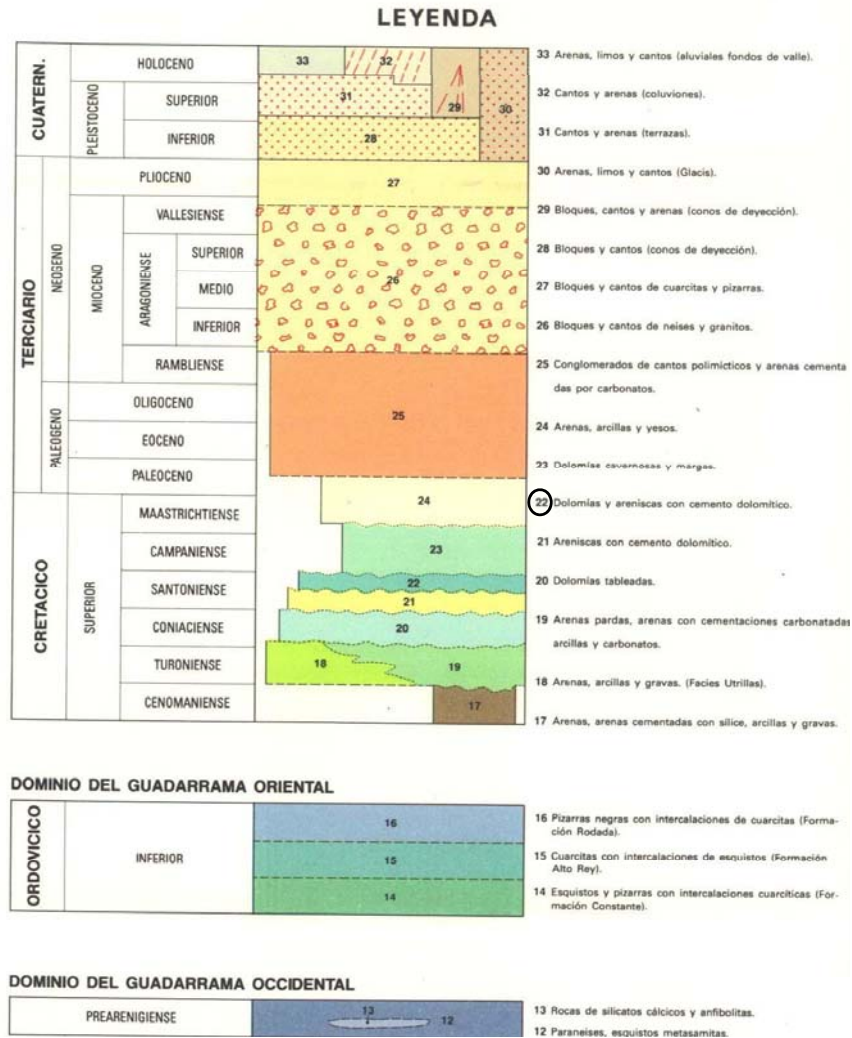
## **ANEJO I**

MAPA GEOLÓGICO GENERAL



# MAPA GEOLÓGICO GENERAL

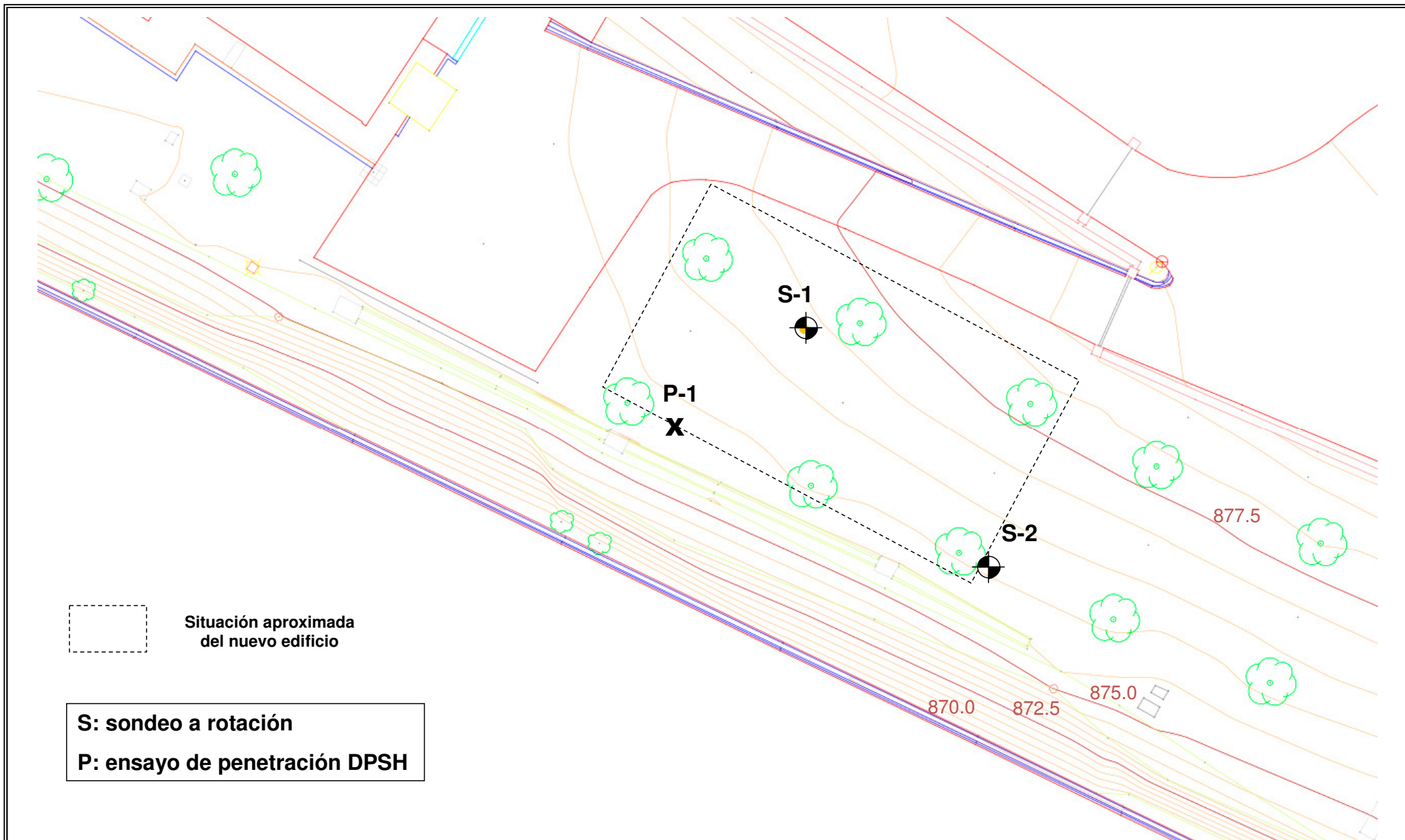
( Tomado de Mapa Geológico de España 1:50.000. Buitrago de Lozoya - 484 y Torrelaguna - 509)





## **ANEJO II**

PLANO DE SITUACIÓN DE PUNTOS DE RECONOCIMIENTO.  
DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA.







**Dos vistas generales y detalle del talud de desmonte en roca, existente al pie de la zona de ubicación del edificio en proyecto.**

**Rocas dolomíticas con estratificación subhorizontal. Estratos de espesor centimétrico a decimétrico.**







### **ANEJO III**

REGISTROS DE SONDEOS.  
FOTOGRAFÍAS DE LAS CAJAS DE TESTIGO.





SONDEO N°: S-1

Cota boca: 876,8

Fecha: 19-01-2017

Trabajo: E.G. Nuevo Edificio de Reactivos en ETAP de Torrelaguna

Peticionario: CANAL DE ISABEL II

Ref.: C-130014/81\_M

Profundidad	Litología	Descripción	Profundidad muro del nivel	Muestras y golpesos	Nivel de agua	LL	LP	% Finos	Humedad natural %	Densidad seca g/cm3	Comp. Simple Kp/cm2	Observaciones
		Capa vegetal	0.30									
		Derrubios superficiales	0.60									
1		Roca dolomítica con estratificación subhorizontal en bancos centimétricos, mas o menos fracturada. Color claro.										
2		Perforada en seco hasta 1,6 m y con diamante hasta 3,2 m. RQD=0	3.20	1,4-1,6 Muestra en bolsa								%SO4 < 0,01
3												
4		Roca dolomítica con estratificación subhorizontal en bancos decimétricos. Color claro.										
5		3,2 a 3,8 m RQD=25 3,8 a 5,5 m RQD=100	5.50	3,8-4,2 Testigo de roca						2,54	352	
6												
7												
8												
9												

SPT Ensayo normal de penetración MI Muestra inalterada a percusión T.P. Testigo parafinado

Sistema de perforación: A rotación. Batería. Corona de widia y diamante.

Diámetro de perforación: 116-101 mm.

Revestimiento: No necesario

Sondista: D. Macias

Máquina: Rolatec RL-48-L

EG001.RO



SONDEO N°: S-2

Cota boca: 876,0

Fecha: 19-01-2017

Trabajo: E.G. Nuevo Edificio de Reactivos en ETAP de Torrelaguna

Peticionario: CANAL DE ISABEL II

Ref.: C-130014/81\_M

Profundidad	Litología	Descripción	Profundidad muro del nivel	Muestras y golpes	Nivel de agua	LL	LP	% Finos	Humedad natural %	Densidad seca g/cm <sup>3</sup>	Comp. Simple Kp/cm <sup>2</sup>	Observaciones
1		Capa vegetal oscura	0.40	0,5-0,7 SPT (35-50 R)								%SO <sub>4</sub> < 0,01
		Derrubios superficiales	0.70									
2		Roca dolomítica con estratificación subhorizontal en bancos centimétricos, mas o menos fracturada. Color claro.	3.00									
3		Perforada en seco hasta 1,2 m y con diamante hasta 3,0 m.										
4												
5												
6												
7												
8												
9												

SPT Ensayo normal de penetración MI Muestra inalterada a percusión T.P. Testigo parafinado

Sistema de perforación: A rotación. Batería. Corona de widia y diamante.

Diámetro de perforación: 116-101 mm.

Revestimiento: No necesario

Sondista: D. Macias

Máquina: Rolatec RL-48-L

EG001.RO















#### **ANEJO IV**

GRÁFICO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DPSH.

## ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

**Peticionario:** CANAL DE ISABEL II

**Referencia:** C-130014/81\_M

**Obra:** Estudio Geotécnico Nuevo Edificio Reactivos en ETAP de Torrelaguna

**ENSAYO:** P-1

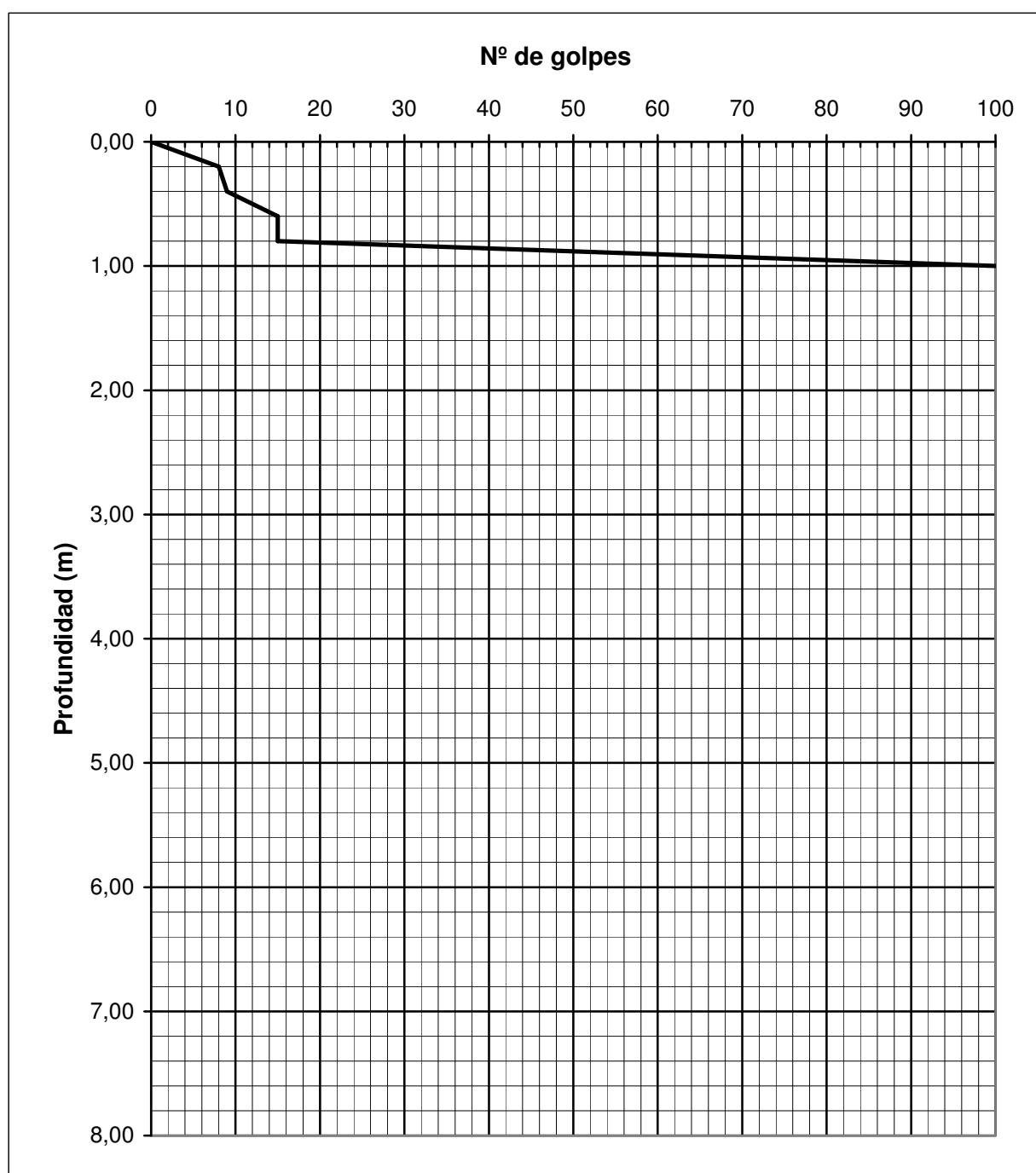
**Tipo:** DPSH

Peso de la maza: 63,5 Kg

Altura de caída: 75 cm


**Fecha:** 19/01/2017

Puntaza: Cónica Ø50 mm



## **ANEJO V**

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

	<p align="center"><b>ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.</b></p> <p><small>Declaración Responsable incluida en el Registro General de Laboratorios de ensayos para el Control de Calidad de la Edificación-Lecce, inscripción MAD-I-066 de fecha 19/01/2015, en los grupos de ensayo y pruebas indicados a continuación: GT (Ensayos de geotecnia), VS (Ensayos de viales), PS (Pruebas de servicio), EH (Ensayos de hormigón estructural), EA (Ensayos de estructuras de acero estructural), EFA (Ensayos de obras de fábrica y albañilería), EM (Ensayos de estructuras de madera), Otros ensayos de materiales e instalaciones</small></p>	
--	--	---

## RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO (GEOTECNIA)

<b>Nº TRABAJO:</b>	17139	<b>FECHA PETICIÓN:</b>	06/02/2017
<b>DENOMINACIÓN:</b>	E.T.A.P. TORRELAGUNA		
<b>PETICIONARIO:</b>	INSTITUTO TECNICO DE INSPECCIÓN Y CONTROL (INTEINCO)		

<b>SONDEO Nº</b>	S2	S1	S1	-
<b>COTA (m.)</b>	0,50-0,70	1,40-1,60	3,80-4,20	-
<b>TIPO MUESTRA</b>	SPT	Bolsa	T. Roca	-
<b>Nº MUESTRA</b>	584 2017	585 2017	586 2017	- - -

UNE 103-101-1995	% PASA TAMIZ 20	-	-	-	-
	% PASA TAMIZ 5	-	-	-	-
	% PASA TAMIZ 2	-	-	-	-
	% PASA TAMIZ 0,4	-	-	-	-
	% PASA TAMIZ 0,08	-	-	-	-
UNE 103-103 UNE 103-104	LIMITE LIQUIDO	-	-	-	-
	LIMITE PLASTICO	-	-	-	-
	INDICE DE PLASTICIDAD	-	-	-	-
HUMEDAD NATURAL (%) UNE 103-300-1993		-	-	-	-
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> ) UNE 103-301-1994		-	-	2,54	-
MATERIA ORGÁNICA (%) UNE 7368-1977		-	-	-	-
CARBONATOS (%) UNE 103-200-1993		-	-	-	-
SULFATOS (%) UNE 83.963		<0,01	<0,01	-	-
ACIDEZ BAUMANN-GULLY UNE 83.962		-	-	-	-
EDOMETRO UNE 103-405-1994		-	-	-	-
HINCHAMIENTO LIBRE (%) UNE 103-601-1996		-	-	-	-
P. HINCHAMIENTO (kp/cm <sup>2</sup> ) UNE 103-602-1996		-	-	-	-
COMPR. SIMPLE (kp/cm <sup>2</sup> ) UNE 103-400-1993		-	-	352,41	-
CORTE DIRECTO UNE 103-401-1998		-	-	-	-

ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.	 <p align="center"> <b>ADAMAS</b>  <b>CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.</b>  <small>NIF: B-87002929  adamas@adamascyg.es  TEL: 630 626 772 / 635 546 386</small> </p>	
------------------------------------	---	--

N° Muestra **586/2017**

PETICIONARIO: INSTITUTO TÉCNICO DE INSPECCIÓN Y CONTROL (INTEINCO)

OBRA: E.T.A.P. TORRELAGUNA

Localización: S1 3,80-4,20

Tipo Muestra: T. roca

Fecha: 06/02/2017

## Grupo de ensayos GT

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE UNE-103-400-93

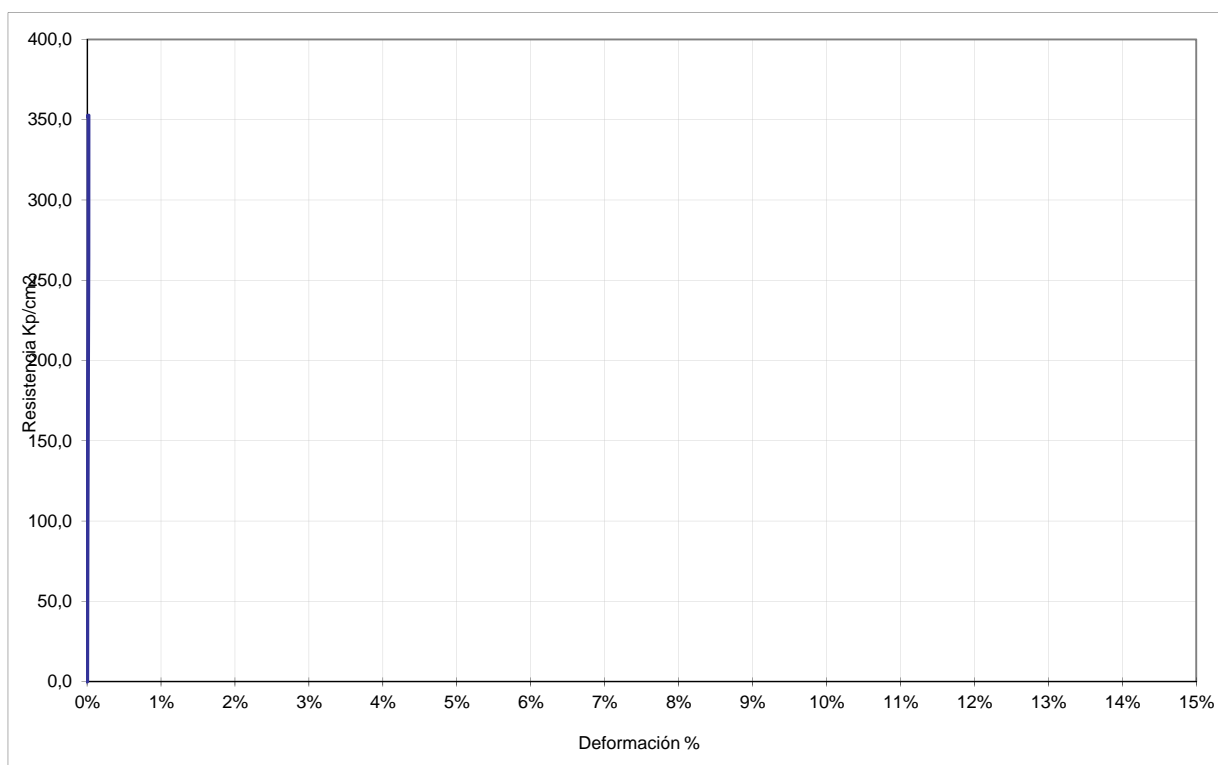
## PROBETA

Diámetro cm..... 8,4

Altura cm..... 17,7

Velocidad mm/min..... 3,54

Deformación ..... 0%



Humedad	Densidad t/m <sup>3</sup>		Resistencia	
	%	seca	húmeda	Kp/cm <sup>2</sup> MPa
-		2,54	2,54	352,41    35,24

 Forma de  
Rotura


Observaciones:



**APÉNDICE II: ESTUDIO GEOTÉCNICO REALIZADO POR ENMACOSA EN MAYO DE 2019**  
**(ZONA DEL TRATAMIENTO DE FANGOS)**

**enmacosa consultoría técnica, s.a.**  
| O.C.T. | Laboratorio | Edificación | Geotecnia |  
| Instalaciones

referencia: P-138023  
peticionario: CANAL DE ISABEL II, S.A.  
obra: AMPLIACION ETAP DE TORRELAGUNA  
situación: TORRELAGUNA (MADRID)  
contenido: ESTUDIO GEOTÉCNICO  
nº trabajo: 99 150622

INDICE

1	INTRODUCCION, OBJETO Y ALCANCE.	3
2	ENTORNO GEOLÓGICO.	6
3	SISMICIDAD.	9
4	TRABAJOS REALIZADOS. CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN	9
4.1	Fase previa. Reconocimiento superficial del terreno.	10
4.2	Sondeos a rotación.	10
4.3	Ensayos de laboratorio.	11
5	CARACTERIZACION GEOTECNICA DE LOS MATERIALES	12
5.1	Consideraciones generales.	12
5.2	Sedimentos sueltos.	13
5.3	Dolomías compactas.	14
5.4	Dolomías margosas.	15
6	COTAS DE INICIO	17
7	PRESENCIA DE AGUA	17
8	EXCAVACIONES.	17
8.1	Excavabilidad	17
8.2	Estabilidad de los taludes de excavación	18
8.3	Sostenimiento de las excavaciones.	21
8.4	Reutilización de materiales.	21
9	CONDICIONES DE CIMENTACIÓN.	22
9.1	Consideraciones previas	22
9.2	Tensión admisible del terreno.	22
9.3	Cálculo de asentos.	23
10	RESUMEN Y CONCLUSIONES.	24

ANEJOS AL INFORME

ANEJO 1.- SITUACIÓN DE LOS PUNTOS INVESTIGADOS.

ANEJO 2.- REGISTRO Y FOTOGRAFÍAS DE LOS SONDEOS A ROTACIÓN.

ANEJO 3.- PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO.

ANEJO 4.- REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.

ANEJO 5.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO.

### Localización de la zona investigada.



Concretamente se pretenden evaluar los siguientes aspectos:

- Caracterización geológica del entorno.
- Caracterización y distribución de los materiales presentes en el subsuelo.
- Presencia de agua. Nivel piezométrico local.
- Excavabilidad y estabilidad en excavación de los materiales descritos.
- Aprovechamiento de los materiales excavados.



- Capacidad portante del terreno y estimación de asientos ante eventuales cargas.
- Necesidad, o no, de cimentaciones profundas o especiales.

Para ello se ha llevado a cabo un reconocimiento geológico-geotécnico, partiendo de la recopilación y el análisis de la documentación existente sobre el entorno. Posteriormente, se ha realizado una campaña de investigación geotécnica que se detalla en sucesivos apartados.

Finalmente, se han ensayado en laboratorio muestras representativas, con el fin de establecer sus características geotécnicas.

La interpretación espacial de las observaciones y resultados obtenidos, se ha llevado a cabo mediante interpolación entre datos puntuales.

En lo que se refiere a los trabajos y publicaciones existentes, se han consultado y analizado, entre otros, los siguientes documentos:

- Hoja nº 484 (BUITRAGO DE LOZOYA) del Mapa Geológico Nacional, a escala 1/50.000.
- Hoja nº 509 (TORRELAGUNA) del Mapa Geológico Nacional, a escala 1/50.000.
- Hoja nº 45 (MADRID) del Mapa Geotécnico Nacional, a escala 1/200.000
- Hoja nº 45 (MADRID) del Mapa hidrogeológico Nacional, a escala 1/200.000

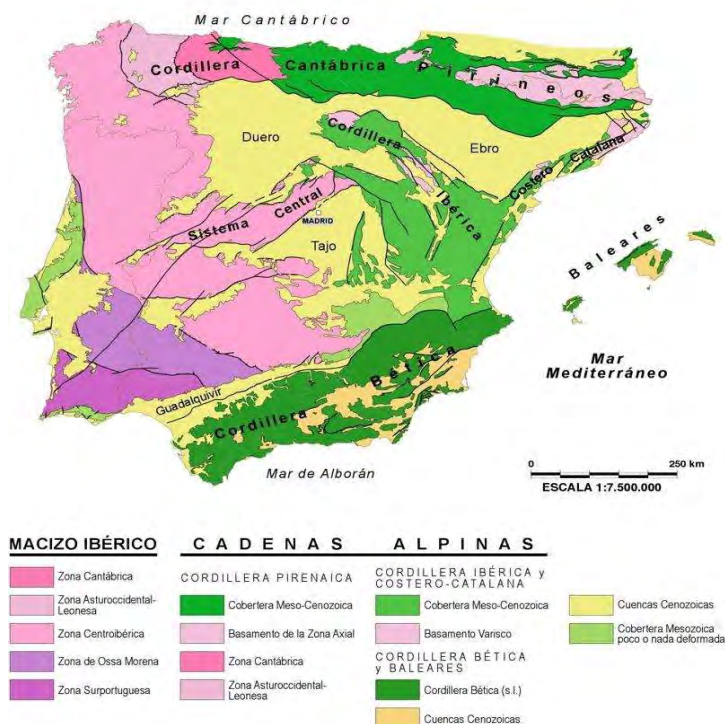
La escala de los documentos es pequeña y no excesivamente adecuada a los fines perseguidos en este estudio, aunque su análisis ha sido útil para centrar la problemática geológico-geotécnica y ha servido de base para la elaboración del capítulo 2 de este Informe.

El Informe se ha estructurado de la siguiente forma:

- Una primera parte en la que se describen, en términos generales, los aspectos geológico-geotécnicos de la región en que se centra el estudio.
- Una parte intermedia en la que, tras explicitar los criterios de trabajo, se describen de forma pormenorizada las características de las distintas unidades geotécnicas establecidas.
- Una parte final en la que se detallan las respuestas que otorgarán los materiales afectados por la obra a las solicitudes de la misma.

## 2 ENTORNO GEOLÓGICO.

Desde el punto de vista tectónico y estructural, la superficie investigada se incluye en la “Zona Centro Ibérica” definida por Julivert en 1974, concretamente en el Dominio Oriental del Sistema Central.



**División estructural de la península ibérica.**

El Dominio Oriental se localiza al Este de la falla de Berzosa – Riaza. Se caracteriza por el predominio de las series ordovícicas con metamorfismo de bajo grado y la presencia de sedimentos pérmicos. Por otro lado, es característica la ausencia de granitoides tardihercínicos.

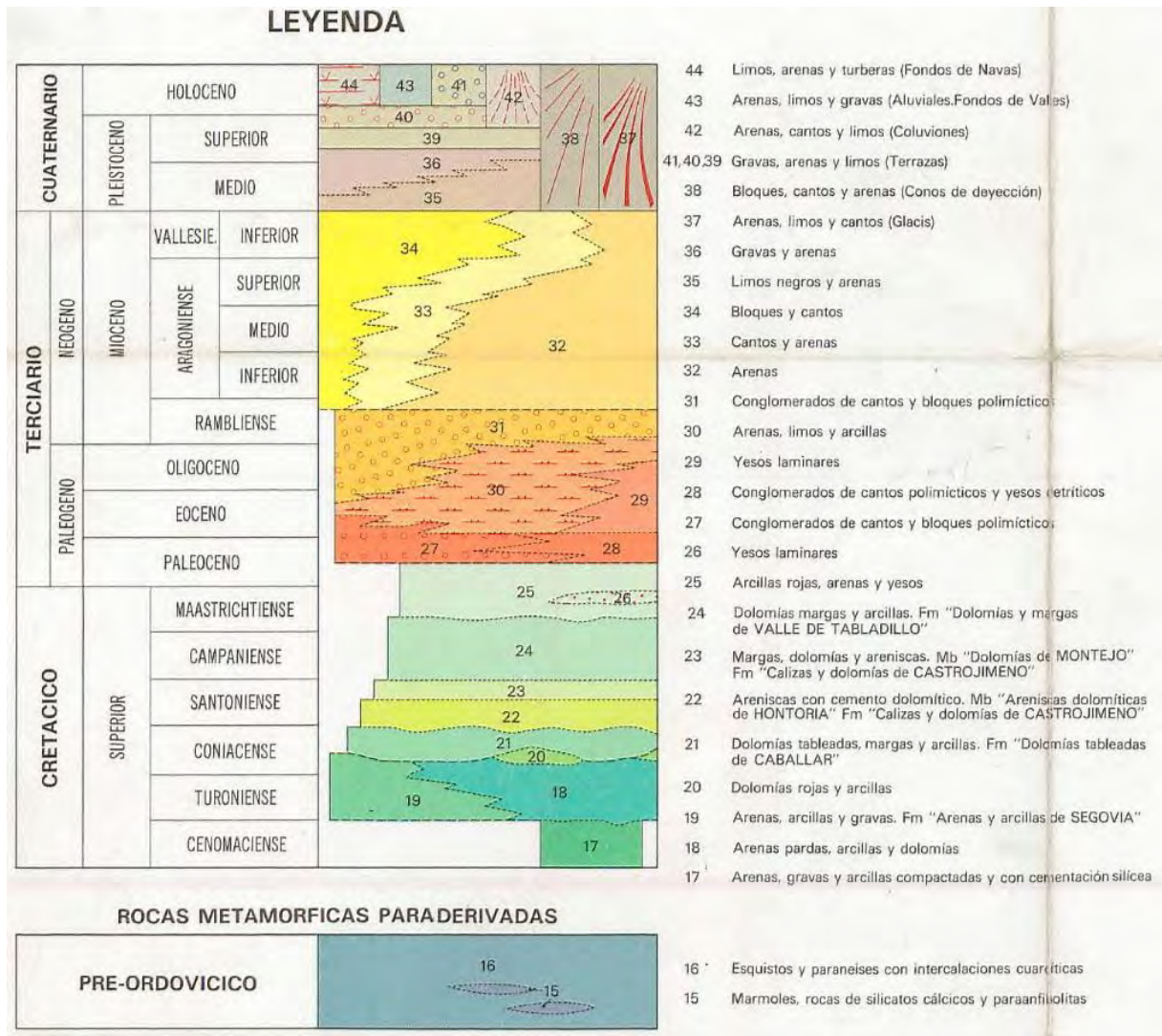
La serie ordovícica se presenta discordante sobre el Precámbrico o el Cámbrico inferior. Presenta pliegues de dirección N-S, vergentes al Este y afectados por deformación dúctil.

En el borde de este dominio se han descrito sedimentos cretácicos. Es precisamente sobre este tipo de materiales sobre los que se ha proyectado la actuación objeto de este informe.

Los decantadores proyectados se sitúan sobre Dolomías, areniscas dolomíticas y dolomías margosas correspondientes a la Formación Castrojimeno. Concretamente se localiza sobre lo que la cartografía oficial denomina “Dolomías cavernosas y margas”.







#### Entorno geológico local de los terrenos investigados

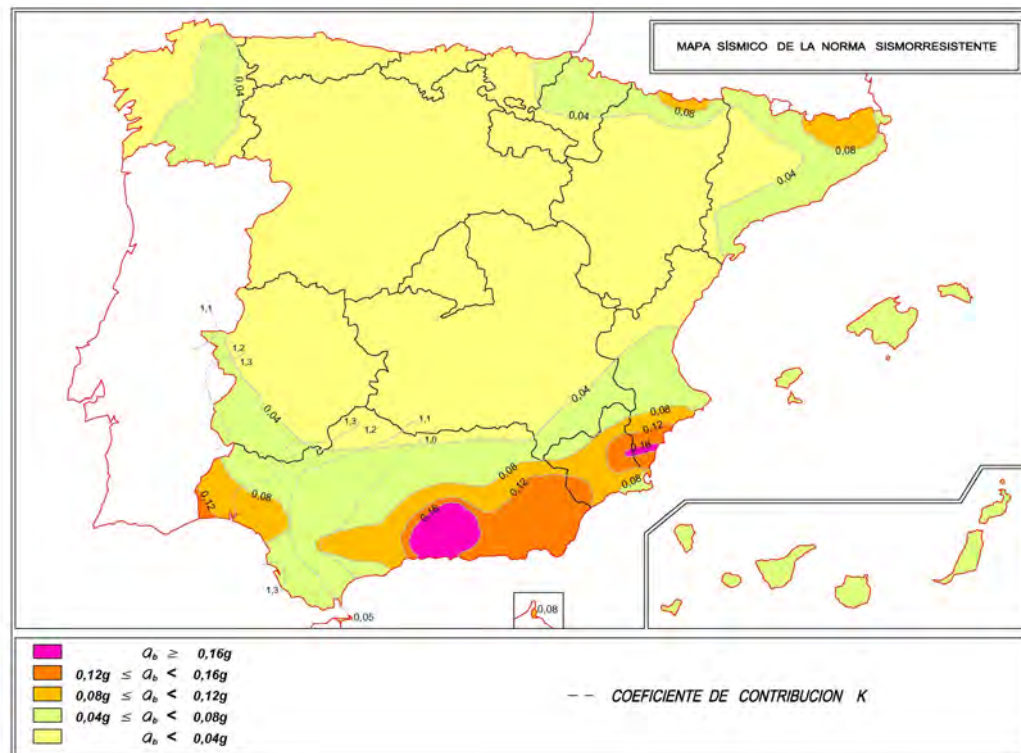
Los materiales sobre los que se proyecta la depuradora presentan un aspecto brechoide, habiéndose recuperado gravas gruesas y cantos de dolomía en matriz areno gravosa.

Bajo estos materiales se detectan dolomías y margas dolomíticas compactas.

### 3 SISMICIDAD.

Según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, en la que se incluye un mapa de peligrosidad sísmica de la península ibérica, la comunidad de Madrid se encuentra en zona con aceleración sísmica básica inferior a  $0.04g$ ; siendo “g” la aceleración de la gravedad.

En la siguiente figura se presenta la distribución de la aceleración sísmica básica en España.



Mapa de peligrosidad sísmica de la península ibérica

Atendiendo a estas características, y a efectos prácticos para el proyecto, se puede considerar la zona como asísmica.

### 4 TRABAJOS REALIZADOS. CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN

Se han analizado los diversos aspectos necesarios para la correcta caracterización de los materiales presentes en la zona de actuación, así como aspectos geotécnicos concretos: Excavabilidad, resistencia del terreno, capacidad portante...



Tras un análisis inicial de gabinete, donde se recopiló toda la información de índole geotécnica existente, el estudio se ha desarrollado fundamentalmente sobre el terreno.

Se han realizado labores de reconocimiento, interpolación y correlación lateral de datos. Como complemento, se ha puesto en práctica una campaña de reconocimiento y ensayos "in situ", seguida de los correspondientes Ensayos de Laboratorio.

A continuación se describen los trabajos de reconocimiento y ensayos realizados:

#### **4.1 Fase previa. Reconocimiento superficial del terreno.**

Como parte del estudio se realizó una visita previa a la zona de actuación. Durante la inspección visual, se referenciaron las observaciones que pudieran afectar a la obra proyectada.

Con la visita previa se pretende determinar las condiciones de contorno y planificar los ensayos posteriores, descartando zonas con problemas de accesibilidad, daños a terceros, etc. También se describen los afloramientos existentes en el entorno.

Durante esta fase del trabajo se recopila toda la información posible, tanto documentación escrita: Investigaciones previas, estudios geotécnicos realizados en el entorno... como información proporcionada por personas que, de algún modo, conozcan el subsuelo: testigos de obras cercanas, etc.

En este caso se determinaron las dificultades de acceso a la ubicación de los decantadores, determinado los puntos de investigación. Estos puntos fueron condicionados por la pendiente existente en el terreno. (Ver anejo1: Situación de los puntos investigados).

#### **4.2 Sondeos a rotación.**

Se perforaron dos sondeos mecánicos a rotación con extracción de testigo, cuyos registros y fotografías se adjuntan en el anejo 2: Registro y fotografías de los sondeos.

Las perforaciones se llevaron a cabo entre los días 4 y 5 de junio de 2019.

La perforación se llevó a cabo a rotación con extracción continua de testigo. El diámetro de perforación fue variable entre 101 y 86 mm con tomamuestras tipo B y T, intentando alcanzar el 100% de recuperación de testigo.

Los testigos se conservaron en cajas para su posterior almacenamiento en el laboratorio.

Dadas las características del terreno, no fue posible realizar toma de muestras inalteradas o ensayos de penetración estándar durante la perforación. En cambio, se plastificaron algunos testigos de roca para evitar pérdida de humedad.

Durante la testificación se separaron otros testigos de roca con el fin de comprobar su resistencia a compresión.

A continuación se presenta una tabla con la profundidad alcanzada por cada uno de los sondeos y la nomenclatura de los testigos plastificados en cada uno de ellos.

SONDEO	Prof. (m)	Testigos	Cota (m)
S1	8.40	TP-1	4.00-4.20
S2	12.00	TP-1	6.60-6.80
		TP-2	10.30-10.55

**Cuadro resumen. Sondeos a rotación.**

En el anejo 1 se presenta la situación de los sondeos y en el anejo 2 el registro de su testificación.

#### **4.3 Ensayos de laboratorio.**

Tras la campaña de investigación se realizaron una serie de ensayos de laboratorio encaminados a caracterizar el terreno, comprobar su estado, su resistencia, etc. Concretamente se realizaron los siguientes ensayos:

- 3 Granulometrías por tamizado (UNE 103 101 95).
- 3 Determinación de los Límites de Atterberg (UNE 103 103 y 103 104).
- 7 Resistencia a compresión simple (UNE 22950-1).
- 1 Resistencia a carga puntual (UNE 22950-5).
- 3 Resistencia a tracción indirecta (UNE 22950-2).
- 3 Determinación del contenido en sulfatos (UNE 83963)
- 3 Determinación del contenido en carbonatos (UNE 103 200)
- 3 Acidez Baumann-Gully (UNE 16502)

La distribución de ensayos se presenta en la siguiente tabla.

Muestra	S1					S2					
Profundidad	1.2-1.6	4.0-4.20	5.0-5.4	6.1-6.3	7.7-8.0	0.6-1.2	3.6-4.2	6.6-6.8	8.4-8.55	10.3-10.55	11.7-11.9
Identificación y estado											
Granulometría	X					X	X				
Límites de Atterberg	X					X	X				
Resistencia											
Compresión simple		X		X	X			X	X	X	X
Carga puntual			X								
Brasileño					X			X		X	
Contenidos Q <sup>cos</sup>											
Sulfatos	X					X	X				
Carbonatos	X					X	X				
Agresividad del agua al hormigón (EHE)	X					X	X				

En el anejo 4 se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio, aunque pueden consultarse resumidamente en la descripción de los materiales.

## 5 CARACTERIZACION GEOTECNICA DE LOS MATERIALES

### 5.1 Consideraciones generales.

A lo largo de este capítulo se caracterizan, desde el punto de vista geotécnico, los materiales descritos en las investigaciones realizadas.

La caracterización se ha basado en las observaciones de campo, investigaciones “in situ”, ensayos de laboratorio, etc.

Los datos y resultados obtenidos han sido analizados e interpretados, proporcionando unos parámetros geotécnicos medios, representativos de los materiales descritos.

Atendiendo a estas consideraciones, y desde el punto de vista práctico para este proyecto, se han diferenciado tres unidades geotécnicas: Sedimentos sueltos, Dolomías compactas y Dolomías margosas.

A continuación se comentan algunos aspectos respecto a cada una de las unidades diferenciadas.

## 5.2 Sedimentos sueltos.

Bajo esta denominación se describen los materiales detectados, en ambos sondeos, desde superficie hasta una profundidad variable de entre 2.40 m (sondeo S1) y 5.30 m (sondeo S2).

Se han descrito como gravas, cantos y bloques de dolomía en matriz arenosa de color marrón crema.

La textura de estos suelos es mayoritariamente clastosoportada, si bien hay zonas donde ésta está soportada por matriz.

Los cantos son heterométricos, angulosos o subangulosos.

Sobre materiales procedentes de esta unidad se han realizado ensayos de laboratorio encaminados a su caracterización, resistencia y deformabilidad.

A Continuación se presenta una tabla con un resumen de los resultados obtenidos, si bien pueden consultarse los informes de laboratorio en el anejo 4 de este informe

Muestra	Granulometria (% pasa)				Plasticidad		Carbonatos (%)	Sulfatos (%)	Agresividad (EHE)	Clasif. USCS
	5	2	0.4	0.08	L.L.	L.P.				
S1 (1.20-1.60)	41	34	25	19.5	20.4	16.1	49.8	0.011	NO AGRESIVO	GC/GM
S2 (0.60-1.20)	43	37	27	19.5	22.1	16.6	43.9	0.014	NO AGRESIVO	GC/GM
S2 (3.60-4.20)	38	31	22	16.1	21.1	17.1	41.5	0.014	NO AGRESIVO	GC/GM

Partiendo de los resultados obtenidos, estos suelos se clasifican como gravas arcillo limosas, con contenidos variables de arena y, localmente, bloques.

Se trata, por tanto, de suelos de carácter granular grueso, en los que la su resistencia moviliza principalmente la componente friccional.

Dado el tamaño de clasto no ha sido posible realizar ensayos de resistencia al corte, por lo que éstos han debido ser estimados; al igual que su módulo de deformabilidad.

Los parámetros geotécnicos calculados, o estimados a partir de correlaciones / tabulaciones, para el conjunto de materiales serían los siguientes:

- Cohesión:  $C' = 0.00 \text{ Kg/cm}^2$
- Ángulo de rozamiento interno:  $\phi' = \sim 33-35^\circ$
- Densidad natural:  $2.10 \text{ g/cm}^3$
- Módulo de deformación:  $250 - 450 \text{ Kg/cm}^2$ .

Dado que se trata de gravas dolomíticas, el contenido en carbonatos es muy alto (entorno del 50%), mientras que el contenido en sulfatos es bajo.

Ninguna de las muestras analizadas resultó ser agresiva al hormigón según la EHE-08.

### **5.3 Dolomías compactas.**

Esta denominación hace referencia a la roca detectada bajo la unidad descrita anteriormente. Se trata de Dolomías con cementaciones y segregaciones secundarias de dolomita. Presenta de resistencia media a dura.

Esta unidad se presenta bajo los sedimentos gravosos comentados anteriormente y hasta una profundidad de entre 2.40 (S1) y 5.20 (S2); reflejo de la diferencia de espesor de los sedimentos y la diferencia de cota en el inicio de cada una de las perforaciones.

La fracturación es baja a moderada, mostrando un índice de calidad RQD superior al 40% y, mayoritariamente, superior al 60%.

Presenta tonalidades blanquecinas y puede contener niveles margosos o calcareníticos, si bien mayoritariamente se trata de dolomía compacta.

Sobre varios testigos procedentes de esta unidad se han realizado ensayos de resistencia cuyos resultados se presentan a continuación de forma resumida.



Muestra	Resistencia a compresión simple (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción indirecta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Carga puntual (Is) / C. Simple equivalente (Kg/cm <sup>2</sup> ).	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Humedad (%)	Observaciones
S1 (6.10-6.30)	491	-	-	2.49	0.4	-
S2 (6.60-6.80)	712	40	-	2.45-2.48	0.6	-
S2 (10.3-10.55)	534	66	-	2.60-2.65	0.9	-
S2 (11.70-11.90)	623	-	-	2.47	0.3	-

El rango de resistencia obtenido, por tanto, es amplio dependiendo generalmente del contenido margoso que pueda presentar el testigo. Este contenido puede intuirse por la densidad seca del material (menor cuanto más margoso).

En cualquier caso, la resistencia a compresión simple es superior a 490 Kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a tracción indirecta superior a 40 Kg/cm<sup>2</sup>.

La relación  $\sigma_t/\sigma_c$  varía entre 0.05 y 0.12, por lo que tampoco se puede establecer una tenacidad representativa de este tipo lítico en base a estos resultados.

La resistencia a compresión simple promedio es de 590 Kg/cm<sup>2</sup>, siendo la desviación estándar de 98 Kg/cm<sup>2</sup>; por lo que el rango de resistencia recomendado para los distintos cálculos varía entre 492 y 688 Kg/cm<sup>2</sup>.

El módulo elástico mínimo obtenido a partir de las resistencias a compresión simple resultó ser superior a los 30.000 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### 5.4 Dolomías margosas.

Esta denominación hace referencia a las dolomías más ricas en terrígenos y cuya resistencia media resulta sensiblemente inferior a las dolomías compactas descritas anteriormente.

Se trata de rocas con aspecto ligeramente térreo que suelen aparecer bajo el nivel de margas compactas descrito anteriormente.

El aspecto general es similar a la unidad anterior, si bien se reconocen coqueras o microkarstificaciones y arenizaciones parciales.

Sobre algunas muestras procedentes de esta unidad se han realizado ensayos de laboratorio cuyos resultados se exponen a continuación de forma resumida.

Muestra	Resistencia a compresión simple (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción indirecta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Carga puntual (Is) / C. Simple equivalente (Kg/cm <sup>2</sup> ).	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Humedad (%)	Observaciones
S1 (4.00-4.20)	231	-	-	2.28	8.1	-
S1 (5.00-5.40)	-	-	0.26 / 59.8	-	0.09	Media de las resistencias obtenidas
S1 (7.70-8.00)	355	40	-	2.29-2.47	0.2	-
S2 (8.40-8.55)	388	-	-	2.46	0.2	-

Atendiendo a las resistencias obtenidas, se observa una clara disminución respecto a las dolomías compactas.

En este caso la resistencia es superior a 200 kg/cm<sup>2</sup> con una media de 324 Kg/cm<sup>2</sup> y una desviación estandar de 83 Kg/cm<sup>2</sup>.

La relación  $\sigma_t/\sigma_c$  es de 0.12, acorde con el valor más alto obtenido para el caso de las dolomías compactas.

Respecto al módulo elástico de la matriz rocosa de estas rocas se sitúa por encima de los 20.000 Kg/cm<sup>2</sup>, si bien puede alcanzar más de 40.000 Kg/cm<sup>2</sup>.

## 6 COTAS DE INICIO

No se ha realizado un levantamiento específico de las cotas de inicio de los puntos investigados; no obstante, sobre la base del levantamiento topográfico proporcionado por el peticionario, se han estimado las siguientes cotas de inicio para cada uno de los puntos investigados:

Punto investigado	Cota
S1	851.4
S2	859.2

## 7 PRESENCIA DE AGUA

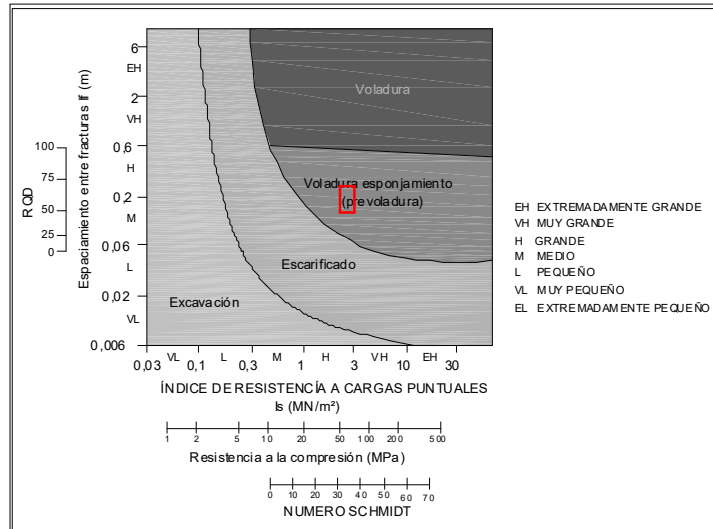
No se ha detectado presencia de aguas subterráneas en las perforaciones realizadas, por lo que resulta poco probable que las aguas freáticas puedan afectar a la cimentación de las estructuras proyectadas.

## 8 EXCAVACIONES.

### 8.1 Excavabilidad

Los sedimentos sueltos superficiales (gravas dolomíticas arcillo limosas) son fácilmente excavables mediante excavadora giratoria convencional.

Bajo estos sedimentos, a una profundidad de entre 2.40 y 5.30 metros, aparecen las dolomías compactas. La excavabilidad de estos materiales se ha evaluado mediante la gráfica propuesta por Franklin (1974), según la que se relaciona la resistencia de la matriz rocosa con el estado de fracturación del macizo.



Partiendo de esta gráfica se deduce que las dolomías compactas podrían requerir voladuras de esponjamiento para su arranque; No obstante, esta gráfica fue creada en 1974. Actualmente la eficiencia de la maquinaria de excavación ha mejorado notablemente.

Atendiendo a esta realidad, considerando que en las dolomías compactas se han descrito niveles margosos de menor resistencia y que las excavaciones previstas en esta unidad se limitarán prácticamente al cajeado de la cimentación, entendemos que la excavación en esta unidad podrá completarse con martillo percutor y, en casos puntuales con morteros expansivos o cuñas hidráulicas.

## 8.2 Estabilidad de los taludes de excavación

Los espesadores proyectados se localizan en una zona de media ladera, por lo que su encaje requerirá una excavación de cierta entidad.

Esta excavación podría alcanzar del orden de 8 o 10 metros de altura en el entorno del sondeo S2; No obstante, la excavación en la unidad descrita como Dolomías compactas podrá mantenerse subvertical salvo aparición de inestabilidades locales (cuñas o bloques susceptibles de desprenderse).

Atendiendo a esta consideración, la estabilidad de las excavaciones estarán condicionadas por las gravas dolomíticas de la unidad geotécnica 1 (Sedimentos sueltos).

Esta unidad carece de cohesión, más allá de la falsa cohesión producida por la imbricación que pueda existir entre los cantos y bloques de roca.

Considerando esta realidad, se ha calculado la inclinación de excavación estable, tanto a largo plazo como la inclinación temporal durante la obra (sin considerar sostenimientos previos).

El cálculo de estabilidad se ha llevado a cabo de forma determinística, definiendo dicha estabilidad sobre la base de un valor numérico (factor de seguridad).

Según este sistema, se atribuyen los siguientes grados de seguridad:

- $FS < 1.0$ : TALUD INESTABLE
- $FS = 1.0$ : TALUD EN EQUILIBRIO
- $FS > 1.1$ : TALUD ESTABLE DE FORMA CIRCUNSTANCIAL (Poco tiempo, en situaciones sin riesgo para las personas ni perjuicios económicos relevantes).
- $FS > 1.3$ : TEMPORALMENTE ESTABLE (Es el factor de seguridad habitual para situaciones de obra. Se supone estable mientras dure una determinada obra, sin que pueda considerarse estable a largo plazo).
- $FS > 1.5$ : TALUD ESTABLE A LARGO PLAZO (Es el factor de seguridad habitual en condiciones de proyecto).

El análisis se llevará a cabo suponiendo condiciones secas, dado que no se ha detectado presencia de aguas subterráneas por encima de la cota de cimentación.

El cálculo de estabilidad se ha llevado a cabo mediante el método Bishop Simplificado. Se trata de un método de "Dovelas", que divide la masa deslizante en una serie de fajas verticales.

Los métodos de dovelas pueden ser aproximados o precisos. La diferencia entre unos y otros es que cumplan o no todas las leyes de la estática.

Los métodos de dovelas consideran el problema de estabilidad de forma bidimensional, por lo que el análisis se lleva a cabo mediante el análisis de una sección transversal del talud.

El volumen de terreno potencialmente deslizante se divide en fajas verticales, estudiándose el equilibrio de cada una de ellas.

En cuanto a la precisión de los métodos de cálculo mediante dovelas, autores como Whitman y Baley han comparado diversos métodos buscando cuales son los más rentables en la práctica. Estos autores han llegado a la conclusión que métodos aproximados como el propuesto por BISHOP son suficientemente precisos, puesto que ofrecen errores máximos del 7% y errores medios entorno al 2%.

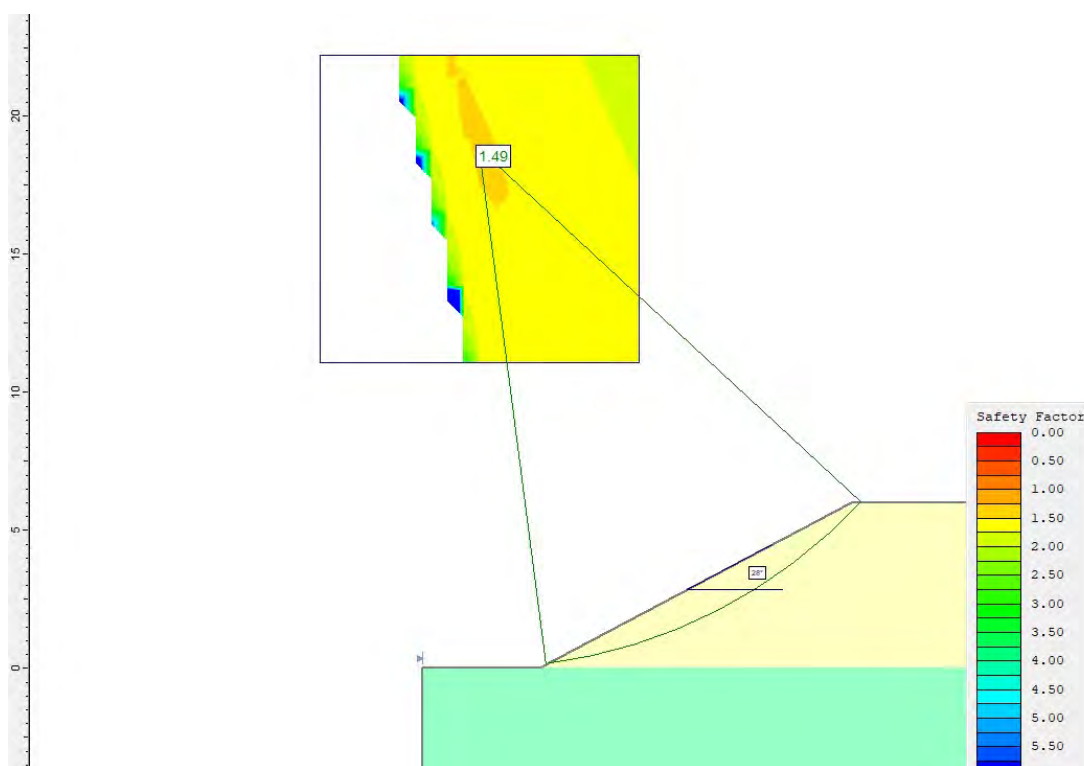
En este sentido, y considerando que los parámetros utilizados en el cálculo están sujetos a desviaciones por la toma y manipulación de las muestras, resulta adecuado utilizar el método de BISHOP simplificado para calcular la estabilidad del talud excavado.



Este método supone conocidos los puntos de aplicación de los empujes normales a las caras de las dovelas y es de aplicación a cualquier línea de rotura; Por otra parte, no cumple el equilibrio de momentos pero si el de fuerzas.

Partiendo de esta metodología y premisas se ha tanteado la inclinación estable, a largo plazo, para un talud de hasta 6 metros de altura desarrollado en las gravas y con un nivel rígido en su base (dolomía Compactas)

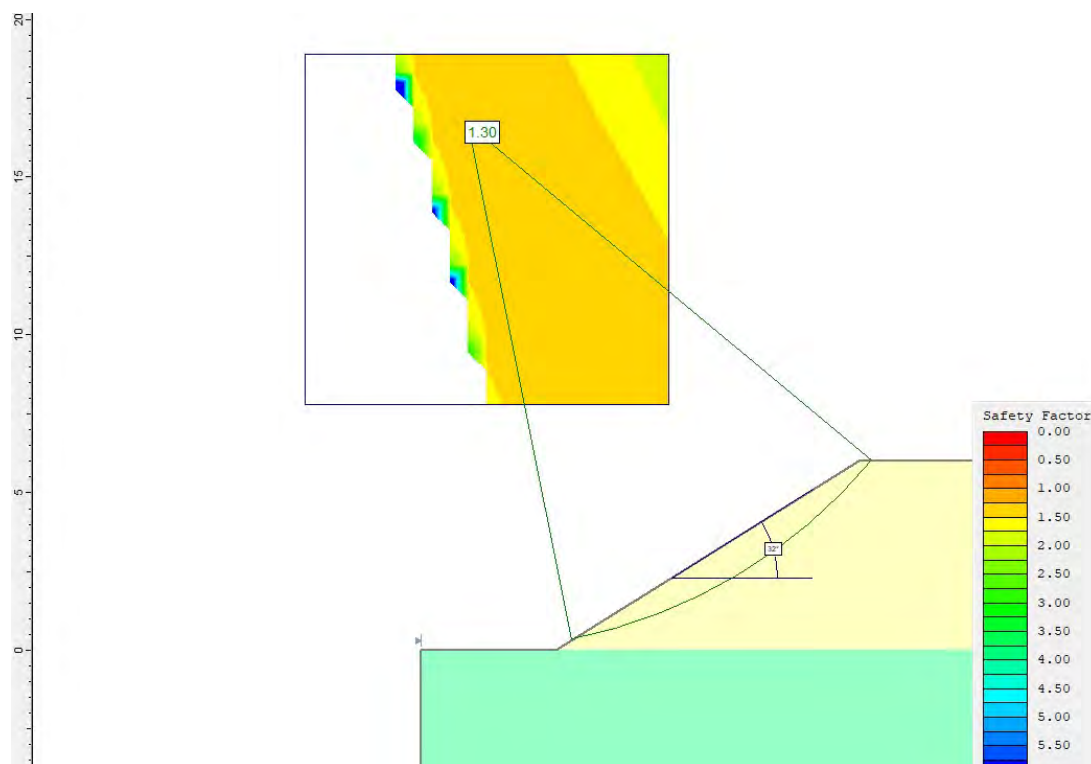
Los resultados se exponen a continuación de forma resumida.



**Estabilidad del talud de excavación de 6 metros de altura (estabilidad a largo plazo)**

En este análisis se ha considerado un ángulo de rozamiento interno de  $34^\circ$  para las gravas y cohesión despreciable. Según el modelo planteado, se podría alcanzar una inclinación de excavación estable de hasta  $28^\circ$ ; poco más de la inclinación actual.

Para el caso de una inclinación temporal, entendiendo como tal la situación de obra y hasta que se tomen medidas de sostenimiento, se podría alcanzar una inclinación del orden de 3H:2V.



Estabilidad del talud de excavación de 6 metros de altura (estabilidad temporal)

### 8.3 Sostenimiento de las excavaciones.

En el caso de que, por cuestiones de proyecto, no se disponga de espacio suficiente para ataluzar sin afectar a estructuras que puedan existir o vayan a proyectarse cerca de la coronación del desmonte, y se deba verticalizar la excavación, se deberá realizar un sostenimiento previo mediante pantalla de micropilotes o bien considerar una estabilización mediante soil nailing, muros al pie o similares.

Esta opción debería estudiarse una vez determinada la configuración concreta del proyecto (cotas y distancias definitivas de la excavación).

### 8.4 Reutilización de materiales.

No se han completado los específicos de clasificación de los suelos para su reaprovechamiento; No obstante, partiendo de los ensayos realizados, las muestras de los suelos superficiales se clasifican como suelos "Adecuados".

## 9 CONDICIONES DE CIMENTACIÓN.

### 9.1 Consideraciones previas

Considerando los condicionantes y la distribución de materiales expuesta en anteriores apartados, se recomienda que la cimentación de los espesadores se lleve a cabo de forma homogénea sobre el macizo rocoso dolomítico; independientemente de que en la ubicación concreta y a la profundidad requerida por el proyecto el apoyo se lleve a cabo sobre dolomías compactas o dolomías margosas.

Se debe evitar, por tanto, apoyos parciales o totales sobre los sedimentos sueltos superficiales; por lo que el apoyo deberá realizarse a un mínimo de 2.40 metros de profundidad en la ubicación del sondeo S1 y a un mínimo de 5.30 metros en la ubicación del sondeo S2.

Estas profundidades suponen que la cota máxima de apoyo será la 849. En caso de ser necesario excavar por debajo de la cota de rasante de espesador prevista, se deberá realizar un pozo y nivelar con hormigón ciclópeo, de forma que no existan partes de la estructura apoyadas sobre los suelos sueltos superficiales.

### 9.2 Tensión admisible del terreno.

Partiendo de que la totalidad de la estructura estará apoyada en roca, el cálculo de la tensión admisible se realizará siguiendo la metodología propuesta por el Código Técnico de la Edificación.

Según esta metodología, la tensión admisible de un macizo rocoso puede calcularse mediante la siguiente formulación:

$$q_{adm} = \alpha \cdot RCS$$

Siendo:

$$\alpha = \frac{3 + s / B}{10 \cdot \sqrt{1 + 300 \cdot a / s}}$$

Donde:

- s: espaciado de las discontinuidades
- B: anchura del cimiento
- a: apertura de las discontinuidades
- RCS: Resistencia a compresión simple

Suponiendo la situación más desfavorable posible, el coeficiente reductor “ $\alpha$ ” tiende a 0,1.

Considerando que la resistencia a compresión simple mínima de la matriz rocosa obtenida en los ensayos es superior a 200 Kg/cm<sup>2</sup>, la tensión admisible del macizo rocoso podría superar 20 Kg/cm<sup>2</sup>.

No obstante, dado que es posible que parte la cimentación apoye parcialmente sobre hormigón ciclópeo y, posiblemente, el confinamiento lateral del mismo no sea demasiado garantista, se recomienda considerar una tensión admisible del cálculo inferior o igual a 7 Kg/cm<sup>2</sup>; siempre y cuando el hormigón ciclópeo utilizado sea de la calidad suficiente (se descartan ciclópeos efectuados con escombros de obra, mezclas térreas, etc.).

Considerando una tensión admisible del terreno < 7.00 Kg/cm<sup>2</sup> los asentamientos que puedan producirse serán despreciables independientemente del tamaño de la cimentación.

### 9.3 Cálculo de asentamientos.

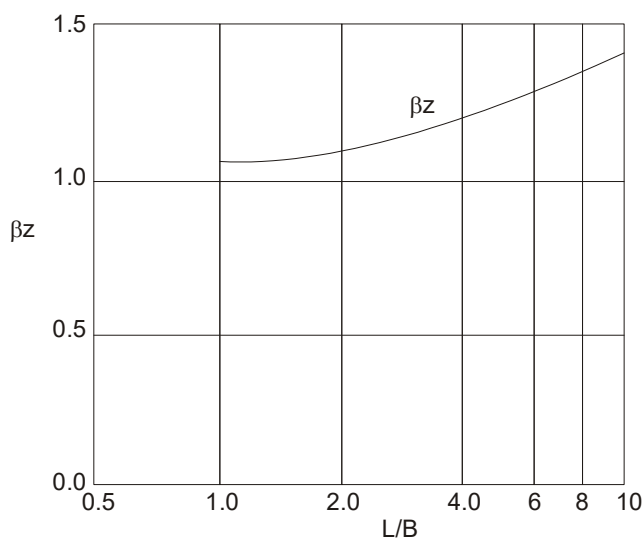
Se han calculado los asentamientos que puedan producirse suponiendo una carga rectangular rígida sobre un semiespacio elástico homogéneo.

El asiento máximo previsible se calculará a partir de la solución propuesta por Whitman y Richart cuya expresión es la siguiente:

$$S = \frac{q \times (1 - \nu^2) \times \sqrt{B \times L}}{\beta \times E}$$

Donde:

- $\beta z$  = parámetro función de las dimensiones del área cargada, se obtiene del ábaco adjunto.
- $q$  = carga media (Kp/cm<sup>2</sup>).
- $B$  = ancho del cimiento (cm).
- $L$  = longitud del cimiento (cm).
- $\nu$  = coeficiente de Poisson.
- $E$  = Módulo de deformación del terreno (kp/cm<sup>2</sup>).



**Factor de forma  $\beta z$ .**

Partiendo de esta formulación y atribuyendo al macizo rocoso un módulo de deformación conservador de 20.000 Kg/cm<sup>2</sup> el asiento obtenido es de 0.46 cm

Respecto al coeficiente de balasto considerando una losa de 11 x 25 metros, puede expresarse como el cociente entre la presión aplicada y el asiento que produce.

$$k_v = \frac{\sigma_v}{s}$$

El “coeficiente de balasto” no es un parámetro geotécnico del terreno sino que depende del nivel de tensiones y de las dimensiones del área cargada, ya que, para una misma presión, el asiento aumenta cuando aumenta la superficie cargada. Por todo ello, el “coeficiente de balasto” es más, un resultado observable, que una propiedad intrínseca del terreno.

En otras palabras, este coeficiente da una idea de la deformabilidad del terreno, si bien, el terreno se deformará no sólo en función de la presión transmitida a la cimentación sino también, de la geometría y dimensiones de ésta, de la rigidez relativa, de la trayectoria tensional, etc.

Partiendo de los cálculos realizados, suponiendo una losa de las dimensiones contempladas, uniformemente cargada con hasta 7 Kg/cm<sup>2</sup>, el coeficiente de balasto para las dimensiones reales de la losa sería de 15 Kg/cm<sup>3</sup> (suponiendo el apoyo homogéneo en roca y considerando que este resultados es conservador).

Finalmente comentar que, dado que los suelos analizados no son agresivos al hormigón según la EHE-08, no se prevé un ambiente agresivo, por lo que las relaciones agua cemento y kilos de cemento por metro cúbico de hormigón serán las necesarias para alcanzar la resistencia que marque el proyecto; sin que existan condicionamientos por agresividad del suelo.

## 10 RESUMEN Y CONCLUSIONES.

El ámbito de proyecto, situado al Noroeste de la localidad madrileña de Torrelaguna, comprende la construcción de dos espesadores.

Los terrenos afectados por el proyecto son sedimentos gruesos (gravas) que cubren un macizo rocoso de naturaleza dolomítica.

Para el encaje de las estructuras será necesario realizar una excavación cuya inclinación estable a largo se ha estimado en 28°.



En el caso de realizar una excavación temporal en espera de agregar algún sistema de sostenimiento, se podrá alcanzar una inclinación de hasta 3H:2V.

En el momento de tocar roca (cajeado de la cimentación o similares) la excavación podrá inclinarse hasta prácticamente ser vertical.

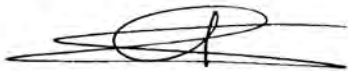
La cimentación de los espesadores deberá apoyarse uniformemente sobre el macizo rocoso o bien, si fuera necesario, sobre pozos rellenos de hormigón ciclópeo.

La tensión admisible en roca es muy alta; no obstante se recomienda limitarla a 7 Kg/cm<sup>2</sup>; Los asientos calculados partiendo de esta recomendación serán inferiores a 0.5 cm.

Finalmente, el módulo de balasto estimado para la dimensión de losa considerada (11 x 25 m) fue de 15 Kg/cm<sup>3</sup>.

ESTE INFORME, CONSTA DE 28 PÁGINAS NUMERADAS (INCLUIDA ESTA). A CONTINUACIÓN SE PRESENTAN LOS ANEJOS.

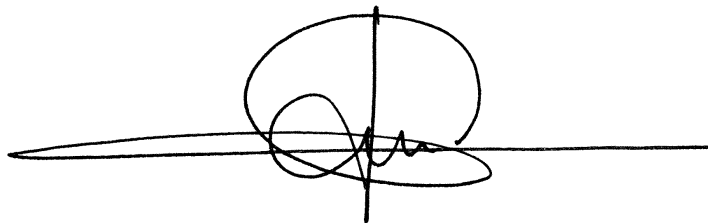
Mos, a 22 de Mayo de 2019



Samuel Cerqueira Mallo  
Químico  
DIRECTOR DE LABORATORIO



Norberto Saiz Ruiz  
Geólogo ICOG: 2891

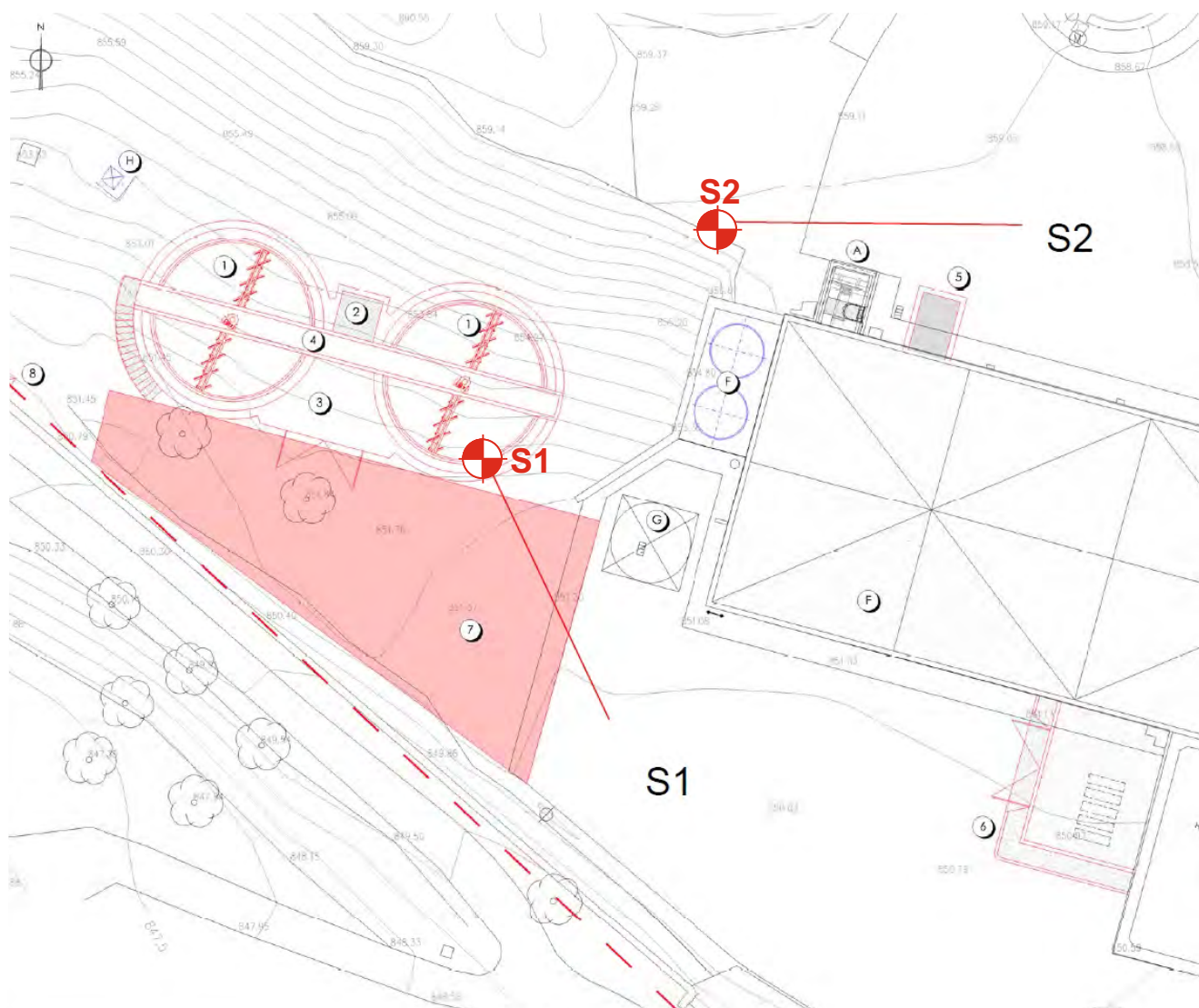


Daniel Ron Gudín  
Geólogo ICOGA: 853

***ANEJOS AL INFORME***

***ANEJO 1:***

***SITUACIÓN DE LOS PUNTOS INVESTIGADOS***





***ANEJO 2:***

***REGISTRO Y FOTOGRAFÍAS DE LOS SONDEOS A ROTACIÓN***



[illegible]











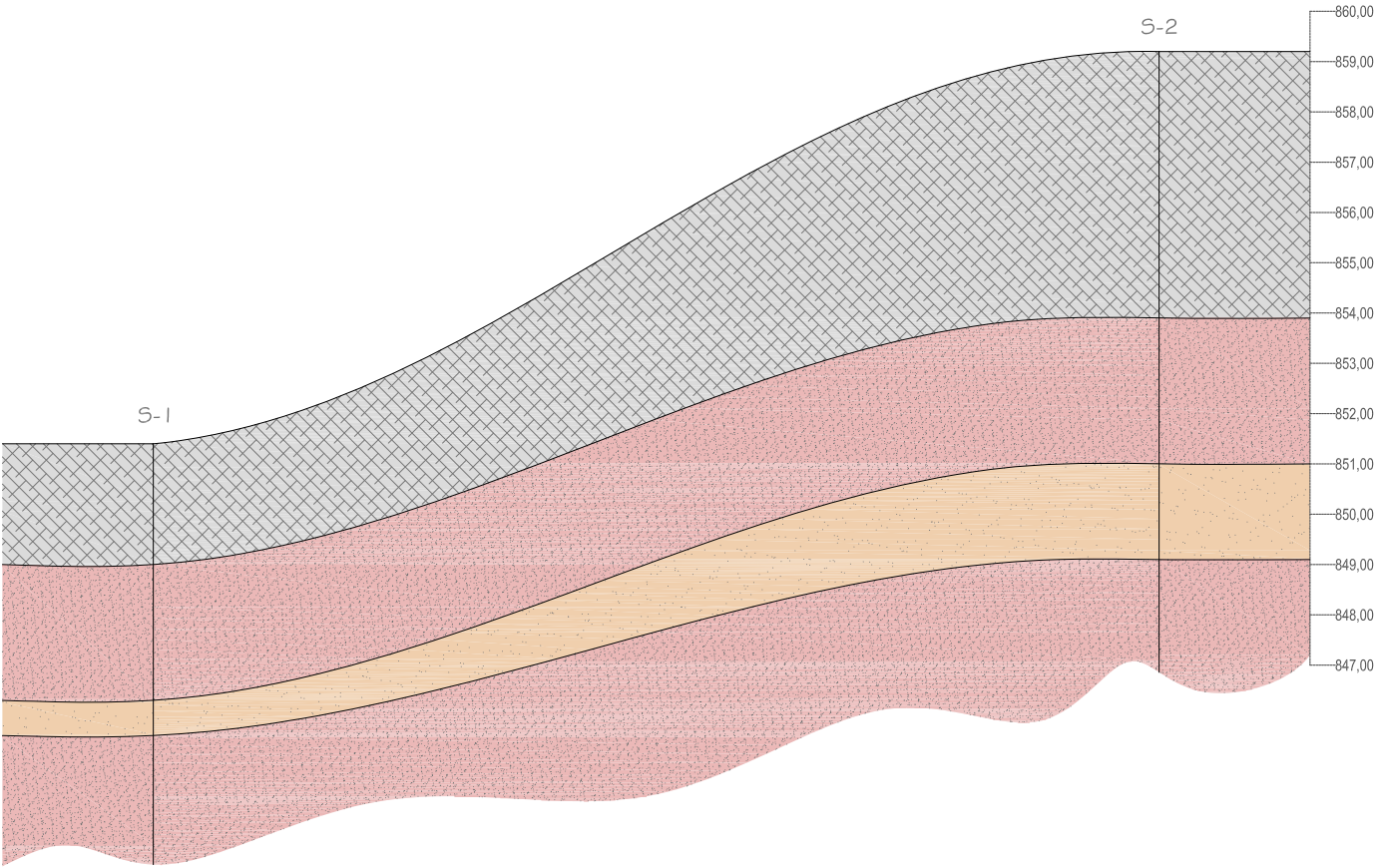


**ANEJO 3:**




**PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO**



PERFIL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO



LEYENDA

	Sedimentos sueltos (Gravas dolomíticas)
	Dolomías Compactas
	Dolomías Margosas



***ANEJO 4:***

***REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO***

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N° GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA Nº **99 150462** FECHA ENTRADA: **24/06/2019** Página 1 de 1

REFERENCIA: **C-138023**

LOCALIZACIÓN MUESTRA: **SONDEO S-2**

PETICIONARIO: **CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A.**

PROFUNDIDAD: **11.70 - 11.90 m**

OBRA: **ETAP TORRELAGUNA**

SITUACIÓN: **TORRELAGUNA - MADRID**

TIPO DE MUESTRA: **TESTIGO DE ROCA**

**TESTIGO DE ROCA**

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PROBETAS DE ROCA. UNE 22950-1**

TESTIGO	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ESBELTEZ	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	CARGA ROTURA (Tn)	TENSIÓN ROTURA (MPa)	TENSIÓN CORREGIDA (MPa)
1	71.2	142.8	2.01	0.3	2.47	25.3	62.3	62.3



Foto N°1

Vista del testigo antes y después de la rotura

**Observaciones:** El calculo usado para la determinación de la tensión corregida ha sido extraído de la norma NLT-250

Mos, 17 de julio de 2019



Samuel Cerqueira Mallo

DIRECTOR DEL LABORATORIO



Norberto Saiz Ruiz

JEFE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de **enmacosa consultoría técnica**

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N° GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA Nº **99 150461** FECHA ENTRADA: **24/06/2019** Página 1 de 2

REFERENCIA: **C-138023**

LOCALIZACIÓN MUESTRA: **SONDEO S-2**

PETICIONARIO: **CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A.**

PROFUNDIDAD: **10.30 - 10.55 m**

OBRA: **ETAP TORRELAGUNA**

SITUACIÓN: **TORRELAGUNA - MADRID**

TIPO DE MUESTRA: **TESTIGO DE ROCA**

**TESTIGO DE ROCA**

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PROBETAS DE ROCA. UNE 22950-1**

TESTIGO	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ESBELTEZ	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	CARGA ROTURA (Tn)	TENSIÓN ROTURA (MPa)	TENSIÓN CORREGIDA (MPa)
1	71.2	141.0	1.98	0.9	2.60	21.7	53.5	53.4

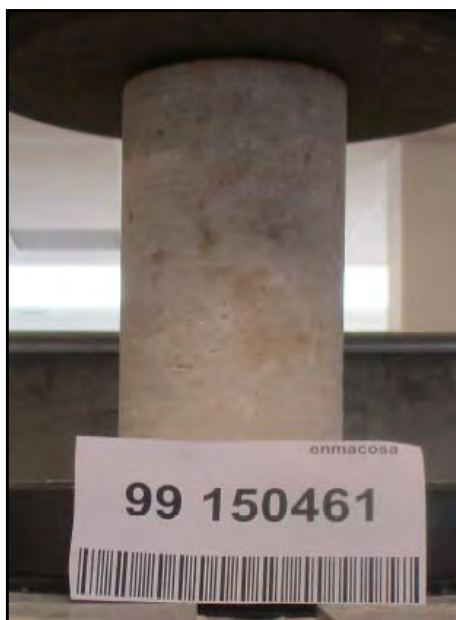


Foto N°1

Vista del testigo antes y después de la rotura

**Observaciones:** . El calculo usado para la determinación de la tensión corregida ha sido extraído de la norma NLT-250



Samuel Cerqueira Mallo

DIRECTOR DEL LABORATORIO



Norberto Saiz Ruiz

JEFE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de **enmacosa consultoría técnica**

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

<b>MUESTRA Nº</b>	<b>99 150461</b>	<b>FECHA ENTRADA:</b>	<b>24/06/2019</b>	<b>Página 2 de 2</b>
-------------------	------------------	-----------------------	-------------------	----------------------

 REFERENCIA: **C-138023**

 LOCALIZACIÓN MUESTRA: **SONDEO S-2**

 PETICIONARIO: **CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A.**

 PROFUNDIDAD: **10.30 - 10.55 m**

 OBRA: **ETAP TORRELAGUNA**

 SITUACIÓN: **TORRELAGUNA - MADRID**

 TIPO DE MUESTRA **TESTIGO DE ROCA**
**TESTIGO DE ROCA**
**RESISTENCIA A TRACCIÓN. ENSAYO BRASILEÑO. UNE 22950-2**

TESTIGO	DIÁMETRO (mm)	ESPESOR (mm)	ESBELTEZ	PESO (g)	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CARGA ROTURA (kg)	RESISTENCIA A TRACCIÓN (MPa)
1	71.3	38.97	0.55	411.50	2.65	3731.5	6.6



**Foto N°1**  
**Vista del testigo después de la rotura**

**Observaciones:** El calculo usado para la determinación de la tensión corregida ha sido extraído de la norma NLT-250

Mos a 17 de julio de 2019



DIRECTOR DEL LABORATORIO  
Samuel Cerqueira Mallo



JEFE ÁREA GT  
Norberto Saiz Ruiz

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de **enmacosa consultoría técnica**

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N° GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

**MUESTRA N°** 99 150460 **FECHA ENTRADA:** 24/06/2019 **Página 1 de 1**

**REFERENCIA:** C-138023

**LOCALIZACIÓN MUESTRA:** SONDEO S-2

**PETICIONARIO:** CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A.

**PROFUNDIDAD:** 8.40 - 8.55 m

**OBRA:** ETAP TORRELAGUNA

**SITUACIÓN:** TORRELAGUNA - MADRID

**TIPO DE MUESTRA:** TESTIGO DE ROCA

TESTIGO DE ROCA

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PROBETAS DE ROCA. UNE 22950-1**

TESTIGO	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ESBELTEZ	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	CARGA ROTURA (Tn)	TENSIÓN ROTURA (MPa)	TENSIÓN CORREGIDA (MPa)
1	70.7	118.4	1.67	0.2	2.46	15.9	39.7	38.8



Foto N°1

Vista del testigo después de la rotura

**Observaciones:** El calculo usado para la determinación de la tensión corregida ha sido extraído de la norma NLT-250

Mos, 16 de julio de 2019



Samuel Cerqueira Mallo

DIRECTOR DEL LABORATORIO



Norberto Saiz Ruiz

JEFE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica



Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N° GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

**MUESTRA Nº** 99 150459 **FECHA ENTRADA:** 24/06/2019 Página 1 de 2

**REFERENCIA:** C-138023 **LOCALIZACIÓN MUESTRA:** SONDEO S-2  
**PETICIONARIO:** CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A. **PROFUNDIDAD:** 6.60 - 6.80 m  
**OBRA:** ETAP TORRELAGUNA  
**SITUACIÓN:** TORRELAGUNA - MADRID  
**TIPO DE MUESTRA:** TESTIGO DE ROCA TESTIGO DE ROCA

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PROBETAS DE ROCA. UNE 22950-1**

TESTIGO	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ESBELTEZ	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	CARGA ROTURA (Tn)	TENSIÓN ROTURA (MPa)	TENSIÓN CORREGIDA (MPa)
1	71.4	139.3	1.95	0.6	2.45	29.1	71.4	71.2

**Observaciones:** . El calculo usado para la determinación de la tensión corregida ha sido extraído de la norma NLT-250



Samuel Cerqueira Mallo  
DIRECTOR DEL LABORATORIO



Norberto Saiz Ruiz  
JEFE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

<b>MUESTRA Nº</b>	<b>99 150459</b>	<b>FECHA ENTRADA:</b>	<b>24/06/2019</b>	Página 2 de 2
-------------------	------------------	-----------------------	-------------------	---------------

 REFERENCIA: **C-138023**

 LOCALIZACIÓN MUESTRA: **SONDEO S-2**

 PETICIONARIO: **CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A.**

 PROFUNDIDAD: **6.60 - 6.80 m**

 OBRA: **ETAP TORRELAGUNA**

 SITUACIÓN: **TORRELAGUNA - MADRID**

 TIPO DE MUESTRA **TESTIGO DE ROCA**
**TESTIGO DE ROCA**
**RESISTENCIA A TRACCIÓN. ENSAYO BRASILEÑO. UNE 22950-2**

TESTIGO	DIÁMETRO (mm)	ESPESOR (mm)	ESBELTEZ	PESO (g)	DENSIDAD (g/cm3)	CARGA ROTURA (kg)	RESISTENCIA A TRACCIÓN (MPa)
1	71.1	38.21	0.54	376.30	2.48	2226.5	4.0

**Observaciones:** El calculo usado para la determinación de la tensión corregida ha sido extraído de la norma NLT-250

Mos a 17 de julio de 2019



DIRECTOR DEL LABORATORIO

Samuel Cerqueira Mallo



JEFE ÁREA GT

Norberto Saiz Ruiz

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de **enmacosa consultoría técnica**

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N° GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA N° **99 150456** FECHA ENTRADA: **24/06/2019** Página 1 de 2

REFERENCIA: **C-138023**

LOCALIZACIÓN MUESTRA: **SONDEO S-1**

PETICIONARIO: **CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A.**

PROFUNDIDAD: **7.70 - 8.00 m**

OBRA: **ETAP TORRELAGUNA**

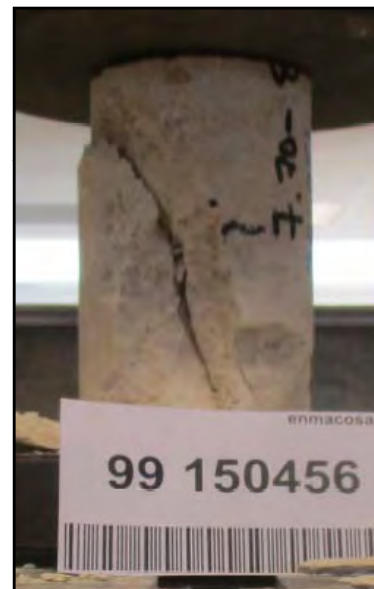
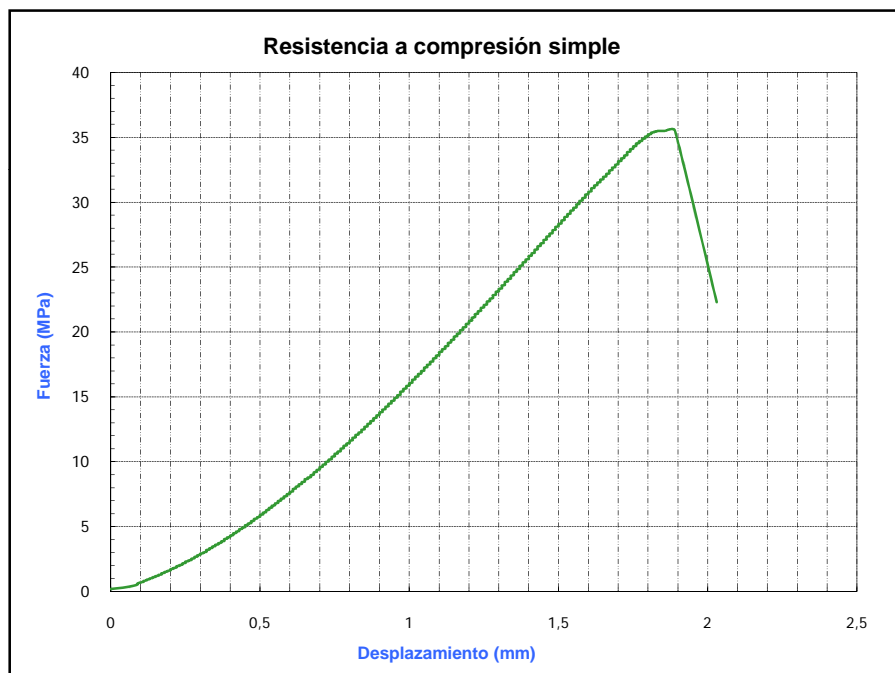
SITUACIÓN: **TORRELAGUNA - MADRID**

TIPO DE MUESTRA: **TESTIGO DE ROCA**

**TESTIGO DE ROCA**

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PROBETAS DE ROCA. UNE 22950-1**

TESTIGO	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ESBELTEZ	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	CARGA ROTURA (Tn)	TENSIÓN ROTURA (MPa)	TENSIÓN CORREGIDA (MPa)
1	71.2	139.4	1.96	0.2	2.29	14.4	35.6	35.5



**Foto N°1**

**Vista del testigo después de la rotura**

**Observaciones:** El cálculo usado para la determinación de la tensión corregida ha sido extraído de la norma NLT-250



Samuel Cerqueira Mallo

DIRECTOR DEL LABORATORIO



Norberto Saiz Ruiz

JEFE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de **enmacosa consultoría técnica**

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

<b>MUESTRA Nº</b>	<b>99 150456</b>	<b>FECHA ENTRADA:</b>	<b>24/06/2019</b>	Página 2 de 2
-------------------	------------------	-----------------------	-------------------	---------------

 REFERENCIA: **C-138023**

 LOCALIZACIÓN MUESTRA: **SONDEO S-1**

 PETICIONARIO: **CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A.**

 PROFUNDIDAD: **7.70 - 8.00 m**

 OBRA: **ETAP TORRELAGUNA**

 SITUACIÓN: **TORRELAGUNA - MADRID**

 TIPO DE MUESTRA **TESTIGO DE ROCA**
**TESTIGO DE ROCA**
**RESISTENCIA A TRACCIÓN. ENSAYO BRASILEÑO. UNE 22950-2**

TESTIGO	DIÁMETRO (mm)	ESPESOR (mm)	ESBELTEZ	PESO (g)	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CARGA ROTURA (kg)	RESISTENCIA A TRACCIÓN (MPa)
1	71.2	36.51	0.51	359.40	2.47	2132.5	4.0



**Foto N°1**  
**Vista del testigo después de la rotura**

**Observaciones:** El calculo usado para la determinación de la tensión corregida ha sido extraído de la norma NLT-250

Mos a 17 de julio de 2019



DIRECTOR DEL LABORATORIO  
Samuel Cerqueira Mallo



JEFE ÁREA GT  
Norberto Saiz Ruiz

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de **enmacosa consultoría técnica**

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N° GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

**MUESTRA N°** 99 150455 **FECHA ENTRADA:** 24/06/2019 **Página 1 de 1**

**REFERENCIA:** C-138023

**LOCALIZACIÓN MUESTRA:** SONDEO S-1

**PETICIONARIO:** CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A.

**PROFUNDIDAD:** 6.10 - 6.30 m

**OBRA:** ETAP TORRELAGUNA

**SITUACIÓN:** TORRELAGUNA - MADRID

**TIPO DE MUESTRA:** TESTIGO DE ROCA

TESTIGO DE ROCA

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PROBETAS DE ROCA. UNE 22950-1**

TESTIGO	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ESBELTEZ	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	CARGA ROTURA (Tn)	TENSIÓN ROTURA (MPa)	TENSIÓN CORREGIDA (MPa)
1	71.2	141.2	1.98	0.4	2.49	19.9	49.1	49.1

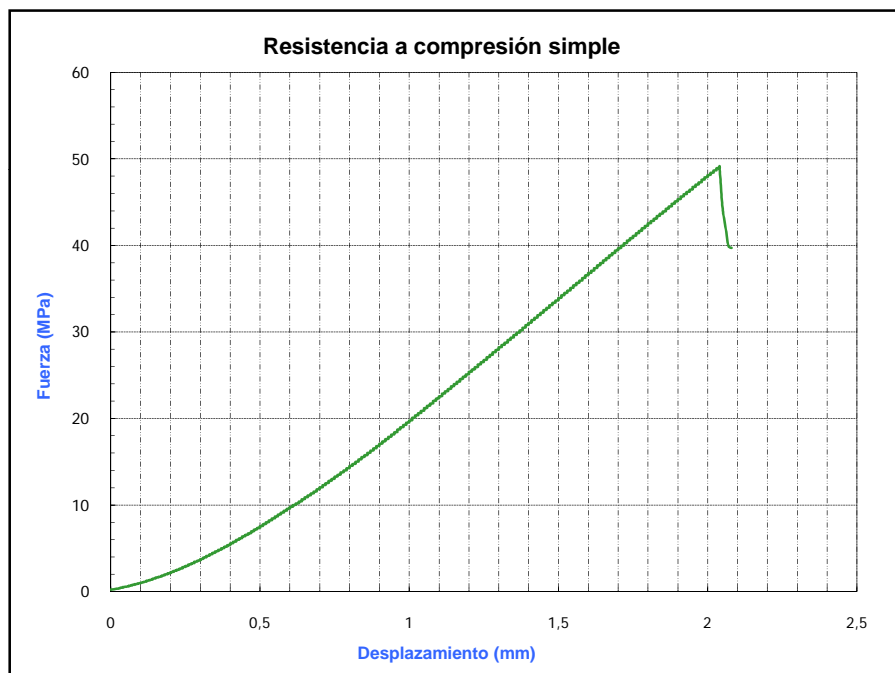


Foto N°1

Vista del testigo después de la rotura

**Observaciones:** El cálculo usado para la determinación de la tensión corregida ha sido extraído de la norma NLT-250

Mos, 16 de julio de 2019



Samuel Cerqueira Mallo

DIRECTOR DEL LABORATORIO



Norberto Saiz Ruiz

JEFE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica



Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con N° GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA N° **99 150453** FECHA ENTRADA: **24/06/2019** Página 1 de 1

REFERENCIA: **C-138023**

LOCALIZACIÓN MUESTRA: **SONDEO S-1**

PETICIONARIO: **CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A.**

PROFUNDIDAD: **4.00 - 4.20 m**

OBRA: **ETAP TORRELAGUNA**

SITUACIÓN: **TORRELAGUNA - MADRID**

TIPO DE MUESTRA: **TESTIGO DE ROCA**

**TESTIGO DE ROCA**

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE PROBETAS DE ROCA. UNE 22950-1**

TESTIGO	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	ESBELTEZ	HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)	CARGA ROTURA (Tn)	TENSIÓN ROTURA (MPa)	TENSIÓN CORREGIDA (MPa)
1	71.0	142.1	2.00	8.1	2.28	9.3	23.1	23.1

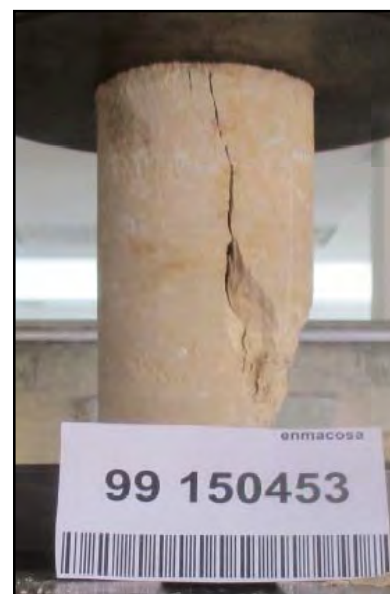
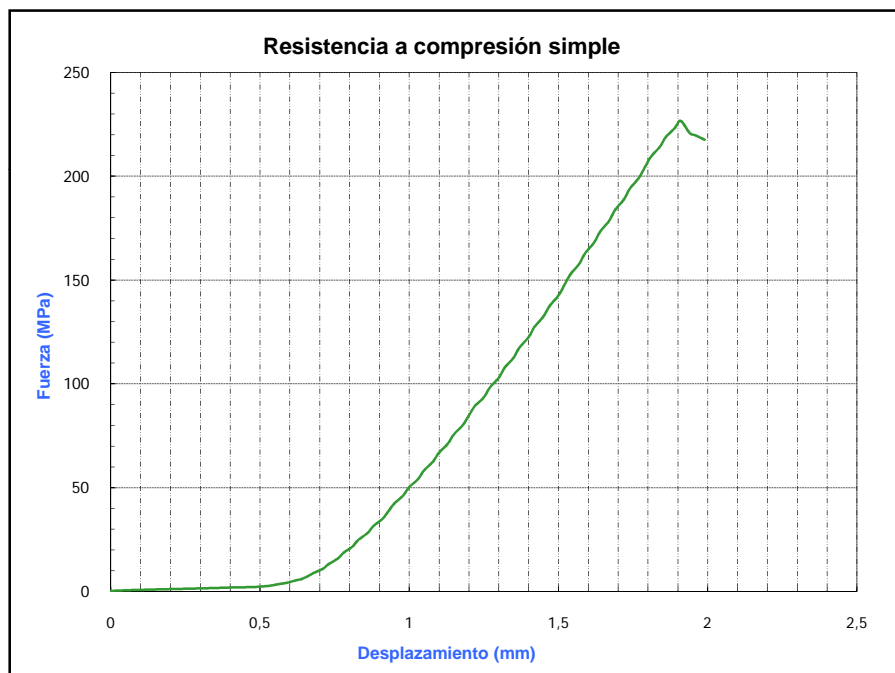


Foto N°1

Vista del testigo después de la rotura

**Observaciones:** El cálculo usado para la determinación de la tensión corregida ha sido extraído de la norma NLT-250

Mos, 12 de julio de 2019



Samuel Cerqueira Mallo

DIRECTOR DEL LABORATORIO



Norberto Saiz Ruiz

JEFE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de **enmacosa consultoría técnica**

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA Nº: **99 150458** FECHA DE ENTRADA: **24/06/2019** Página 1 de 1

REFERENCIA: **C-138023**

LOCALIZACIÓN: **SONDEO S-2**

PETICIONARIO: **CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A.**

PROFUNDIDAD: **3,60 - 4,20 m**

OBRA: **ETAP TORRELAGUNA**

FECHA DE TOMA: **21/06/2019**

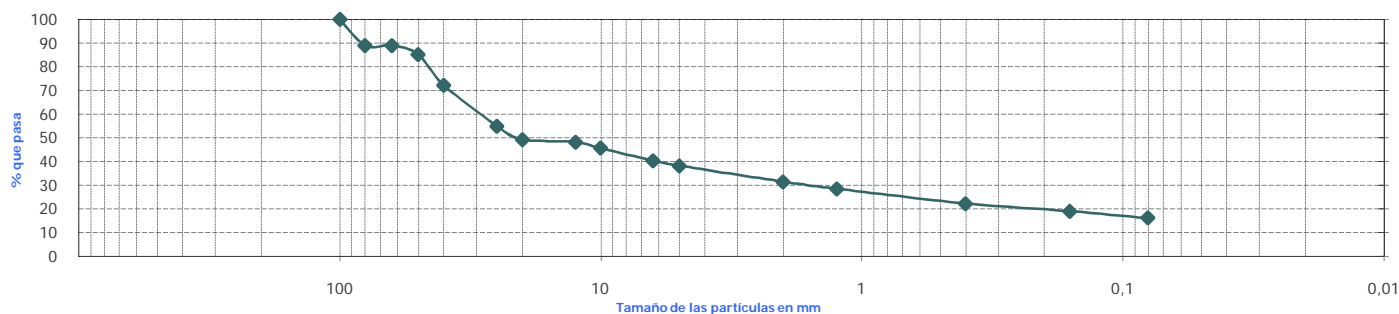
SITUACIÓN: **TORRELAGUNA - MADRID**

TIPO DE MUESTRA: **SUELO**

**SUELO**

## RESULTADO DE LOS ENSAYOS

Granulometría UNE 103 101



TAMICES UNE	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5	2	1.25	0.4	0.16	0.08
% PASA	100	89	89	85	72	55	49	48	46	40	38	31	28	22	19	16.1

Ensayo	Norma	Resultado	Especificaciones
Límites de Atterberg	UNE 103 103/UNE 103 104	Límite Líquido: 21.1 Límite Plástico: 17.1 Índice de Plasticidad: 4.0	
Contenido en carbonatos	UNE 103 200	41.5%	

### Agresividad de suelo frente al hormigón (EHE)

Débil Medio Fuerte


Contenido de sulfatos	UNE 83963	139.1 mg/kg	2000 a 3000 3000 a 12000 > 12000
Acidez Baumann-Gully (ACIDEZ SA <sub>BG</sub> )	UNE EN 16502	10.8 ml/kg	> 200


GRADO DE AGRESIVIDAD PARA EL HORMIGÓN

**NO AGRESIVO**

Observaciones:

Mos, 16 de julio de 2019

  
Samuel Cerqueira Mallo  
DIRECTOR DE LABORATORIO

  
Norberto Saiz Ruiz  
JEFE DE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica.

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA Nº: **99 150457** FECHA DE ENTRADA: **24/06/2019** Página 1 de 1

REFERENCIA: **C-138023**

LOCALIZACIÓN: **SONDEO S-2**

PETICIONARIO: **CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A.**

PROFUNDIDAD: **0,60 - 1,20 m**

OBRA: **ETAP TORRELAGUNA**

FECHA DE TOMA: **21/06/2019**

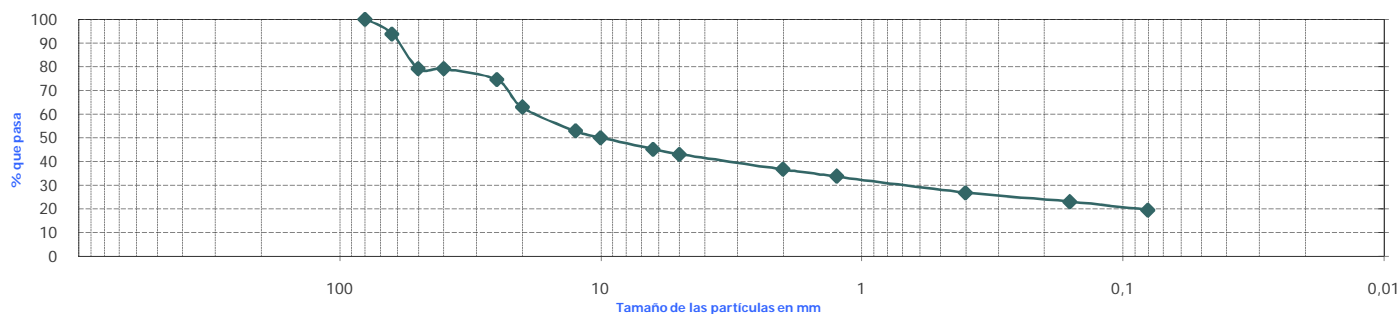
SITUACIÓN: **TORRELAGUNA - MADRID**

TIPO DE MUESTRA: **SUELO**

**SUELO**

## RESULTADO DE LOS ENSAYOS

Granulometría UNE 103 101



TAMICES UNE	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5	2	1.25	0.4	0.16	0.08
% PASA		100	94	79	79	74	63	53	50	45	43	37	34	27	23	19.5

Ensayo	Norma	Resultado	Especificaciones
Límites de Atterberg	UNE 103 103/UNE 103 104	Límite Líquido	22.1
		Límite Plástico	16.6
		Índice de Plasticidad	5.5
Contenido en carbonatos	UNE 103 200	43.9%	

### Agresividad de suelo frente al hormigón (EHE)

Débil Medio Fuerte

Contenido de sulfatos **UNE 83963** **137.5 mg/kg** 2000 a 3000 3000 a 12000 > 12000


Acidez Baumann-Gully (ACIDEZ SA<sub>BG</sub>) **UNE EN 16502** **6.0 ml/kg** > 200


GRADO DE AGRESIVIDAD PARA EL HORMIGÓN

**NO AGRESIVO**

Observaciones:

Mos, 16 de julio de 2019

  
Samuel Cerqueira Mallo  
DIRECTOR DE LABORATORIO

  
Norberto Saiz Ruiz  
JEFE DE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica.

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

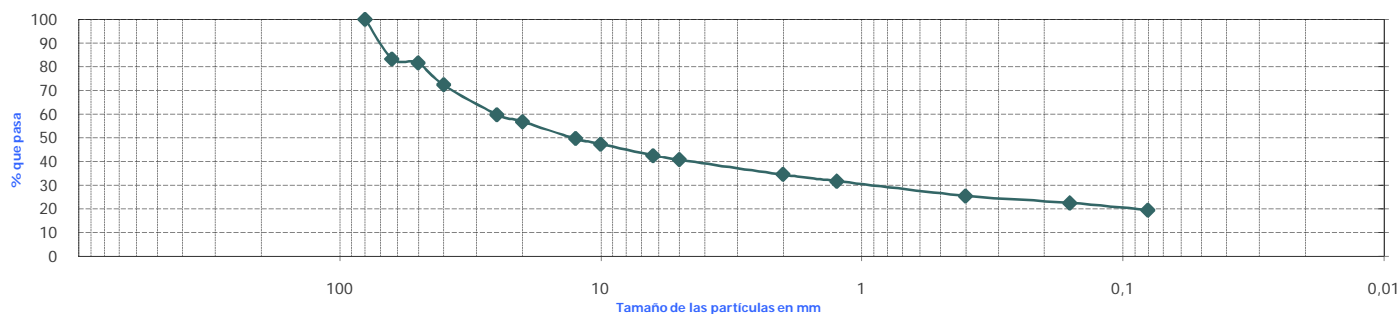
GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

MUESTRA Nº: **99 150452** FECHA DE ENTRADA: **24/06/2019** Página 1 de 1

REFERENCIA: **C-138023** LOCALIZACIÓN: **SONDEO S-1**  
 PETICIONARIO: **CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A.** PROFUNDIDAD: **1,20 - 1,60 m**  
 OBRA: **ETAP TORRELAGUNA** FECHA DE TOMA: **21/06/2019**  
 SITUACIÓN: **TORRELAGUNA - MADRID**  
 TIPO DE MUESTRA: **SUELO**

## RESULTADO DE LOS ENSAYOS

Granulometría UNE 103 101



TAMICES UNE	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5	2	1.25	0.4	0.16	0.08
% PASA		100	83	81	72	60	57	50	47	42	41	34	32	25	22	19.5

Ensayo	Norma	Resultado	Especificaciones
Límites de Atterberg	UNE 103 103/UNE 103 104	Límite Líquido: 20.4 Límite Plástico: 16.1 Índice de Plasticidad: 4.3	
Contenido en carbonatos	UNE 103 200	49.8%	

### Agresividad de suelo frente al hormigón (EHE)

Débil Medio Fuerte


Contenido de sulfatos	UNE 83963	113.6 mg/kg	2000 a 3000 3000 a 12000 > 12000
Acidez Baumann-Gully (ACIDEZ SA <sub>BG</sub> )	UNE EN 16502	8.0 ml/kg	> 200


GRADO DE AGRESIVIDAD PARA EL HORMIGÓN

NO AGRESIVO

Observaciones:

Mos, 16 de julio de 2019

  
 Samuel Cerqueira Mallo  
 DIRECTOR DE LABORATORIO

  
 Norberto Saiz Ruiz  
 JEFE DE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica.

Laboratorio habilitado por la Xunta de Galicia e inscrito en el Registro General del CTE como LECCE con Nº GAL-L-056 en las siguientes áreas de actuación:

GT (Ensayos Geotecnia), VS (Ensayos Viales), PS (Ensayos Pruebas Servicio), EH (Ensayos Estructuras Hormigón Estructural), EA (Ensayos Estructuras Acero Estructural), EF (Ensayos Obras Albañilería), Acústica y Otros.

<b>MUESTRA Nº</b>	<b>99 150454</b>	<b>FECHA ENTRADA: 24/06/2019</b>	<b>Página 1 de 1</b>
-------------------	------------------	----------------------------------	----------------------

REFERENCIA: <b>C-138023</b>	LOCALIZACIÓN MUESTRA: <b>SONDEO S-1</b>
-----------------------------	---

PETICIONARIO: <b>CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A.</b>	PROFUNDIDAD: <b>5.00 - 5.40 m</b>
---	-----------------------------------

 OBRA: **ETAP TORRELAGUNA**


 SITUACION: **TORRELAGUNA - MADRID**

 TIPO DE MUESTRA: **TESTIGO DE ROCA**
**TESTIGO DE ROCA**
**RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL. ( UNE 22950-5 )**

TESTIGO	TIPO	PLANO ANISOTROPIA/ PLANO DE CARGA	W (mm)	D (mm)	HUMEDAD (%)	P (KN)	I <sub>S</sub> (N/mm²)	I <sub>S(50)</sub> (N/mm²)
1	AXIAL	=	70.9	52.8	0.09	1.123	0.24	0.27
2			71.2	48.1		1.227	0.28	0.32
TESTIGO	TIPO	PLANO ANISOTROPIA/ PLANO DE CARGA	L (mm)	D (mm)	HUMEDAD (%)	P (KN)	I <sub>S</sub> (N/mm²)	I <sub>S(50)</sub> (N/mm²)
1	DIAMETRAL	⊥	60.1	71.1	0.09	9.113	1.80	2.11
2			36.1	70.8		0.299	0.06	0.07
3			36.9	70.6		0.952	0.19	0.22
Valor medio I <sub>S</sub> (50) ⊥ (N/mm²)								0.22
Valor medio I <sub>S</sub> (50) = (N/mm²)								0.30
Indice de anisotropía I <sub>a</sub> (50) (N/mm²)								0.75

Observaciones:

Mos, 17 de julio de 2019



 Samuel Cerqueira Mallo  
 DIRECTOR DE LABORATORIO



 Norberto Saiz Ruiz  
 JEFE DE ÁREA GT

- Los resultados de los ensayos realizados afectan exclusivamente a las muestras recibidas.
- No está autorizada la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa de enmacosa consultoría técnica.



***ANEJO 5:***

***REPORTAJE FOTOGRAFICO***



Zona sondeo S1



Zona sondeo S2



Panorámica de la parcela



Emplazamiento sondeo a rotación S-2

## ANEJO Nº 5.- CÁLCULOS DE PROCESO

## INDICE

1. EXPERIENCIA DE EXPLOTACIÓN
2. BASES DE PARTIDA
  - 2.1. LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP
  - 2.2. LÍNEA DE FANGOS DE LA ETAP
3. ACTUACIONES PARA ADAPTACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE REACTIVOS
  - 3.1. BASES DE PARTIDA
  - 3.2. NUEVA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE CLORO
    - 3.2.1. Consumos
    - 3.2.2. Instalación de almacenamiento
    - 3.2.3. Evaporadores
    - 3.2.4. Reguladores de vacío
    - 3.2.5. Cabinas de cloración para precloración y postcloración
    - 3.2.6. Eyectores para precloración y postcloración
    - 3.2.7. Generadoras automáticas de dióxido de cloro
  - 3.3. NUEVA INSTALACIÓN DE AMONÍACO
    - 3.3.1. Dosis y consumos
    - 3.3.2. Instalación de almacenamiento de amoníaco
    - 3.3.3. Evaporadores de amoníaco
    - 3.3.4. Reguladores de vacío
    - 3.3.5. Cabinas de dosificación
    - 3.3.6. Eyectores de amoníaco
  - 3.4. COAGULANTE
    - 3.4.1. Datos del producto
    - 3.4.2. Consumos
    - 3.4.3. Instalación de almacenamiento
    - 3.4.4. Instalación de dosificación principal
    - 3.4.5. Instalación de dosificación secundaria
  - 3.5. CLORITO SÓDICO
  - 3.6. PERMANGANATO POTÁSICO
  - 3.7. ALMIDÓN
4. ACTUACIONES EN LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP
  - 4.1. BASES DE PARTIDA
  - 4.2. ACTUACIONES EN DECANTACIÓN
  - 4.3. REMODELACIÓN DE LOS FILTROS DE ARENA
    - 4.3.1. Características principales de la filtración
    - 4.3.2. Nuevos Lechos filtrantes
    - 4.3.3. Nuevos Falso fondo
    - 4.3.4. Lavado de los filtros
  - 4.4. MEJORAS EN LA RED DE AGUA DE SERVICIOS DE LA ETAP
5. ACTUACIONES EN LÍNEA DE FANGOS EN LA ETAP
  - 5.1. DATOS INICIALES
  - 5.2. BALSA DE HOMOGENEIZACIÓN
    - 5.2.1. Dimensionado de los nuevos espesadores como volumen adicional para homogenización de fangos



## INDICE

- 5.2.2. Nuevo bombeo adicional de alimentación a decantación lamelar
- 5.3. DECANTACIÓN LAMELAR DE LAS AGUAS DE LAVADO
  - 5.3.1. Decantadores lamelares
  - 5.3.2. Purga de fangos de decantación lamelar
  - 5.3.3. Bombeo de de agua recuperada
- 5.4. REMODELACIÓN DE LA ARQUETA ACTUAL DE FANGOS DECANTADOS COMO ARQUETA DE RECEPCIÓN DE PURGA DE FANGO DE LOS ACCELATOR
- 5.5. NUEVO ESPESADO POR GRAVEDAD DE LOS FANGOS
  - 5.5.1. Cámara de mezcla y reacción
  - 5.5.2. Nueva instalación de espesado
  - 5.5.3. Nuevo bombeo de fangos espesados por gravedad
- 5.6. MEZCLA Y HOMOGENEIZACIÓN DE FANGOS EN LA CÁMARA DE DESGASIFICACIÓN
- 5.7. DESHIDRATACIÓN EXISTENTE
  - 5.7.1. Bombeo existente de fangos a deshidratación
  - 5.7.2. Instalación actual deshidratación
  - 5.7.3. Acondicionamiento del fango
  - 5.7.4. Escurridos de la deshidratación
- 5.8. EVACUACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE FANGOS
  - 5.8.1. Bombeo existente de fangos deshidratados de centrífugas
  - 5.8.2. Almacenamiento de fangos deshidratados existente

## 1. EXPERIENCIA DE EXPLOTACIÓN

Se incluyen en este apartado los datos más relevantes de la explotación de las instalaciones desde el año 2014 hasta febrero de 2018.

En relación a los caudales, la planta ha tratado en el periodo estudiado un caudal medio de 1 m<sup>3</sup>/s, con dos o tres decantadores acelerator y unos 10 filtros en servicio, ambos correspondientes a una misma batería. En la siguiente tabla se muestran los caudales de agua bruta y los registrados de aguas de lavado de filtros y purgas de los decantadores acelerator.

Año	A. Bruta m <sup>3</sup> /año	Lavado m <sup>3</sup> /año	Purgas m <sup>3</sup> /año
2.014	29.739.056,00	393.086,00	62.837,00
2.015	37.351.959,00	268.365,00	54.696,00
2.016	39.331.198,00	319.429,00	44.130,00
2.017	27.788.489,00	240.791,00	36.429,00
2.018	6.933.113,00	49.683,00	4.484,00

En la siguiente tabla se muestran los caudales medios de agua bruta en m<sup>3</sup>/s, y los porcentajes medios de caudales de agua destinados a lavado de filtros y purgas de los decantadores acelerator.

Año	Q medio m <sup>3</sup> /s	Porcentaje	
		Lavado	Purgas
2.014	0,94	1,32%	0,21%
2.015	1,18	0,72%	0,15%
2.016	1,25	0,81%	0,11%
2.017	0,88	0,87%	0,13%
2.018	0,68	0,72%	0,06%
Periodo 2014-2018	0,99	0,89%	0,13%

Evidentemente, tanto los decantadores como los filtros han estado funcionando con parámetros de servicio muy conservadores. Prácticamente en filtración con velocidades 2,5 veces inferiores a su capacidad nominal y por ello las carreras de lavado en los filtros son significativamente elevadas

Estos valores pueden ayudar a estimar las condiciones medias de la planta cuando trabaje a su máxima capacidad de 6 m<sup>3</sup>/s, y, por tanto, se originarán unos caudales de lavado de unos 5200 m<sup>3</sup>/d en 20 lavados al día (280-300 m<sup>3</sup>/lavado). Las carreras de lavado medias en los filtros serán de unas 30 horas aproximadamente.

Del mismo modo, en esta situación de funcionamiento de 6 m<sup>3</sup>/s, la planta purgará desde los decantadores acelerator un caudal de unos 600-700 m<sup>3</sup>/d.

En relación a los reactivos y de acuerdo a los informes de explotación, los reactivos utilizados en la ETAP son los siguientes:

Reactivo	Producto	Uso	Línea	Consumo (kg)		
				2015	2016	2017
Cloro	Botellones 1000 Kg	Desinfección	L. Agua	149.994,00	152.101,00	121.778,00
Amoniaco	Botellones 1000 Kg	Desinfección	L. Agua	18.371,00	17.585,00	13.939,00
Clorito sódico	Cisternas	Desinfección	L. Agua	-	43.414,00	15.901,00
Policloruro de aluminio	AQUALENC F-1	Coagulación	L. Agua	149.944,00	263.420,00	-
Policloruro de aluminio	PAX XL-10	Coagulación	L. Agua	821.180,00	882.355,00	781.045,00
Almidón	KemOpti A-AC	Floculación	L. Agua / L. Fangos	3.880,00	6.670,00	5.385,00
Almidón	WISPROFLOC P	Floculación	L. Agua / L. Fangos	465,00	-	-
Hidróxido cálcico	Granel	pH y neutralización	L. Agua	181.460,00	237.200,00	172.240,00
Polielectrolito	FLOPAM AN 900 SEP	Deshidratación	L. Fangos	4.240,40	2.560,00	4.240,00

Con estos valores se pueden determinar las siguientes dosis de los reactivos (productos comerciales) utilizados en la línea de agua de la ETAP

Reactivos L. Agua	Dosis medias (g/m <sup>3</sup> )		
	2015	2016	2017
Cloro	4,02	3,88	4,4
Amoniaco	0,49	0,45	0,5
Policloruro de aluminio	30,22	29,18	28,2
Almidón	0,12	0,17	0,19
Hidróxido cálcico	4,87	6,04	6,22

En relación a la producción de fangos, de acuerdo a los informes de explotación y las analíticas, se ha podido estimar la producción específica (gMS) de fangos por m3 de agua bruta en el periodo 2014-2017, obteniéndose los siguientes resultados:

Año	gMS/m <sup>3</sup>
2014	5,07
2015	4,17
2016	4,78
2017	5,59

El valor medio en el periodo estudiado ha resultado ser un valor de 4,90 gMS/m3 de agua de entrada en la ETAP. Este valor es parecido al de otras ETAP de Canal de Isabel II con aguas a tratar de calidades similares.

Tras el análisis de los datos de explotación y en las condiciones de operación de los últimos años, el 85% de los fangos proceden de los decantadores acelerador y el 15% del agua de lavado de los filtros. Este dato difiere del que se registran en otras ETAP de Canal de Isabel II, y se entiende que es un dato que hay que tomar con precaución, ya que es posible que los diversos problemas de operación de la línea de fangos pueden ocasionar que parte de los fangos de filtración sean recirculados a cabecera de planta y retenidos posteriormente en los decantadores acelerador.

Por otra parte, la sequedad del fango deshidratado alcanza valores del 18% con dificultad, y ello se debe a las bajas concentraciones del fango de entrada en las centrífugas.

## 2. BASES DE PARTIDA

### 2.1. LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP

Se consideran los siguientes caudales de diseño para las actuaciones de la línea de agua y reactivos.

		C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
Caudal de diseño	m <sup>3</sup> /s	1,25	6,00
	m <sup>3</sup> /h	4.500,00	21.600,00
	m <sup>3</sup> /d	108.000,00	518.400,00

### 2.2. LÍNEA DE FANGOS DE LA ETAP

Se consideran los siguientes parámetros y valores de diseño para las actuaciones de la línea de fangos.

#### Parámetros generales de diseño en Línea de Fangos

Producción específica de fangos	gMS/m <sup>3</sup>	7,50	7,50
Porcentaje de fangos			
- De decantación	%	70,00%	70,00%
- De filtración	%	30,00%	30,00%
Total de fangos en la ETAP	KgMS/d	810,00	3.888,00

#### Fangos de decantación accelerator

Peso de fangos	KgMS/d	567,00	2.721,60
Concentración de las purgas	%	0,20	0,20
Caudal de purgas de la decantación	m <sup>3</sup> /d	283,50	1.360,80

#### Fangos procedentes de la filtración

Caudal procedentes del lavado de un filtro	m <sup>3</sup> /h	342,58	342,58
Carrera de lavado prevista	h	30,00	30,00
Número de filtros	Uds	5,00	24,00
Concentración	%	0,035	0,018
Peso de fangos.	Kg/d	243,00	1.166,40
Caudal diario de agua de lavado	m <sup>3</sup> /d	1.370,33	6.577,56

C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
----------------	------------

### 3. ACTUACIONES PARA ADAPTACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE REACTIVOS

#### 3.1. BASES DE PARTIDA

Caudal de diseño	m <sup>3</sup> /s	1,25	6,00
	m <sup>3</sup> /h	4.500,00	21.600,00
	m <sup>3</sup> /d	108.000,00	518.400,00

#### 3.2. NUEVA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE CLORO

##### Nuevas Instalaciones

Equipos

Depósitos  
Evaporadores  
Reguladores  
Equipos de seguridad  
Desinfección

Función

##### 3.2.1. Consumos

##### A/ Precloración

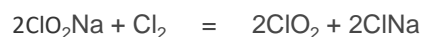
Caudal	m <sup>3</sup> /h	4.500,00	21.600,00
Dosis de cloro			
- Media	mg/l	2,50	2,50
- Máxima	mg/l	5,00	5,00
Consumos			
- Medios	kg/h	11,25	54,00
- Máximos	kg/h	22,50	108,00

##### B/ Postcloración

Caudal máximo	m <sup>3</sup> /h	4.500,00	21.600,00
Dosificación de cloro			
- Media	mg/l	1,50	1,50
- Máxima	mg/l	2,50	2,50
Consumo			
- Medio	kg/h	6,75	32,40
- Máximo	kg/h	11,25	54,00

##### C/ Formación de dióxido de cloro

La reacción para formar este compuesto es:



Para producir 1 Kg de dióxido de cloro (al 95%), se necesita:

- 5,64 Kg. de solución de clorito sódico al 25 %.
- 0,6 Kg. de cloro.

Caudal de diseño	m <sup>3</sup> /h	4.500,00	21.600,00
Dosificación de dióxido de cloro			
- Media	mg/l	0,35	0,35
- Máxima	mg/l	0,70	0,70
Consumo de dióxido de cloro			
- Media	kg/h	1,58	7,56
- Máxima	kg/h	3,15	15,12
Consumos de cloro para formación de dióxido de cloro			
- Media	kg/h	0,95	4,54
- Máxima	kg/h	1,89	9,07



C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
----------------	------------

#### D/ Consumos totales de cloro

##### *Consumos medios*

- Precloración	kg/h	11,25	54,00
- Postcloración	kg/h	6,75	32,40
- Formación de dióxido de cloro	kg/h	0,95	4,54
Total	kg/h	18,95	90,94
	Kg/día	454,68	2.182,46
	Kg/año	165.958,20	796.599,36

##### *Consumos máximos*

- Precloración	kg/h	22,50	108,00
- Postcloración	kg/h	11,25	54,00
- Formación de dióxido de cloro	kg/h	1,89	9,07
Total	kg/h	35,64	171,07
	Kg/día	855,36	4.105,73

### 3.2.2. Instalación de almacenamiento

#### Equipos

##### Sistema de seguridad

Autonomía requerida con consumo medio  
Capacidad de almacenamiento requerida

Nº de contenedores  
Peso unitario  
Capacidad de almacenamiento disponible  
Autonomía disponible

- A dosis media  
- A dosis máxima  
Nº de básculas electrónicas  
Nº de básculas en servicio simultáneo

#### Contenedores

##### Cierre automático por aire

##### Vaso de expansión con disco de ruptura

##### Básculas electrónicas

días	15,00	5,00
Kg	6.820,20	10.912,32
Ud.	12,00	12,00
Kg	1.000,00	1.000,00
Kg	12.000,00	12.000,00
días	26,39	5,50
días	14,03	2,92
Uds	2,00	2,00
Uds	1,00	1,00

### 3.2.3. Evaporadores

#### Equipos

Nº de evaporadores a instalar  
Nº de evaporadores en servicio  
Caudal unitario máximo requerido  
Máximo caudal unitario adoptado  
Presión de trabajo

#### Nuevos evaporadores

##### Toma de agua industrial

Ud.	2,00	2,00
Ud.	1,00	1,00
Kg/h	35,64	171,07
Kg/h	200,00	200,00
Kg/cm <sup>2</sup>		6 - 8

### 3.2.4. Reguladores de vacío

#### Equipos

Nº total de reguladores a instalar

##### Servicio a Precloración

Número de reguladores a instalar  
Número de reguladores en servicio  
Capacidad máxima unitaria necesaria  
Capacidad unitaria adoptada

##### Servicio a Postcloración

Número de reguladores a instalar  
Número de reguladores en servicio  
Capacidad unitaria necesaria

#### Se instalarán nuevos reguladores de vacío

Uds	7,00	7,00
Ud	2,00	2,00
Ud	2,00	2,00
Kg/h	11,25	54,00
Kg/h	60,00	60,00
Ud	1,00	1,00
Ud	1,00	1,00
Kg/h	11,25	54,00

		C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
Capacidad unitaria adoptada	Kg/h	60,00	60,00
<u>Regulador de reserva combinada Precloración/Postcloración</u>			
Número de reguladores a instalar	Ud	2,00	2,00
Capacidad unitaria necesaria	Kg/h	11,25	54,00
Capacidad unitaria adoptada	Kg/h	60,00	60,00
<u>Formación de dióxido de cloro</u>			
Nº reguladores a instalar	Ud	2,00	2,00
Nº reguladores en servicio	Ud	1,00	1,00
Capacidad máxima unitaria necesaria	Kg/h	1,89	9,07
Capacidad unitaria adoptada	Kg/h	10,00	10,00

### 3.2.5. Cabinas de cloración para precloración y postcloración

Equipos en la sala de dosificación:	Se instalarán nuevas cabinas de dosificación		
Número total de cabinas a instalar	Ud	6,00	6,00
<u>Precloración</u>			
Número de cabinas a instalar	Ud	3,00	3,00
Número de cabinas en servicio	Ud	2,00	2,00
Capacidad máxima unitaria necesaria	Kg/h	11,25	54,00
Capacidad unitaria adoptada	Kg/h	60,00	60,00
<u>Postcloración</u>			
Número de cabinas a instalar	Ud	3,00	3,00
Número de cabinas en servicio	Ud	2,00	2,00
Capacidad máxima unitaria necesaria	Kg/h	5,63	27,00
Capacidad unitaria adoptada			
- 2 Uds	Kg/h	4 - 40	4 - 40
- 1 Uds	Kg/h	2 - 20	2 - 20

### 3.2.6. Eyectores para precloración y postcloración

Se instalarán nuevos eyectores	Uds	6,00	6,00
Se instalará doble línea de agua para arrastre en eyectores y se deberán de facultar las salidas de los mismos tanto para precloración como postcloración.			

### 3.2.7. Generadoras automáticas de dióxido de cloro

Nº de generadores a instalar	Ud	2,00	2,00
Nº generadores en servicio	Ud	1,00	1,00
Capacidad máxima unitaria necesaria	Kg/h	1,89	9,07
Capacidad unitaria adoptada	Kg/h	1,5 - 15	1,5 - 15

## 3.3. **NUEVA INSTALACIÓN DE AMONIACO**

Nuevas Instalaciones	Se construyen nuevas instalaciones que sustituirán a las existentes
Equipos	Depósitos Evaporadores Reguladores Equipos de seguridad
Función	Desinfección

C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
----------------	------------

### 3.3.1 Dosis y consumos

#### Desinfección

Caudal máximo	m <sup>3</sup> /h	4.500,00	21.600,00
Dosificación de amoniaco			
- Media	mg/l	0,45	0,45
- Máxima	mg/l	0,60	0,60
Consumo			
- Medio	kg/h	2,03	9,72
- Máximo	kg/h	2,70	12,96

### 3.3.2. Instalación de almacenamiento de amoniaco

#### Equipos

#### Sistema de seguridad

#### Autonomía requerida con consumo

- Medio	días	50,00	11,00
- Máximo	días	40,00	8,00

#### Capacidad de almacenamiento requerida

- Medio	Kg	2.430,00	2.566,08
- Máximo	Kg	2.592,00	2.488,32

#### Nº de contenedores

	Ud.	6,00	6,00
--	-----	------	------

#### Peso unitario

	Kg	450,00	450,00
--	----	--------	--------

#### Capacidad de almacenamiento disponible

	Kg	2.700,00	2.700,00
--	----	----------	----------

#### Autonomía disponible

- Media	días	55,56	11,57
- Máxima	días	41,67	8,68

#### Nº de básculas electrónicas

	Uds	2,00	2,00
--	-----	------	------

#### Nº de básculas en servicio simultáneo

	Uds	1,00	1,00
--	-----	------	------

### 3.3.3. Evaporadores de amoniaco

#### Equipos

#### Nuevos evaporadores

#### Toma de agua industrial

Nº de evaporadores a instalar	Ud.	2,00	2,00
-------------------------------	-----	------	------

Nº de evaporadores en servicio	Ud.	1,00	1,00
--------------------------------	-----	------	------

Caudal unitario requerido	Kg/h	2,70	12,96
---------------------------	------	------	-------

Máximo caudal unitario adoptado	Kg/h	50,00	50,00
---------------------------------	------	-------	-------

Presión de trabajo	Kg/cm <sup>2</sup>	6 - 8	6 - 8
--------------------	--------------------	-------	-------

### 3.3.4. Reguladores de vacío

#### Equipos

#### Se instalarán nuevos reguladores de vacío

Número de reguladores a instalar:	Ud	2,00	2,00
-----------------------------------	----	------	------

Número de reguladores en servicio simultáneo	Ud	1,00	1,00
--	----	------	------

Capacidad unitaria requerida	Kg/h	2,70	12,96
------------------------------	------	------	-------

Capacidad unitaria adoptada	Kg/h	20,00	20,00
-----------------------------	------	-------	-------

C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
----------------	------------

### 3.3.5. Cabinas de dosificación

Equipos en la sala de dosificación:	Se instalarán nuevas cabinas		
Número total de cabinas a instalar	Ud	2,00	2,00
Número de reguladores en servicio simultáneo	Ud	1,00	1,00
Capacidad unitaria requerida	Kg/h	2,70	12,96
Capacidad unitaria adoptada	Kg/h	2 - 20	2 - 20

### 3.3.6 Eyectores de amoniaco

Se instalarán nuevos eyectores de amoniaco	Uds	2,00	2,00
Eyectores en servicio simultáneo	Uds	1,00	1,00
Se instalarán doble linea de agua para arrastre en eyectores			

## 3.4. COAGULANTE

Nuevas Instalaciones	Depósitos
Equipos	Bombas de trasvase
	Bombas de dosificación
Función	Coagulación de sólidos en decantación

### 3.4.1. Datos del producto

Reactivo	Policloruro de aluminio con una riqueza de 9,5/% de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
Forma de suministro:	Líquido		
Densidad a 15 °C	Kg/dm <sup>3</sup>	1,21	1,21
Riqueza en Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :	%	9,50	9,50
Forma de suministro:	Camión cisterna		

### 3.4.2. Consumos

Dosificación reactivo comercial:			
- Máxima	mg/l	50,00	50,00
- Media	mg/l	28,00	28,00
Caudal a tratar	m <sup>3</sup> /h	4.500,00	21.600,00
Consumo horario de reactivo comercial			
- A dosis media	Kg/h	126,00	604,80
	Kg/d	3.024,00	14.515,20
	Kg/año	1.103.760,00	5.298.048,00
- A dosis máxima	Kg/h	225,00	1.080,00
	Kg/d	5.400,00	25.920,00
	Kg/año	1.971.000,00	9.460.800,00
Consumo horario de producto comercial			
- Caudal medio	l/h	104,13	499,83
- Caudal máximo	l/h	185,95	892,56
Autonomía requerida a dosis medias:	d	10,00	10,00
Almacenamiento requerido:	m <sup>3</sup>	24,99	119,96
Peso de reactivo a almacenar	Tn	30,24	145,15

C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
----------------	------------

### 3.4.3. Instalación de almacenamiento

Sistema de trasvase desde suministro a almacenamiento:	Bombeo		
Tipo de bombas:	Centrífuga horizontal		
Nº de bombas	Ud	1,00	1,00
Caudal unitario:	m <sup>3</sup> /h	50,00	50,00
Potencia motor:	KW	5,50	5,50
Sistema de almacenamiento:			
- Depósito de PE			
- Indicador visual local, interruptor de nivel máximo			
Nº unidades:	Ud	4,00	4,00
Material:	PEAD		
Capacidad unitaria:	l	40.000,00	40.000,00
Autonomía			
- En condiciones medias	d	64,02	13,34
- En condiciones máximas	d	35,85	7,47

### 3.4.4. Instalación de dosificación principal

Caudal horario máximo	l/h	185,95	892,56
Caudal horario medio	l/h	104,13	499,83
Tipo de bomba	Peristáltica		
- Nº bombas instaladas	Ud	5,00	5,00
- Nº bombas en funcionamiento	Ud	1,00	4,00
- Caudal unitario necesario	l/h	185,95	223,14
- Caudal unitario adoptado	l/h	25-250	25-250

### 3.4.5. Instalación de dosificación secundaria

Para tener la posibilidad de dosificar otro tipo de coagulante que pueda ser almacenado en algunos de los nuevos depósitos, se proyecta una segunda instalación de dosificación.

Tipo de bomba	Peristáltica		
- Nº bombas instaladas	Ud	5,00	5,00
- Nº bombas en funcionamiento	Ud	1,00	4,00
- Caudal unitario adoptado (comprobar oferta)	l/h	25-250	25-250

## 3.5. CLORITO SÓDICO

Este reactivo se utiliza para la generación de dióxido de cloro

Instalación actual Depósito de almacenamiento horizontal

Actuaciones a realizar

Sustitución de: Depósito de almacenamiento y conexión con los nuevos generadores

### Generación de Dióxido de cloro

Reacción:  $2\text{ClO}_2\text{Na} + \text{Cl}_2 = 2\text{ClO}_2 + 2\text{ClNa}$

Para producir 1 Kg de dióxido de cloro (al 95%), se necesita:

- 5,64 Kg. de solución de clorito sódico al 25 %.

- 0,6 Kg. de cloro.

Caudal de diseño	m <sup>3</sup> /h	4.500,00	21.600,00
------------------	-------------------	----------	-----------



		C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
Dosificación de dióxido de cloro			
- Media	mg/l	0,35	0,35
- Máxima	mg/l	0,70	0,70
Consumo de dióxido de cloro			
- Media	kg/h	1,58	7,56
- Máxima	kg/h	3,15	15,12
<b>Almacenamiento clorito sódico 25 %</b>			
Nº de depósitos instalados	Ud	1,00	1,00
Capacidad unitaria adoptada	l	18.000,00	18.000,00
Autonomía almacenamiento adoptada			
- a dosis media	d	102,16	21,28
- a dosis máxima	d	51,08	10,64
<b>Alimentación de clorito sódico a generadores de dióxido de cloro</b>			
Consumos de clorito sódico comercial para formación de dióxido de cloro			
- Media	kg/h	8,88	42,64
- Máxima	kg/h	17,77	85,28
Peso específico del clorito sódico al 25%	Kg/l	1,21	1,21
Dosificación de clorito sódico			
- Media	l/h	7,34	35,24
	l/d	176,19	845,72
- Máxima	l/h	14,68	70,48
	l/d	352,38	1.691,44
Forma de alimentación	Por gravedad		
Diámetro de la conducción	mm	32,00	32,00
Velocidad máxima	m/s	0,01	0,02
Carga hidráulica necesaria	m	0,08	0,37
Carga hidráulica disponible	m	3,70	3,70

### 3.6. PERMANGANATO POTASICO

Se instalarán nuevos equipos de preparación continua y dosificación

#### Instalación

Función	Agente oxidante y alguicida		
Almacenamiento	Sacos		
Dosificación	Bombas dosificadoras peristálticas		
Regulación	Automática en función del caudal		
Caudal de diseño	m <sup>3</sup> /h	4.500,00	21.600,00
Producto	Sólidos en cristales violáceos		
Riqueza	%	97,50	97,50
Densidad aparente	g/cc	1,45 - 1,65	1,45 - 1,66
Humedad	%	0,50	0,50
Insolubles al agua	%	1,00	1,00

#### Dosificaciones

Media de producto puro	mg/l	0,50	0,50
Máxima de producto puro	mg/l	2,00	2,00

		C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
<b>Consumos</b>			
Media de producto comercial	Kg/h	2,31	11,08
	Kg/día	55,38	265,85
Máxima de producto comercial	Kg/h	9,23	44,31
	Kg/día	221,54	1.063,38
Dilución de la solución	%	2,00	2,00
Consumos de la preparación			
- Medio	l/h	115,38	553,85
	l/día	2.769,23	13.292,31
- Máximo	l/h	461,54	2.215,38
	l/día	11.076,92	53.169,23
<b>Dimensionado de las instalaciones</b>			
<u>a) Almacenamiento</u>			
- Forma de almacenamiento	Sacos		
- Autonomía de almacen. a dosis máxima	d	15,00	3,00
- Peso de reactivo necesario	Kg	830,77	797,54
- Nº de latas	Uds.	33,23	31,90
<u>b/ Preparación de la dilución</u>			
- Autonomía	h	1,00	1,00
- Volumen necesario	l.	461,54	2.215,38
- Nº de depósitos	ud	3,00	3,00
- Capacidad de depósito adoptado	m <sup>3</sup>	2,50	2,50
Equipos auxiliares			
<u>c) Dosificación</u>			
- Sistema	Bombas dosificadoras		
- Nº de bombas a instalar	ud	3,00	3,00
- Nº de bombas en servicio	ud	1,00	2,00
- Caudal unitario requerido	l/h	461,54	1.107,69
- Caudal unitario adoptado	l/h	111-1110	111-1110
- Forma de dosificación	Automática proporcional al caudal		
- Dilución posterior a dosificación	Rotámetro		
- Regulación de caudal	Variador de frecuencia		
- Medida de caudal	Electromagnética		

### 3.7. ALMIDON

Se instalarán nuevos equipos de preparación continua y dosificación.

<b>Instalación</b>			
Función	Floculante		
Almacenamiento	Sacos		
Dosificación	Bombas tornillo		
Regulación	Automática en función del caudal		
Caudal de diseño	m <sup>3</sup> /h	4.500,00	21.600,00
<b>Producto</b>			
Riqueza	%	97,50	97,50
Densidad aparente	g/cc	1,45 - 1,65	1,45 - 1,66
Humedad	%	0,50	0,50
Insolubles al agua	%	1,00	1,00

		C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
<b>Dosis</b>			
Media de producto puro 100 % Riqueza	mg/l	0,20	0,20
Máxima de producto puro	mg/l	0,60	0,60
<b>Consumos</b>			
Media de producto comercial	Kg/h	0,92	4,43
	Kg/día	22,15	106,34
Máxima de producto comercial	Kg/h	2,77	13,29
	Kg/día	66,46	319,02
Dilución de la solución	%	2,00	2,00
Consumos de la preparación			
- Medio	l/h	46,15	221,54
	l/día	1.107,69	5.316,92
- Máximo	l/h	138,46	664,62
	l/día	3.323,08	15.950,77
<b>Dimensionado de las instalaciones</b>			
<u>a) Almacenamiento</u>			
- Forma de almacenamiento	Sacos de 25 Kg		
- Autonomía de almacen. a dosis máxima	d	15,00	15,00
- Peso de reactivo necesario	Kg	332,31	1.595,08
- Nº de sacos	Uds.	13,29	63,80
<u>b/ Preparación de la dilución</u>			
- Autonomía	h	1,00	1,00
- Volumen necesario	l.	138,46	664,62
- Nº de depósitos	ud	3,00	3,00
- Capacidad de depósito adoptado	l	850,00	850,00
Equipos auxiliares	Electroagitador		
<u>c) Dosificación</u>			
- Sistema	Bombas dosificadoras		
- Nº de bombas a instalar	ud	3,00	3,00
- Nº de bombas en servicio	ud	1,00	2,00
- Caudal unitario requerido	l/h	138,46	332,31
- Caudal unitario adoptado	l/h	40-400	40-400
- Forma de dosificación	Automática proporcional al caudal		
- Dilución posterior a dosificación	Rotámetro		
- Regulación de caudal	Variador de frecuencia		
- Medida de caudal	Electromagnética		

C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
----------------	------------

#### 4. ACTUACIONES EN LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP

##### 4.1. BASES DE PARTIDA

Caudal de diseño	m <sup>3</sup> /s	1,25	6,00
	m <sup>3</sup> /h	4.500,00	21.600,00
	m <sup>3</sup> /d	108.000,00	518.400,00

##### 4.2. ACTUACIONES EN DECANTACIÓN

Se efectuarán las siguientes nuevas instalaciones y remodelaciones de las existentes

- Adecuación de los paramentos y reparación de los desperfectos en la obra civil de los decantadores de la línea de agua.
- Incluir el chorreado, limpieza y pintura de los mecanismos de arrastre de los decantadores.
- Actuaciones en la decantación de la línea de agua para mejorar la prevención y seguridad de los operarios.

##### 4.3. REMODELACIÓN DE LOS FILTROS DE ARENA

###### Instalación

Tipo de filtros:	Abiertos
Sistema de filtración:	Gravedad
Regulación:	Sistema de regulación por válvula de salida de agua filtrada.
Sistema de regulación:	Por válvula reguladora a la salida de agua filtrada
Composición lecho filtrante:	Arena en 20 unidades y arcilla expandida en 4 unidades
Disposición:	Batería de dos celdas
Sistema de recogida agua de lavado:	Canal central

##### 4.3.1. Características principales de la filtración

###### Datos generales

Caudal de diseño	m <sup>3</sup> /d	108.000,00	518.400,00
	m <sup>3</sup> /h	4.500,00	21.600,00
	l/seg	1.250,00	6.000,00
Nº de baterías existentes	Ud	2,00	2,00
Nº de baterías en servicio	Ud	1,00	2,00
Nº de filtros por batería	Ud	12,00	12,00
Nº de filtros en servicio:	Ud	5,00	24,00
Cargas de trabajo adoptadas			
- Sin lavar	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	8,21	8,21
- Con una unidad por batería en lavado	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	10,26	8,96

###### Dimensiones principales

Longitud:	m	14,52	14,52
Anchura:			
- Util:	m	7,55	7,55
- Total incluido canal de lavado	m	9,05	9,05
Relación longitud/anchura		1,92	1,92
Superficie útil			
- Unitaria	m2	109,63	109,63
- Total	m2	548,13	2.631,02

		C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
<b>Control de pérdidas de carga</b>			
Sistema:		Medida de nivel	
Tipo de señal:	mA	4-20	4-20
Tipo de indicador:		Circular	
Control de pérdida límite:		Sonda eléctrica	
Tipo de alarma:		Acústica y eléctrica	
<b>Prestaciones</b>			
Carrera prevista del ciclo de filtrado a caudal nominal:	h	30,00	30,00
Gasto de agua de lavado total en la filtración:	m <sup>3</sup> /d	1.370,33	6.577,56
Porcentaje de pérdidas	%	1,27%	1,27%
Gasto de agua de lavado por filtro:	m <sup>3</sup>	342,58	342,58
<b>Depósito de agua filtrada</b>			
Gastos de agua de lavado de un filtro:	m <sup>3</sup>	342,58	342,58
Volumen de agua aportada por los filtros en servicio	m <sup>3</sup>	675,00	3.240,00
<b>Dimensiones</b>			
- Largo	m	20,00	20,00
- Ancho	m	8,60	8,60
- Calado util	m	3,95	3,95
Volumen existente:	m <sup>3</sup>	679,40	679,40
<b>Regulación de los filtros</b>			
Sistema:		Medida de nivel	
Tipo de señal:	mA	4-20	4-20
Organo de respuesta:		Actuador sobre válvula mariposa	
Diámetro:	mm	500,00	500,00
Velocidad del flujo (sección abierta)		1,27	1,27
Actuador:		Eléctrico	

#### 4.3.2. Nuevos Lechos filtrantes

Se instalarán dos tipos de lechos filtrantes

##### **Lecho filtrante A: Arena**

Nº de filtros con arena	Ud	20,00	20,00
Material	Monocapa de arena silíceas		
Talla efectiva	mm	0,95	0,95
Coeficiente uniformidad		<1,60	<1,60
Espesor del lecho	m	1,00	1,00
Volumen por filtro	m <sup>3</sup>	109,63	109,63
Densidad aparente en seco	Tm/m <sup>3</sup>	1,60	1,60
Peso por filtro	Tm	175,40	175,40
Volumen total de arena	m <sup>3</sup>	2.192,52	2.192,52

##### **Lecho filtrante B: Arcilla expandida**

Nº de filtros con arcilla expandida	Ud	4,00	4,00
Tipo	Bicapa de arcillas expandidas		
<u>Capa inferior</u>			
Espesor de capa	m	0,60	0,60
Rango de tamaño de partícula	mm	0,8-1,6	0,8-1,6
Densidades			
- Aparente	Kg/m <sup>3</sup>	850,00	850,00



		C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
- Granel	Kg/m <sup>3</sup>	1.700,00	1.700,00
Volumen por filtro	m <sup>3</sup>	65,78	65,78
Peso por filtro	Tm	55,91	55,91
Volumen total	m3	263,10	263,10
<u>Capa superior</u>			
Espesor de capa	m	0,60	0,60
Rango de tamaño de partícula	mm	1,4 - 2,5	1,4 - 2,5
Densidades			
- Aparente	Kg/m <sup>3</sup>	500,00	500,00
- Granel	Kg/m <sup>3</sup>	1.050,00	1.050,00
Volumen por filtro	m <sup>3</sup>	65,78	65,78
Peso por filtro	Tm	32,89	32,89
Volumen total	m3	263,10	263,10

#### 4.3.3. Nuevos Falso fondo

Se instalarán dos tipos de falso fondo

##### **Falso fondo 1**

Nº de filtros	Uds	20,00	20,00
Tipo		Falso fondo prefabricado modular	
Material		Poliétileno de alta densidad	
Dimensiones unitarias de cada módulo			
- Longitud	mm	1.229	1.229
- Ancho	mm	270	270
- Altura	mm	254	250
Nº de filas por filtro	Uds	92,00	92,00
Nº de módulos por fila	Uds	3,00	3,00
Nº total de módulos a instalar	Ud	276	276

##### **Falso fondo 2**

Nº de filtros	Uds	4,00	4,00
Tipo		Falso fondo prefabricado modular	
Material		Acero inoxidable AISI-304 mm	
Forma de la sección		Semicircular	
Luz de paso	mm	0,30	0,30
Dimensiones unitarias de cada módulo			
- Longitud	mm	3.950	3.950
- Radio	mm	126	126
Nº de filas por filtro	Uds	45,00	45,00
Nº de módulos por fila	Uds	1,00	1,00
Nº total de módulos a instalar	Ud	45	45

#### 4.3.4. Lavado de los filtros

Nº posible de filtros en lavado simultáneo:	Ud	1,00	1,00
Fluidos de lavado:		Aire y agua	
Expansión máxima	%	30-35	30-35
Fases de lavado:			
- Agitación		Aire	
- Arrastre		Aire y agua	
- Aclarado:		Agua	

##### **Fase de Agitación**

		C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
- Duración:	minutos	3 a 5	3 a 5
- Velocidad máxima:	Nm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	60,00	60,00
- Caudal necesario:	Nm <sup>3</sup> /h	6.577,56	6.577,56
- Sistema de aportación:		Soplantes rotativas existentes	
. Regulación		Variación de frecuencia	
. Nº de soplantes instaladas:	Ud	2,00	2,00
. Nº de soplantes en funcionamiento:	Ud	1,00	1,00
. Caudal unitario necesario:	Nm <sup>3</sup> /h	6.577,56	6.577,56
. Caudal unitario instalado:	Nm <sup>3</sup> /h	7.152,00	7.152,00
. Potencia motor:	Kw	110,00	110,00
<b>Fase de lavado:</b>			
- Duración:	min	3,00	3,00
<i>A) Sistema de aire</i>			
. Velocidad máxima	Nm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	60,00	60,00
. Caudal necesario	Nm <sup>3</sup> /h	6.577,56	6.577,56
. Producción de aire		Soplantes rotativas existentes	
. Regulación		Variación de frecuencia	
. Nº de soplantes instaladas	Ud	2,00	2,00
. Nº de soplantes en funcionamiento	Ud	1,00	1,00
. Caudal unitario necesario	Nm <sup>3</sup> /h	6.577,56	6.577,56
. Caudal unitario instalado	Nm <sup>3</sup> /h	7.152,00	7.152,00
. Potencia motor	Kw	110,00	110,00
<i>B) Agua de lavado:</i>			
. Velocidad máxima:	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	12,50	12,50
. Caudal necesario:	m <sup>3</sup> /h	1.370,33	1.370,33
. Procedencia agua de lavado:		Depósito agua filtrada	
. Sistema de aportación:		Bombeo	
<b>Fase de aclarado</b>			
- Duración	min	6,00	6,00
- Velocidad máxima	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	25,00	25,00
- Caudal necesario	m <sup>3</sup> /h	2.740,65	2.740,65
- Procedencia agua de lavado		Depósito agua filtrada	
- Sistema de aportación			
- Nº bombas instaladas	Ud	3,00	3,00
- Nº bombas en funcionamiento	Ud	2,00	2,00
- Caudal unitario necesario	m <sup>3</sup> /h	1.370,33	1.370,33
- Caudal unitario instalado	m <sup>3</sup> /h	1.400,00	1.400,00
- Potencia motor	Kw	55,00	55,00
- Regulación:		Variación de frecuencia	
- Control de caudales		Indicador	
- Control de las secuencias		Automático y manual	
<b>Diámetro de conducciones</b>			
Material:	Acero inoxidable AISI-316L		
Salida del agua filtrada			
- Diámetro	mm	600	600
- Velocidad	m/sg	0,88	0,88
Descarga de depósito de agua filtrada (válvula de control)			
- Diámetro	mm	500	500
- Velocidad	m/sg	1,27	1,27
Aire de lavado:			

		C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
- Diámetro	mm	400	400
- Velocidad	m/sg	14,54	14,54
Entrada agua de lavado			
- Diámetro	mm	600	600
- Velocidad	m/sg	2,69	2,69
Vaciado	mm	150	150

#### 4.4. MEJORAS EN LA RED DE AGUA DE SERVICIOS DE LA ETAP

Se mantiene la instalación actual de red de servicios de las siguientes características:

Servicios:

- Reactivos: Cal, Coagulante, floculante, Permanganato y floculante
- Aforos y riegos
- Reactivos gaseosos: Agua de arrastre para amoníaco y cloro, dióxido de cloro
- Refrigeración turbinas
- Carga de camiones cisternas
- Depósito de servicios auxiliares

Instalaciones

- Bombeo de agua: 1+1 Bombas horizontales de 150 m<sup>3</sup>/h a 40 mca
- Rebombeo para servicio de agua de arrastre: 3+1 de 40 m<sup>3</sup>/h a 40 mca.

##### Nueva instalación adicional

Para garantizar el suministro de agua de servicios se instalan adicionalmente dos grupos de presión, cada uno de ellos con 2+1 bombas de 75 m<sup>3</sup>/h a 6 bar.

C. MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
-----------------	------------

## 5. ACTUACIONES EN LÍNEA DE FANGOS EN LA ETAP

En la actualidad, la planta dispone de un esquema de línea de fangos convencional con balsa de homogeneización, decantación lamelar, espesadores dinámicos y deshidratación final. La experiencia de explotación de estos procesos recomiendan efectuar una serie de actuaciones para mejorar su explotación y eficiencia.

### 5.1. DATOS INICIALES

Se resumen a continuación los datos iniciales y bases de partida consideradas para el diseño de las actuaciones previstas:

Caudal de la ETAP	m <sup>3</sup> /s	1,25	6,00
Producción específica de fangos	gMS/m <sup>3</sup>	7,50	7,50
Porcentaje de fangos			
- De decantación	%	70,00%	70,00%
- De filtración	%	30,00%	30,00%
Volumen teórico de agua de lavado	m <sup>3</sup> /filtro	342,58	342,58
Nº de filtros en servicio	Uds	5,00	24,00
Carrera de lavados	Horas	60,00	30,00
Caudal diario de aguas de lavado de filtros	m <sup>3</sup> /d	685,16	6.577,56
Porcentaje respecto el caudal de entrada		0,63%	1,27%

#### Purgas de la decantación acelerator en la línea de agua de la ETAP

- Peso	Kg/d	567,00	2.721,60
- Concentración	%	0,200	0,200
- Caudal	m <sup>3</sup> /d	283,50	1.360,80
- Procedencia	Decantadores acelerator de la línea de agua		
- Posibles destinos actuales	Cámara de desgasificación Balsa de Homogeneización (ocasionalmente)		
- Posibilidad de destino adicional tras la remodelación	Cámara de fangos decantados		

#### Fangos procedentes del agua de lavado de la filtración

- Destino actual	Balsa de homogeneización		
- Posibilidad de destino adicional tras la remodelación	Nuevos espesadores de gravedad		
- Peso	Kg/d	243,00	1.166,40
- Concentración	%	0,035	0,018
- Caudal	m <sup>3</sup> /d	685,16	6.577,56

#### Fangos decantados del agua de lavado de filtros

Procedencia	Balsa de homogeneización		
Tipo de decantación	Lamelar		
Purgas de los fangos decantados			
- Peso	Kg/d	243,00	1.166,40
- Concentración	%	0,700	0,700
- Caudal	m <sup>3</sup> /d	34,71	166,63
- Posibles destinos actuales	Cámara de fangos decantados		
- Posibilidad de destino adicional tras la remodelación	Cámara de desgasificación		

C. MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
-----------------	------------

#### Fangos totales (decantadores accelerator+ filtros)

- Peso	Kg/d	810,00	3.888,00
- Concentración	%	0,25	0,25
- Caudal	m <sup>3</sup> /d	318,21	1.527,43

## 5.2. Balsa de Homogeneización

En la actualidad, la balsa o depósito de homogeneización consta a su vez de dos depósitos conectados hidráulicamente denominados 1 y 2. Para disponer de mayor flexibilidad en la operación y hacer frente a un caudal mayor de aguas de lavado de los filtros, se ha previsto una nueva conexión hidráulica opcional que conectará estos depósitos con los nuevos espesadores.

Se instalará un medidor de nivel tipo radar para parar los lavados de los filtros en caso de nivel máximo en el depósito de homogeneización, hasta que se alcance un nivel admisible que evite el alivio por vertedero de seguridad.

La experiencia de explotación de las bombas sumergibles actuales que impulsan las aguas del depósito de homogeneización a decantación lamelar, muestra que es muy difícil conseguir un caudal constante que no altere el funcionamiento de los decantadores lamelares. Por ello, se instalará un nuevo bombeo adicional a decantación lamelar mediante bombas volumétricas.

### 5.2.1. Dimensionado de los nuevos espesadores como volumen adicional para homogeneización de fangos

#### Volúmenes parciales disponibles

##### Dimensiones de la balsa 1 de homogeneización actual

- Longitud	m	15,40	15,40
- Ancho	m	8,25	8,25
- Calado	m	6,50	6,50
Volumen del depósito 1 de homogeneización	m <sup>3</sup>	825,83	825,83

##### Dimensiones de la balsa 2 de homogeneización actual

- Longitud	m	11,05	11,05
- Ancho	m	7,99	7,99
- Calado	m	6,50	6,50
Volumen del depósito 2 de homogeneización	m <sup>3</sup>	573,88	573,88

##### Nuevos espesadores funcionando como depósitos de regulación adicionales

- Nº de espesadores	Ud.	1,00	2,00
- Diámetro	m	10,00	10,00
- Calado	m	4,90	4,90
Volumen adicional	m <sup>3</sup>	384,85	769,69

##### Nueva conducción de comunicación entre balsa de homogeneización y nuevos espesadores

##### Conducción general Ø500

- Máximo caudal (Caudal en lavado de un filtro)	m <sup>3</sup> /h	1.400,00	1.400,00
- Diámetro	mm	500,00	500,00
- Velocidad	m/s	1,98	1,98

#### Volúmenes totales disponibles

- Depósito 1 y 2	m <sup>3</sup>	1.399,71	1.399,71
- Depósito 1, 2 y nuevos espesadores	m <sup>3</sup>	1.784,55	2.169,40
Volumen estimado de agua de lavado	m <sup>3</sup> /filtro	342,58	342,58
Duración de un lavado	h	0,15	0,15
Carrera de lavado	h	30,00	30,00
Nº previsto de lavados de filtros al día	Uds/d	4,00	19,00
Capacidad de regulación en homogeneización de fangos sin servicio de la decantación lamelar			
- Con depósitos 1 y 2	Lavados	4,09	4,09
- Con depósitos 1 y 2, más volumen adicional	Lavados	5,00	6,00



C. MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
-----------------	------------

Tiempo admisible de parada de la decantación lamelar			
- Con depósitos 1 y 2	h	24,51	5,16
- Con depósitos 1 y 2, más volumen adicional	h	31,25	8,00

### 5.2.2. Nuevo bombeo adicional de alimentación a decantación lamelar

Tipo de bombas	Volumétrica (Tornillo)		
Regulación	Variación de frecuencia		
Caudal a decantación lamelar	m <sup>3</sup> /d	685,16	6.577,56
Tiempo de bombeo	h/d	20,00	24,00
Caudal necesario	m <sup>3</sup> /h	34,26	274,07
Nº de bombas a instalar	Ud	5,00	5,00
Nº de bombas en servicio*	Ud	1,00	4,00
Caudal unitario adoptado	m <sup>3</sup> /h	70,00	70,00
Caudal máximo a decantación	m <sup>3</sup> /h	70,00	280,00
Número de impulsiones en servicio	Uds	1,00	2,00
Diámetro de la impulsión	mm	200,00	200,00
Velocidad	m/sg	0,62	1,24

\* en la situación de caudal medio actual se supone el funcionamiento con un único decantador lamelar, como situación más limitante

Se instalarán dos caudalímetros electromagnéticos en cada impulsión de alimentación a decantación lamelar para control del bombeo

Diámetro del caudalímetro	mm	200,00	200,00
Velocidad	m/sg	0,62	1,24

### 5.3. **DECANTACIÓN LAMELAR DE LAS AGUAS DE LAVADO**

Se dispondrá de un sistema de reparto del caudal impulsado desde el nuevo bombeo para que no se originen flujos preferenciales a la entrada del decantador.

Se desmontarán las tuberías perforadas existentes para extracción del clarificado, y se sustituirán por canaletas.

#### 5.3.1. Decantadores lamelares

##### **Instalación existente**

Equipos actuales	Lamelas, rasquetas de fangos y tuberías perforadas de extracción de clarificado
------------------	---

##### **Comprobación de las condiciones de servicio de la decantación lamelar actual**

Caudal de alimentación	m <sup>3</sup> /h	70,00	280,00
Nº total de decantadores en servicio	Uds	1,00	2,00
Caudal unitario	m <sup>3</sup> /h	70,00	140,00

		C. MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
Fangos entrada			
- Peso	Kg/d	243,00	1.166,40
- Concentración	%	0,035	0,018
- Caudal	m <sup>3</sup> /d	685,16	6.577,56
Fangos purgados			
- Peso	Kg/d	243,00	1.166,40
- Concentración	%	0,70	0,70
- Caudal	m <sup>3</sup> /d	34,71	166,63
Clarificados			
- Caudal	m <sup>3</sup> /d	650,45	6.410,93
(* Se supone un rendimiento teórico de concentración del 100%)			
<u>Características geométricas de cada decantador</u>			
Dimensiones unitarias:			
- Longitud total interior decantador	m	11,00	11,00
- Ancho interior total cuba	m	8,00	8,00
- Altura entrada inferior decantación	m	0,80	0,80
- Calado total	m	3,80	3,80
- Resguardo a coronación	m	0,55	0,55
Superficie unitaria del decantador	m <sup>2</sup>	88,00	88,00
Volumen de cada decantador	m <sup>3</sup>	334,40	334,40
<u>Dimensiones de la zona lamelar</u>			
- Longitud	m	9,15	9,15
- Anchura	m	8,00	8,00
- Altura	m	1,00	1,00
- Inclinação	º	60,00	60,00
Volumen lamelar	m <sup>3</sup>	73,20	73,20
Ratio de superficie por unidad de volumen de paquete lamelar	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	6,25	6,25
Superficie equivalente efectiva lamelar	m <sup>2</sup>	457,50	457,50
<u>Parámetros de servicio adoptados</u>			
Carga superficial del decantador	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	0,80	1,59
Carga superficial lamelar	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	0,15	0,31
Tiempo de retención	horas	4,78	2,39
<b>Nuevas canaletas de recogida del clarificado:</b>			
- Número de decantadores en servicio	Uds	1,00	2,00
- Número de canaletas por decantador	Uds	5,00	5,00
- Longitud	m	9,15	9,15
- Ancho	m	0,35	0,35
- Altura	m	0,30	0,30
Longitud total de vertedero	m	91,50	183,00
Carga sobre vetedero	m <sup>3</sup> /m/h	0,77	0,77

C. MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
-----------------	------------

### 5.3.2. Purga de fangos de decantación lamelar

Se comprueban las instalaciones actuales para las nuevas condiciones de servicio.

Sistema de purga de la decantación	Bombas de tornillo existentes		
Destino actual	Depósito de desgasificación		
	C. de fangos decantados (ocasional)		
Producción de fangos de filtración	Kg/d	243,00	1.166,40
Concentración	%	0,70	0,70
Caudal a purgar	m <sup>3</sup> /d	34,71	166,63
Nº de bombas instaladas	Uds	3,00	3,00
Nº de bombas en servicio	Uds	2,00	2,00
Caudal unitario	m <sup>3</sup> /h	10 - 60	10 - 60
Altura manométrica	mca	10,00	10,00
Potencia	kW	9,20	9,20
Tiempo máximo de servicio	h/d	1,74	8,33

### 5.3.3. Bombeo de de agua recuperada

Se comprueban las instalaciones actuales para las nuevas condiciones de servicio.

Caudal de clarificados	m <sup>3</sup> /d	887,66	7.549,56
Destino	Cabecera de planta		
Nº de bombas existenetes	Uds	3,00	3,00
Nº de bombas en servicio	Uds	1,00	2,00
Caudal unitario	m <sup>3</sup> /h	360,00	360,00
Altura manométrica	mca	30,00	30,00
Potencia	kW	39,34	39,34
Tiempo máximo de servicio	h/d	2,47	10,49

### 5.4. REMODELACIÓN DE LA ARQUETA ACTUAL DE FANGOS DECANTADOS COMO ARQUETA DE RECEPCIÓN DE PURGA DE FANGO DE LOS ACCELATOR

Como se ha justificado en los apartados anteriores, se considera que el fango procedente de los decantadores lamelares alcanzará una concentración significativamente mayor que los procedentes de los decantadores de la línea de agua (acelator), por lo que no tendría mucho sentido su mezcla en esta fase del tratamiento de fangos en condiciones normales de operación. Se pretende, por tanto, construir unos nuevos espesadores de gravedad que faciliten la concentración del fango purgado de los acelator antes de su mezcla con los fangos decantados por los decantadores lamelares.

Para ello, se habilita la cámara actual de fangos decantados como arqueta de recepción de purga de fangos de los Acelator para su impulsión posterior con las bombas existentes de flotación a los nuevos espesadores mediante una nueva conducción. Por ello, en este apartado sólo se ha tenido en cuenta la purga de los decantadores Acelator. No obstante, a nivel de conducciones se deja la opción de poder llevar a esta arqueta también la purga de los decantadores lamelares para una mayor versatilidad en la explotación.

Se han previsto las siguientes actuaciones:

- Se realizará una conexión desde la tubería actual de Ø500 de purgas de fangos de los Acelator hasta la arqueta, incluyendo la ejecución de un orificio, instalación de pasamuro y sellado, montaje de carrete, válvula y "T" de acometida.

- Se modificará la impulsión actual a flotadores para conducir los fangos a los nuevos espesadores.

Se comprueba a continuación los parámetros de servicio para las nuevas condiciones de servicio.

		C. MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
<b>Purgas de la decantación acelerator</b>			
- Peso	Kg/d	567,00	2.721,60
- Concentración	%	0,20	0,20
- Caudal	m <sup>3</sup> /d	283,50	1.360,80
- Nº de purgas diarias	Uds/d	9,48	45,50
- Duración de una purga	min	1,30	1,30
- Caudal unitario por purga	m <sup>3</sup> /purga	29,91	29,91
- Tiempo entre dos purgas consecutivas	h	2,53	0,53
<b>Dimensiones de la cámara de fangos decantados existente</b>			
- Longitud	m	4,00	4,00
- Ancho	m	4,67	4,67
- Calado	m	5,00	5,00
Volumen	m <sup>3</sup>	93,40	93,40
Nº de purgas consecutivas que admite la arqueta	Uds	3,12	3,12
Nº de purgas en una hora	purgas/h	0,39	1,90
<b>Bombeo de fangos existente</b>			
Aspiración	Cámara de fangos decantados		
Destino actual	Flotación		
Nuevo destino adicional	Nuevos espesado por gravedad		
Caudal necesario a bombear	m <sup>3</sup> /h	11,81	56,70
Nº de bombas instaladas	Uds	2,00	2,00
Nº de bombas en servicio	Uds	1,00	1,00
Caudal unitario	m <sup>3</sup> /h	10 - 60	10 - 60
Altura manométrica	mca	10,00	10,00
Potencia	kW	9,20	9,20
Tiempo máximo de servicio	h/d	4,73	22,68
Agitación			
Equipo existente	Agitador sumergido		
Potencia	kW	1,00	1,00
Densidad de agitación	W/m3	10,71	10,71
<b>Nueva impulsión a espesado por gravedad</b>			
Diámetro de la impulsión	mm	150	150
Velocidad	m/s	0,94	0,94
Nuevo caudalímetro	Se instala en la nueva impulsión		
Diámetro del caudalímetro	mm	150	150

## 5.5. NUEVO ESPESADO POR GRAVEDAD DE LOS FANGOS

Se proyecta un nuevo espesado por gravedad para facilitar la concentración del fango procedente de los acelerator. Opcionalmente podrá espesar los fangos totales (acelerator más lamelares) o como se ha indicado anteriormente como volumen adicional del depósito de homogeneización de fangos si no están siendo explotados como espesadores.

Se dimensiona este proceso para la situación más limitante, es decir, cuando tenga que tratar la mezcla de fangos procedentes de la decantación de los acelerator y de los lamelares. Se proyecta con una cámara previa con agitación para tener la posibilidad de dosificar un reactivo floculante y poder repartir mejor el caudal a los dos espesadores.

C. MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
-----------------	------------

#### 5.5.1. Cámara de mezcla y reacción

Caudal de entrada			
- Con fangos de los acelerator	m <sup>3</sup> /d	283,50	1.360,80
- Con mezcla de fangos acelerator y lamelar	m <sup>3</sup> /d	318,21	1.527,43
Dimensiones			
- Longitud	m	2,30	2,30
- Ancho	m	2,30	2,30
- Calado	m	1,50	1,50
Volumen	m <sup>3</sup>	7,94	7,94
Tiempo de retención			
- Con fangos de los acelerator	min	40,30	8,40
- Con mezcla de fangos acelerator y lamelar	min	35,91	7,48
Agitación:		Agitador sumergible	
Potencia:	kW	1,50	1,50

#### 5.5.2. Nueva instalación de espesado

Tipo			Gravedad
Forma			Circular
Sis. acumulación de fangos			Rasquetas
Pendiente solera			1V:4H
Procedencia de los fangos			Decantación acelerator y lamelar
<b>Fangos entrada</b>			
Peso de los fangos	kg/d	810,00	3.888,00
Concentración	%	0,25	0,25
Caudal	m <sup>3</sup> /d	318,21	1.527,43
<b>Fangos salida</b>			
Peso de los fangos	kg/d	810,00	3.888,00
Concentración	%	1,00	1,00
Caudal	m <sup>3</sup> /d	81,00	388,80
Destino			
<b>Rebores</b>			
Caudal	m <sup>3</sup> /d	237,21	1.138,63
Destino			Cámara de agua recuperada
<b>Dimensionado</b>			
Carga de sólidos	kg/m <sup>2</sup> /d	10,31	24,75
Carga hidráulica	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	0,17	0,41
Tiempo retención hidráulico	d	1,21	0,50
Tiempo retención de los fangos	d	4,75	1,98
Nº de espesadores	Ud.	1,00	2,00
Dimensiones unitarias			
- Volumen	m <sup>3</sup>	384,85	384,85
- Superficie	m <sup>2</sup>	78,54	78,54
- Diámetro	m	10,00	10,00
- Calado	m	4,90	4,90
- Resguardo	m	0,50	0,50
<b>Purga de fangos totales ETAP</b>			
Producción de fangos de filtración	Kg/d	810,00	3.888,00
Concentración	%	1,00	1,00
Caudal a purgar	m <sup>3</sup> /d	81,00	388,80



C. MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
-----------------	------------

### 5.5.3. Nuevo bombeo de fangos espesados por gravedad

Sistema de purga	Bombas de tornillo		
Destino	Cámara de desgasificación		
Nº de bombas instaladas	Uds	3,00	3,00
Nº de bombas en servicio	Uds	2,00	2,00
Caudal unitario	m <sup>3</sup> /h	10 - 60	10 - 60
Altura manométrica	mca	10,00	10,00
Potencia	kW	9,20	9,20
Tiempo mínimo de servicio	h/d	4,05	19,44
Diámetro de la impulsión	mm	150	150

### 5.6. MEZCLA Y HOMOGENEIZACIÓN DE FANGOS EN LA CÁMARA DE DESGASIFICACIÓN

El tratamiento de fangos actual dispone de una arqueta, denominada cámara de desgasificación, que recibe los fangos que van a ser deshidratados posteriormente. En su diseño original, recibía los fangos procedentes del espesado por flotación actual. Más bien podría denominarse como cámara de fangos a deshidratar pero se mantiene el su denominación actual para no provocar confusiones con la documentación existente de la ETAP. Con la remodelación que se proyecta, esta arqueta seguirá recibiendo los fangos espesados totales de la ETAP de cualquier manera que se opere el tratamiento de fangos:

- 1/ Recibiendo los fangos totales, sólo de los nuevos espesadores.
- 2/ Recibiendo los fangos desde la decantador lamelar y los nuevos espesadores.
- 3/ Desde de la flotación actual de fangos.

Depósito de desgasificación existente			
- Longitud	m	5,04	5,04
- Ancho	m	4,67	4,67
- Calado	m	5,50	5,50
Volumen disponible	m <sup>3</sup>	129,45	129,45
Sistema de agitación	Agitador sumergido		
Potencia unitaria	kW	5,00	5,00
Nº de agitadores instalados	Ud	1,00	1,00
Ratio de agitación	W/m <sup>3</sup>	38,62	38,62
Tiempo de retención	d	1,60	0,33

### 5.7. DESHIDRATACIÓN EXISTENTE

En esta fase del tratamiento de fangos no se va actuar, pero se incluye a continuación la comprobación de funcionamiento en las nuevas condiciones de servicio que establece este proyecto.

#### Fangos entrada a deshidratación

Peso de fangos a deshidratar	kgMS/d	810,00	3.888,00
Concentración de lodos de diseño	Kg/m <sup>3</sup>	10,00	10,00
Caudal de fangos de diseño	m <sup>3</sup> /d	81,00	388,80
Días útiles a la semana	d	4,00	6,00
Horas de funcionamiento	h	8,00	8,00
Peso de fangos a secar por día útil	kgMS/d	1.417,50	4.536,00
Caudal de fangos a secar por día útil	m <sup>3</sup> /d	141,75	453,60
Peso de fangos a secar por hora útil	kgMS/h	177,19	567,00
Caudal de fangos a secar por hora útil	m <sup>3</sup> /h	17,72	56,70

C. MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
-----------------	------------

### 5.7.1. Bombeo existente de fangos a deshidratación

Tipo		Tornillo helicoidal	
Nº unidades a instalar	Ud	3,00	3,00
Nº unidades en funcionamiento	Ud	2,00	2,00
Caudal unitario necesario	m <sup>3</sup> /h	17,72	18,90
Caudal unitario instalado	m <sup>3</sup> /h	30,00	30,00
Altura manométrica:	m.c.a.	15,00	15,00

### 5.7.2. Instalación actual deshidratación

Capacidad requerida por día útil			
- Caudal	m <sup>3</sup> /d	141,75	453,60
- Carga diaria	kgMS/d	1.417,50	4.536,00
Nº unidades instaladas	Ud	3,00	3,00
Nº unidades en funcionamiento	Ud	1,00	3,00
Carga horaria por centrifugadora	kgMS/h	177,19	189,00
Caudal unitario necesario por centrifugadora	m <sup>3</sup> /h	17,72	18,90
Caudal unitario existente por centrifugadora	m <sup>3</sup> /h	25,00	25,00
Sequedad prevista de salida	%	20,00	20,00
Lavado de las centrifugadoras			
Tipo de válvula		Bola	
Nº de válvulas de lavado	Ud	3,00	3,00
Diámetro nominal	mm	25,00	25,00

### 5.7.3. Acondicionamiento del fango

#### Instalación existente

Instalación

Reactivo

Sistema

Bombas dosificadoras

Dosificación

Capacidad requerida de deshidratación por día útil	KgMS/d	1.417,50	4.536,00
Dosis media	KgMS/tn	8,00	8,00
Dosis máxima	KgMS/tn	12,00	12,00
Consumo máximo diario de reactivo	Kg/d	17,01	54,43
Consumo máximo horario de reactivo	Kg/h	2,13	6,80
Dilución de la preparación	g/l	5,00	5,00
Caudal a dosificar	m <sup>3</sup> /d	3,40	10,89
	l/h	425,25	1.360,80

#### Dosificación

- Nº unidades instaladas	Ud	3,00	3,00
- Nº unidades en funcionamiento	Ud	1,00	3,00
Caudal unitario necesario	l/h	425,25	453,60
Caudal unitario adoptado	l/h	800,00	800,00
Altura manométrica	m.c.a.	10,00	10,00
Potencia unitaria	kW	0,75	0,75
Diámetro conducción	mm	40,00	40,00
Velocidad	m/sg	0,09	0,30

#### Equipo de preparación

Volumen total del equipo de preparación	l	1.700,00	1.700,00
Sistema de agitación	Electroagitador		
Nº electroagitadores instalados	Ud	3,00	3,00
Potencia unitaria	kW	0,75	0,75

C. MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
-----------------	------------

Dilución secundaria			
Concentración deseada	%	0,10	0,10
Caudal máximo de agua para dilución	m <sup>3</sup> /h/línea	1,70	1,81
Sistema de medición empleada	Rotámetro		

#### 5.7.4. Ecurridos de la deshidratación

Peso de fangos a secar por día útil	kgMS/d	1.417,50	4.536,00
Sequedad	%	20,00	20,00
Volumen de fangos secos	m <sup>3</sup> /d	7,09	22,68
Densidad de los fangos húmedos	Kg/m <sup>3</sup>	1.050,00	1.051,00
Peso de fangos secos	tm/d	7,44	23,84
Caudal líquido filtrado	m <sup>3</sup> /d	134,66	430,92
Horas de servicio de la deshidratación	h/d	8,00	8,00
Caudal de ecurridos	m <sup>3</sup> /h	16,83	53,87
Destino	Depósito de homogeneización de fangos		

#### 5.8. EVACUACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE FANGOS

En esta fase del tratamiento de fangos no se va actuar, pero se incluye a continuación la comprobación de funcionamiento en las nuevas condiciones de servicio que establece este proyecto.

##### 5.8.1. Bombeo existente de fangos deshidratados de centrifugas

Peso de fangos a secar por día útil	kgMS/d	1.417,50	4.536,00
Sequedad	%	20,00	20,00
Volumen de fangos secos	m <sup>3</sup> /d	7,09	22,68
Densidad de los fangos húmedos	Kg/m <sup>3</sup>	1.050,00	1.050,00
Peso de fangos secos	tm/d	7,44	23,81
Tipo	Bomba de tornillo		
Nº de bombas a instalar	Ud.	3,00	3,00
Nº de bombas previstas en servicio	Ud.	1,00	3,00
Capacidad unitaria necesaria	m <sup>3</sup> /h	0,89	0,95
Altura manométrica necesaria	bar	11,76	11,76
Capacidad unitaria adoptada	m <sup>3</sup> /h	4,00	4,00
Presión	bar	12,00	12,00

##### 5.8.2. Almacenamiento de fangos deshidratados existente

Extracción fangos deshidratados	Silo		
Nº de equipos existentes de almacenamiento	Ud	1,00	1,00
Volumen total de almacenamiento	m <sup>3</sup>	80,00	80,00
Volumen total diario de fangos deshidratados	m <sup>3</sup> /d	7,09	22,68
Tiempo de almacenamiento	d	11,29	3,53

## ANEJO Nº 6.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y CONTENIDO.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>BASES DE PARTIDA .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS .....</b>	<b>5</b>

## **APÉNDICES**

**APENDICE A.- LÍNEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP**

**APÉNDICE B.- LÍNEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LAVADO**

**APÉNDICE C.- LÍNEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE FANGOS**



## 1 INTRODUCCIÓN Y CONTENIDO

En el presente anejo, se justifica la línea piezométrica de los diferentes procesos de la ETAP de Torrelaguna, incluyendo:

### o La línea de agua de la ETAP

Las actuaciones de mejora proyectadas mantienen todos los elementos de la ETAP actual y sus interconexiones (tubería o canales) a excepción del tramo entre la entrada a los filtros, paso por el medio filtrante, falso fondo y las conducciones de salida de filtros hasta el canal de agua filtrada.

A pesar de afectar solo al diseño de este tramo hidráulico, se procede a comprobar toda la línea piezométrica de la ETAP.

### o La línea de agua de lavado desde el bombeo de agua de lavado hasta la balsa de homogeneización de fangos.

Dentro de las actuaciones a ejecutar, se incluye unas nuevas bombas de agua de lavado de mayor caudal. Además, se modifican los falsos fondos, el medio filtrante y se renuevan las impulsiones de agua de lavado. Por ello, es necesario realizar las comprobaciones hidráulicas correspondientes a este proceso parcial.

### o La línea de fango

Del mismo modo, el esquema hidráulico de la línea de fangos se mantiene en su totalidad y las actuaciones recogidas en este proyecto permiten adoptar otros modos alternativos de funcionamiento. En este caso, se van a comprobar hidráulicamente los nuevos circuitos y que estos son compatibles con los elementos existentes:

- Desde la cámara actual de fangos decantados hasta los nuevos espesadores, incluyendo la extracción del clarificado de los espesadores y su conexión hasta la cámara de agua recuperada existente.
- Entre las actuaciones proyectadas, se incluyen unas canaletas nuevas en los decantadores lamelares actuales para la extracción del clarificado. Por ello, se justifica el tramo desde de las nuevas canaletas hasta la cámara de agua recuperada existente.
- Por último, se comprueba también el modo de funcionamiento alternativo de los espesadores como volumen adicional de homogeneización comunicando estos elementos como con la balsa de homogeneización.

Este documento se estructura estableciendo los caudales de cálculo y una breve referencia de la metodología utilizada, para terminar con un resumen de los resultados obtenidos y tres apéndices donde se incluyen los cálculos detallados.

## 2 BASES DE PARTIDA

Se definen las siguientes bases de partida para las siguientes piezométricas:

### 1) Línea de agua de la ETAP

Caudales de diseño	C. Medio Actual	Capacidad Nominal
Caudales	m <sup>3</sup> /s	1,250
	m <sup>3</sup> /h	4.500,0
	m <sup>3</sup> /d	108.000,0
		6,000
		21.600,0
		518.400,0

### 2) Agua de lavado

Caudales de diseño	Fase lavado	Fase de Aclarado
Caudales	m <sup>3</sup> /h	1.400,00
	m <sup>3</sup> /s	0,39
		2.800,00
		0,78

### 3) Línea de fangos, donde a su vez se comprueban tres nuevos tramos hidráulicos diferentes.

- Operación de nuevos espesadores como concentradores de los fangos de procedentes de los decantadores acelerador:

Caudales de diseño	C. Medio Actual	C.Nominal
Caudales	m <sup>3</sup> /h	11,81
	m <sup>3</sup> /s	0.0033
		60,00
		0,0167

- Clarificado de la decantación lamelar hasta la arqueta de bombeo de clarificados de la línea de fangos a cabecera de planta.

Clarificados decantación lamelar	C. Medio Actual	C. Nominal
Caudales de diseño	m <sup>3</sup> /h	70,00
	m <sup>3</sup> /sg	0,019
		280,00
		0,078

- Conexión entre el depósito de homogeneización y los nuevos espesadores para ser usados como volumen adicional de homogeneización, donde se determina el tiempo necesario para evacuar el volumen de un lavado desde el depósito de homogeneización hasta los nuevos espesadores.

## 3 METODOLOGÍA

Las formulaciones empleadas para la determinación de la línea piezométrica son las siguientes:

- Rozamiento en conducciones a presión: Colebrook-White y la ecuación de Darcy-Weirsbach.
- Rozamiento en conducciones parcialmente llena: La formulación anterior con las correcciones de Thormann-Franke o en su caso, la formula de Manning.
- Pérdidas singulares: Fórmula general de pérdidas de carga.
- Pérdidas en filtros: La formulación de Fair-Hatch para lechos no estratificados.

- o Vertederos rectangulares de pared delgada: Fórmula general con coeficiente de caudal según Rehbock.
- o Vertederos triangulares: Fórmula simplificada de Thompson.
- o Pérdidas en canal abiertos: Formula de Chezy y Bazin para canales abiertos.
- o Perdidas en canales cerrados: Formula de Manning.

Los cálculos se han realizado en la dirección contraria del flujo, es decir, de aguas abajo a aguas arriba.

Se han comparado las cotas "Z" obtenidas en los levantamientos topográficos y las reflejadas en los sucesivos proyectos de construcción y remodelación de la planta desde el año 1967, reflejándose en todos los casos un desfase medio de 30 cm a favor de los proyectos mencionados.

En este proyecto, se adopta el sistema de referencia del levantamiento topográfico efectuándose la corrección correspondiente en las cotas (-30 cm) en aquellos elementos o estructuras definidas a partir de los planos consultados en los citados proyectos.

#### 4 RESULTADOS OBTENIDOS

Para la determinación de la línea piezométrica en los diferentes tramos estudiados se han tenido en cuenta los siguientes condicionantes principales:

- o Compatibilidad de los elementos que permanecen en servicio una vez que se terminen las obras de remodelación de la ETAP.
- o Las cotas de urbanización actual de la parcela.
- o La disposición en la parcela de los nuevos elementos a construir, así como de las conducciones que los comunican.

Con estos condicionantes, se han desarrollado el cálculo de la línea piezométrica de correspondiente, considerándose para cada tramo o elemento los caudales de diseño establecidos.

Se adjunta a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

##### 1) Línea de agua de la ETAP

ELEMENTO	Vertederos	S. DISEÑO	
		Medio Actual	C. Nominal
Cámara de partición	-	867,213	867,543
Entrada a decantador	-	866,824	867,003
Decantador	-	866,785	866,904
Canal de agua decantada	-	866,717	866,733
Filtros	-	866,700	866,700
Cámara de descarga de los filtros	864,225	864,289	864,293

ELEMENTO	Vertederos	S. DISEÑO	
		Medio Actual	C. Nominal
Canal de agua filtrada en galería de filtros	-	863,812	864,046
Canal de agua tratada en cámara de distribución	-	863,759	863,759

## 2) Agua de lavado

ELEMENTO	Vertederos	S. DISEÑO	
		Lavado	Aclarado
Depósito de agua para lavado		863,759	863,759
Filtros	865,950	865,988	866,011
Canal de salida de aguas de lavado en filtración	-	864,215	864,600
Arqueta de retención de arenas	863,050	863,191	863,272
Arquetas de alivio	861,801	857,533	861,801
Balsa de homogeneización	-	856,100	856,100

## 3) Línea de fango:

- Nuevos espesadores como concentradores de los fangos de procedentes de los decantadores acelerador:

TRAMO ESTUDIADO	Vertedero	DISEÑO	
<b>Espesado de fangos de la decantación acelerador</b>		<b>Medio</b>	<b>Máximo</b>
Cámara de fangos decantados	-	851,700	851,700
Reparto a espesadores (Mezcla reactivos)	855,650	855,659	855,677
Espesadores	855,500	855,510	855,520
Cámara de agua recuperada	-	854,700	854,700

- Clarificado de la decantación lamelar de la línea de fangos hasta la cámara de agua recuperada.

TRAMO ESTUDIADO	Vertedero	DISEÑO	
<b>Decantación lamelar hasta cámara de agua recuperada</b>		<b>C. Medio Actual</b>	<b>C. Nominal</b>
Decantación lamelar	854,750	854,767	854,772
Canal de salida de la decantación lamelar	-	854,701	854,718
Cámara de agua recuperada	-	854,700	854,700

- Conexión entre el depósito de homogeneización y los nuevos espesadores para ser usados como volumen adicional de homogeneización: el tiempo necesario para evacuar el volumen correspondiente a un lavado es de 27,31 minutos.

## **APÉNDICE A.- LÍNEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP**



## INDICE

### A/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP

1. BASES DE DISEÑO
  - 1.1. CAUDALES
  - 1.2. RESUMEN DE LA LÍNEA PIEZOMÉTRICA
2. CANAL DE AGUA TRATADA
  - 2.1. CANAL DE AGUA TRATADA
  - 2.2. CANAL DE AGUA FILTRADA EN GALERIA DE FILTROS
  - 2.3. ENTRADA A CANAL DE AGUA FILTRADA
3. FILTRACIÓN
  - 3.1. SALIDA DE FILTROS
  - 3.2. COMPUERTA DE ENTRADA A FILTRACIÓN
4. DECANTACIÓN
  - 4.1. CANAL DE AGUA DECANTADA
  - 4.2. CANAL PERIMETRAL DE LOS DECANTADORES ACCELATOR
  - 4.3. CANALES RADIALES DE EXTRACCIÓN DEL CLARIFICADO
  - 4.4. ORIFICIOS DE EXTRACCIÓN DEL CLARIFICADO
  - 4.5. CONDUCCIÓN DE ENTRADA A DECANTADOR
5. CANAL DE AGUA BRUTA

## A/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP

C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
----------------	------------

### 1. BASES DE DISEÑO

#### 1.1. CAUDALES

Para el cálculo de la línea piezométrica de los procesos remodelados, se utilizan los caudales definidos para la situación de diseño.

Caudales	m <sup>3</sup> /s	1,250	6,000
	m <sup>3</sup> /h	4.500,0	21.600,0
	m <sup>3</sup> /d	108.000,0	518.400,0

#### 1.2. RESUMEN DE LA LÍNEA PIEZOMÉTRICA

ELEMENTO	Vertederos	S. DISEÑO	
		Medio Actual	C. Nominal
Cámara de partición	-	867,213	867,543
Entrada a decantador	-	866,824	867,003
Decantador	-	866,785	866,904
Canal de agua decantada	-	866,717	866,733
Filtros	-	866,700	866,700
Cámara de descarga de los filtros	864,225	864,289	864,293
Canal de agua filtrada en galería de filtros	-	863,812	864,046
Canal de agua tratada en cámara de distribución	-	863,759	863,759

### 2. CANAL DE AGUA TRATADA

Cota en cámara de distribución (S/proyecto reformado 1967)		863,759	863,759
Nº de baterías de filtros en servicio	Uds	1,000	2,000
Nº de filtros en servicio por batería	Uds	5,000	11,000

#### 2.1. CANAL DE AGUA TRATADA

##### Pérdidas por rozamiento

Caudal	m <sup>3</sup> /s	1,250	3,000
Dimensiones canal			
Ancho canal	m	2,200	2,200
Solera canal		862,600	862,600
Calado en canal	m	1,159	1,159
Radio Hidráulico	m	0,564	0,564
Rugosidad (Gamma)		0,160	0,160
Coeficiente C según Bazin		71,724	71,724
Velocidad (V)	m/s	0,490	1,177
Longitud	m	60,000	60,000
Pendiente	%	0,008	0,048
Pérdida	m	0,005	0,029

##### Pérdidas singulares

Valores de K			
- Entrada y salida a depósito		1,500	1,500
- Cambios de sentido		1,200	1,200
Ktotal		2,700	2,700
Caudal	m <sup>3</sup> /s	1,250	3,000
Velocidad	m/s	0,490	1,177
Pérdida	m	0,033	0,191

A/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP

C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
----------------	------------

Cota en canal de agua filtrada (final)	863,797	863,978
--	---------	---------

2.2. CANAL DE AGUA FILTRADA EN GALERIA DE FILTROS

**Pérdidas por rozamiento**

Caudal	m <sup>3</sup> /s	1,250	3,000
Dimensiones canal			
Ancho canal	m	2,000	2,000
Solera canal		862,300	862,300
Calado en canal	m	1,497	1,678
Radio Hidráulico	m	0,600	0,627
Rugosidad (Gamma)		0,160	0,160
Coefficiente C según Bazin		72,101	72,372
Velocidad (V)	m/s	0,417	0,894
Longitud	m	113,500	113,500
Pendiente	%	0,006	0,024
Pérdida	m	0,006	0,028

**Pérdidas singulares**

Puesta en velocidad		1,000	1,000
Ktotal		1,000	1,000
Caudal	m <sup>3</sup> /s	1,250	3,000
Velocidad	m/s	0,417	0,894
Pérdida	m	0,009	0,041

Cota en canal de agua filtrada (inicio)	863,812	864,046
---	---------	---------

2.3. ENTRADA A CANAL DE AGUA FILTRADA

De acuerdo a la formula general, y utilizando el coeficiente de caudal de 0,40:

- Caudal unitario	m <sup>3</sup> /s	0,250	0,273
- Longitud total de vertedero	m	8,250	8,250
- Coeficiente de caudal		0,400	0,400
Altura de lámina sobre vertedero (h)	m	0,066	0,070

Se determina el coeficiente de caudal según Rehbock:

- Altura de pared de agua	mts	0,475	0,475
- Coeficiente de caudal		0,420	0,420

Se determina a continuación la altura sobre vertedero con el nuevo valor del coeficiente de caudal :

- Coeficiente m		0,420	0,420
- Altura de lamina	mts	0,064	0,068

Resguardo aguas abajo del vertedero	m	0,413	0,179
Cota de la cresta del vertedero		864,225	864,225
Cota en cámara de descarga de los filtros		864,289	864,293

3. FILTRACIÓN

3.1. SALIDA DE FILTROS

**Pérdidas por rozamiento en tubería Ø500**

Caudal por filtro	m <sup>3</sup> /s	0,250	0,273
Diámetro	m	0,500	0,500

#### A/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP

		C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
Nº Reynolds		485.969,393	530.148,429
Viscosidad cinemática	m <sup>2</sup> /s	0,0000013	0,0000013
Coeficiente Ks	m	0,0005	0,0005
Valor de $\lambda$		0,0203	0,0202
Velocidad en tubería	m/s	1,273	1,389
Perdida	m/m	0,003	0,004
Longitud tubería	m	1,340	1,340
Pérdida por rozamiento	m	0,004	0,005
<b>Pérdidas singulares en la conducción Ø500</b>			
Valores de K			
- Codo de 90º con r/d = 1,5		0,290	0,290
- Entrada a depósito		1,000	1,000
Ktotal		1,290	1,290
Velocidad	m/s	1,273	1,389
Pérdida	m	0,107	0,127
<b>Pérdida de carga en válvula de control</b>			
Máxima pérdida en válvula de control	m	1,909	1,807
<b>Pérdidas por rozamiento en tubería Ø600</b>			
Caudal por filtro	m <sup>3</sup> /s	0,250	0,273
Diámetro	m	0,600	0,600
Nº Reynolds		404.974,494	441.790,357
Viscosidad cinemática	m <sup>2</sup> /s	0,0000013	0,0000013
Coeficiente Ks	m	0,0005	0,0005
Valor de $\lambda$		0,020	0,020
Velocidad en tubería	m/s	0,884	0,965
Perdida	m/m	0,001	0,002
Longitud tubería	m	1,900	1,900
Pérdida por rozamiento	m	0,002	0,003
<b>Pérdidas singulares en la conducción Ø600</b>			
Valores de K			
- T de acometida		1,300	1,300
- Reducción		1,610	1,610
- Salida de depósito		1,000	1,000
Ktotal		3,910	3,910
Velocidad	m/s	0,884	0,965
Pérdida	m	0,156	0,185
<b>Otras pérdidas</b>			
En falso fondo (S/fabricante)	m	0,160	0,200
En lecho de arena (Fair-Hatch Lechos no estratificados)	cm	7,236	7,894
- Coeficiente de Kozeny		5,000	5,000
- Altura del lecho	cm	100,000	100,000
- Porosidad		0,550	0,550
- Coeficiente de forma		0,950	0,950
- Diámetro de la arena	cm	0,100	0,100
- Area del filtro	m <sup>2</sup>	112,000	112,000
- Velocidad de filtración	cm/s	0,223	0,244
Otras pérdidas	m	0,232	0,279
<b>Total pérdidas en filtros</b>	<b>m</b>	<b>2,411</b>	<b>2,407</b>

A/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP

C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
----------------	------------

Máxima cota de lamina de agua en filtro	866,700	866,700
---	---------	---------

3.2. COMPUERTA DE ENTRADA A FILTRACIÓN

Dimensiones ventana			
- Alto	m	0,700	0,700
- Ancho	m	0,700	0,700
Caudal unitario de ventana	m <sup>3</sup> /s	0,250	0,273
Velocidad de paso	m/s	0,510	0,557
Coeficiente K		0,600	0,600
Pérdida	m.c.a.	0,008	0,009

Cota lámina de agua en canal de agua decantada	866,708	866,709
--	---------	---------

4. DECANTACIÓN

Nº de decantadores en servicio	Uds	2,000	6,000
Diámetro	m	46,000	46,000
Extracción del clarificado	Mediante canales radiales con orificios		
Nº de canales de extracción del clarificado	Uds/dec	40,000	40,000
Nº de orificios por canal	Uds	24,000	24,000
Diámetro de los orificios	mm	40	40

4.1. CANAL DE AGUA DECANTADA

**Pérdidas por rozamiento**

Caudal	m <sup>3</sup> /s	0,625	1,000
Dimensiones canal			
Ancho canal	m	1,500	1,500
Solera canal		865,500	865,500
Calado en canal	m	1,208	1,209
Radio Hidráulico	m	0,463	0,463
Rugosidad (Gamma)		0,160	0,160
Coeficiente C según Bazin		70,433	70,436
Velocidad (V)	m/s	0,345	0,551
Longitud	m	36,000	36,000
Pendiente	%	0,005	0,013
Pérdida	m	0,002	0,005

**Pérdidas singulares**

Cambio de sentido		1,200	1,200
Ktotal		1,200	1,200
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0,625	1,000
Velocidad	m/s	0,345	0,551
Pérdida	m	0,007	0,019

Cota en canal de agua decantada	866,717	866,733
---------------------------------	---------	---------

4.2. CANAL PERIMETRAL DE LOS DECANTADORES ACCELATOR

**Pérdidas por rozamiento**

Caudal de medio canal	m <sup>3</sup> /s	0,313	0,500
Dimensiones canal			
Ancho canal	m	1,000	1,000

#### A/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP

		C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
Solera canal		865,900	865,900
Calado en canal	m	0,817	0,833
Radio Hidráulico	m	0,310	0,312
Rugosidad (Gamma)		0,160	0,160
Coeficiente C según Bazin		67,584	67,638
Velocidad (V)	m/s	0,382	0,600
Longitud	m	72,257	72,257
Pendiente	%	0,010	0,025
Pérdida	m	0,007	0,018
<b>Pérdidas singulares</b>			
Puesta en velocidad		0,500	0,500
Ktotal		0,500	0,500
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0,313	0,500
Velocidad	m/s	0,382	0,600
Pérdida	m	0,004	0,009
<b>Cota canal perimetral de los decantadores</b>		<b>866,728</b>	<b>866,760</b>

#### 4.3. CANALES RADIALES DE EXTRACCIÓN DEL CLARIFICADO

##### Pérdidas por rozamiento

Caudal unitario	m <sup>3</sup> /s	0,016	0,025
Dimensiones canal			
Ancho canal	m	0,250	0,250
Solera canal		866,675	866,675
Calado en canal	m	0,085	0,085
Radio Hidráulico	m	0,051	0,051
Rugosidad (Gamma)		0,160	0,160
Coeficiente C según Bazin		50,838	50,855
Velocidad (V)	m/s	0,735	1,173
Longitud	m	9,040	9,040
Pendiente	%	0,413	1,051
Pérdida	m	0,037	0,095

##### Pérdidas singulares

Entrada a canal perimetral		0,400	0,400
Ktotal		0,400	0,400
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0,016	0,025
Velocidad	m/s	0,735	1,173
Pérdida	m	0,011	0,028

<b>Cota en canales radiales de extracción de clarificado</b>		<b>866,777</b>	<b>866,883</b>
--	--	----------------	----------------

#### 4.4. ORIFICIOS DE EXTRACCIÓN DEL CLARIFICADO

Nº de orificios	Uds	1.920,000	5.760,000
Caudal unitario por orificio	m <sup>3</sup> /s	0,0007	0,0010
Diámetro	m	0,0400	0,0400
Area	m <sup>2</sup>	0,0013	0,0013
Paso por orificio		0,600	0,600
Ktotal		0,600	0,600
Velocidad	m/s	0,518	0,829
Pérdida	m	0,008	0,021



**A/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP**

	<b>C.MEDIO ACTUAL</b>	<b>C. NOMINAL</b>
<b>Cota en decantador</b>	<b>866,785</b>	<b>866,904</b>

**4.5. CONDUCCIÓN DE ENTRADA A DECANTADOR**

**Pérdidas por rozamiento en tubería Ø1200**

Caudal por decantador	m <sup>3</sup> /s	0,625	1,000
Diámetro	m	1,200	1,200
Nº Reynolds		506.218,118	809.948,988
Viscosidad cinemática	m <sup>2</sup> /s	0,0000013	0,0000013
Coeficiente Ks	m	0,0005	0,0005
Valor de $\lambda$		0,017	0,017
Velocidad en tubería	m/s	0,553	0,884
Perdida	m/m	0,000	0,001
Longitud tubería	m	30,000	30,000
Pérdida por rozamiento	m	0,007	0,017

**Pérdidas singulares en la conducción Ø600**

Valores de K			
- Codo de 90º		0,290	0,290
- Codo de 45º		0,280	0,280
- Entrada y salida		1,500	1,500
Ktotal		2,070	2,070
Velocidad	m/s	0,553	0,884
Pérdida	m	0,032	0,082

<b>Cota en entrada decantador</b>	<b>866,824</b>	<b>867,003</b>
-----------------------------------	----------------	----------------

**5. CANAL DE AGUA BRUTA**

**Tramo de alimentación a un decantador**

Canal cerrado mediante manning

Dimensiones

- Longitud	m	49,000	49,000
- Altura	m	2,400	2,400
- Ancho	m	2,000	2,000
- Perimetro	m	8,480	8,480
- Area	m <sup>2</sup>	4,630	4,630
- Radio hidráulico	m	0,546	0,546
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0,625	0,500
Velocidad	m/s	0,135	0,108
Pérdidas	m	0,113	0,091

**Tramo de alimentación a dos decantadores**

Canal cerrado mediante manning

Dimensiones

- Longitud	m	49,000	49,000
- Altura	m	2,400	2,400
- Ancho	m	2,000	2,000
- Perimetro	m	8,480	8,480
- Area	m <sup>2</sup>	4,630	4,630
- Radio hidráulico	m	0,546	0,546
Caudal	m <sup>3</sup> /s	1,250	1,500
Velocidad	m/s	0,270	0,324
Pérdidas	m	0,227	0,272

**A/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LA ETAP**

C.MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
----------------	------------

**Tramo final de alimentación a tres decantadores**

Canal cerrado mediante manning

Dimensiones

- Longitud	m	6,500	6,500
- Altura	m	2,400	2,400
- Ancho	m	2,000	2,000
- Perimetro	m	8,480	8,480
- Area	m <sup>2</sup>	4,630	4,630
- Radio hidráulico	m	0,546	0,546
Caudal	m <sup>3</sup> /s	1,250	3,000
Velocidad	m/s	0,270	0,648
Pérdidas	m	0,030	0,072

**Pérdidas singulares en canal de alimentación a decantación**

Valores de K

- Orificio		0,600	0,600
- Bifurcaciones		2,500	2,500
- Entrada		1,500	1,500
Ktotal		4,600	4,600
Velocidad	m/s	0,270	0,648
Pérdida	m	0,017	0,098

<b>Cota en final del canal triple</b>	<b>867,211</b>	<b>867,537</b>
---------------------------------------	----------------	----------------

**Tramo canal triple**

**Pérdidas por rozamiento**

Caudal	m <sup>3</sup> /s	1,250	3,000
Dimensiones canal			
Ancho canal	m	2,500	2,500
Solera canal		866,100	866,100
Calado en canal	m	1,111	1,437
Radio Hidr.(R)	m	0,588	0,668
Gamma		0,160	0,160
Coefficiente C según Bazin		71,982	72,760
Velocidad (V)	m/s	0,450	0,835
Longitud	m	30,750	30,750
Pendiente	%	0,007	0,020
Pérdida	m	0,002	0,006

<b>Cota en cámara de partición</b>	<b>867,213</b>	<b>867,543</b>
------------------------------------	----------------	----------------

## APÉNDICE B.- LÍNEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LAVADO

## INDICE

### B/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LAVADO

1. BOMBEO DE LAVADO DE FILTROS
  - 1.1. CAUDALES DE DISEÑO
  - 1.2. RESUMEN DE LINEA PIEZOMÉTRICA
2. CONDUCCIÓN HASTA DEPÓSITO DE HOMOGENEIZACIÓN
  - 2.1. CONDUCCIÓN DE DESCARGA A Balsa de Homogeneización
  - 2.2. VERTEDERO DE ALIVIO A BOMBEO DE DRENAJES
  - 2.3. CONDUCCIÓN DE SALIDA DE AGUA DE LAVADO DE LOS FILTROS
  - 2.4. VERTEDERO ARQUETA DE RETENCIÓN DE ARENAS
3. FILTRACIÓN
  - 3.1. CANAL DE SALIDA DE AGUA DE LAVADO
  - 3.2. COMPUERTA DE SALIDA DEL AGUA DE LAVADO
  - 3.3. VERTEDERO DE ALIVIO DEL AGUA DE LAVADO EN FILTROS
4. BOMBEO DE AGUAS PARA LAVADO

## B/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LAVADO

S. DISEÑO	
Lavado	Aclarado

### 1. BOMBEO DE LAVADO DE FILTROS

#### 1.1. CAUDALES DE DISEÑO

Caudales	m <sup>3</sup> /h	1.400,00	2.800,00
	m <sup>3</sup> /s	0,39	0,78

#### 1.2. RESUMEN DE LINEA PIEZOMÉTRICA

ELEMENTO	Vertederos	S. DISEÑO	
		Lavado	Aclarado
Depósito de agua para lavado		863,759	863,759
Filtros	865,950	865,988	866,011
Canal de salida de aguas de lavado en filtración	-	864,215	864,600
Arqueta de retención de arenas	863,050	863,191	863,272
Arquetas de alivio	861,801	857,533	861,801
Balsa de homogeneización	-	856,100	856,100

### 2. CONDUCCIÓN HASTA Balsa DE HOMOGENEIZACIÓN

Cota del vertedero de alivio del balsa de homogeneización		857,700	857,700
Calado máximo en balsa de homogeneización	m	6,500	6,500
Calado máximo para admitir un lavado de los filtros	m	4,900	4,900
Cota de lámina máxima para admitir un lavado		856,100	856,100

#### 2.1. CONDUCCIÓN DE DESCARGA A Balsa DE HOMOGENEIZACIÓN

##### Tramo batería 1

##### Pérdidas por rozamiento en tubería Ø500

Caudal por decantador	m <sup>3</sup> /s	0,389	0,778
Diámetro	m	0,500	0,500
Nº Reynolds		755.952,389	1.511.904,778
Viscosidad cinemática	m <sup>2</sup> /sg	0,0000013	0,0000013
Coefficiente Ks	m	0,0005	0,0005
Valor de λ		0,020	0,020
Velocidad en tubería	m/s	1,981	3,961
Pérdida	m/m	0,008	0,032
Longitud tubería	m	98,000	98,000
Pérdida por rozamiento	m	0,785	3,110

##### Pérdidas singulares en la conducción Ø500

Valores de K			
- Codo de 45º		0,280	0,280
- Derivación en T		1,460	1,460
- Entrada y salida		1,500	1,500
Ktotal		3,240	3,240
Velocidad	m/s	1,981	3,961
Pérdida	m	0,648	2,591

Cota en arqueta de alivio de emergencia para la batería 1	857,533	861,801
---	---------	---------

##### Tramo batería 2

##### Pérdidas por rozamiento en tubería Ø500

## B/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LAVADO

S. DISEÑO	
Lavado	Aclarado

Caudal por decantador	m <sup>3</sup> /s	0,389	0,778
Diámetro	m	0,500	0,500
Nº Reynolds		755.952,389	1.511.904,778
Viscosidad cinemática	m <sup>2</sup> /sg	0,0000013	0,0000013
Coefficiente Ks	m	0,0005	0,0005
Valor de λ		0,020	0,020
Velocidad en tubería	m/s	1,981	3,961
Perdida	m/m	0,008	0,032
Longitud tubería	m	57,000	57,000
Pérdida por rozamiento	m	0,457	1,809

### Pérdidas singulares en la conducción Ø500

Valores de K

- Codo de 45º	2	0,280	0,280
- Derivación en T	1	1,460	1,460
- Entrada y salida	1	1,500	1,500
Ktotal		3,240	3,240
Velocidad	m/s	1,981	3,961
Pérdida	m	0,648	2,591

<b>Cota en arqueta de alivio de emergencia para la batería 2</b>	<b>857,205</b>	<b>860,500</b>
--	----------------	----------------

Dado que ambas arquetas están conectadas por la misma conducción, se recrecerán ambos muros de alivio, de acuerdo a la cota que se indica en el siguiente apartado:

## 2.2. VERTEDERO DE ALIVIO A BOMBEO DE DRENAJES

De acuerdo a la formula general, y utilizando el coeficiente de caudal de 0,40:

- Caudal	m <sup>3</sup> /s	0,778
- Longitud total de vertedero	m	1,600
- Coeficiente de caudal		0,400
Altura de lámina sobre vertedero (h)	m	0,422

Se determina el coeficiente de caudal según Rehbock:

- Altura de pared de agua	mts	3,120
- Coeficiente de caudal		0,412

Se determina a continuación la altura sobre vertedero con el nuevo valor del coeficiente de caudal :

- Coeficiente m		0,412
- Altura de lamina	mts	0,414

<b>Cota de la cresta del vertedero</b>	<b>861,801</b>
<b>Cota lámina de agua aliviando</b>	<b>862,215</b>

## 2.3. CONDUCCIÓN DE SALIDA DE AGUA DE LAVADO DE LOS FILTROS

Diámetro	mm	1.200,00	1.200,00
Material	Hormigón		
Cota de inicio		862,15	862,15
Cota final		857,18	857,18
Longitud		60,36	60,36
Pendiente	%	8,23	8,23
Velocidad	m/s	4,76	5,93
Calado en conducción	mm	142,94	203,32

<b>Cota descarga del depósito de retención de arenas</b>	<b>862,293</b>	<b>862,353</b>
--	----------------	----------------



## B/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LAVADO

S. DISEÑO	
Lavado	Aclarado

### 2.4. VERTEDERO ARQUETA DE RETENCIÓN DE ARENAS

De acuerdo a la formula general, y utilizando el coeficiente de caudal de 0,40:

- Caudal	m <sup>3</sup> /s	0,389	0,778
- Longitud total de vertedero	m	4,000	4,000
- Coeficiente de caudal		0,400	0,400
Altura de lámina sobre vertedero (h)	m	0,144	0,229

Se determina el coeficiente de caudal según Rehbock:

- Altura de pared de agua	mts	0,900	0,900
- Coeficiente de caudal		0,416	0,420

Se determina a continuación la altura sobre vertedero con el nuevo valor del coeficiente de caudal :

- Coeficiente m		0,416	0,420
- Altura de lamina	mts	0,141	0,222

Resguardo hidráulico	m	0,757	0,697
Cota de la cresta del vertedero		863,050	863,050
Cota lámina en arqueta de retención de arenas		863,191	863,272

## 3. FILTRACIÓN

### 3.1. CANAL DE SALIDA DE AGUA DE LAVADO

#### Pérdidas por rozamiento

Caudal	m <sup>3</sup> /s	0,389	0,778
Dimensiones canal			
Ancho canal	m	0,900	0,900
Solera canal		863,700	863,700
Calado en canal	m	0,515	0,900
Radio Hidráulico	m	0,240	0,300
Rugosidad (Gamma)		0,160	0,160
Coeficiente C según Bazin		65,586	67,331
Velocidad (V)	m/s	0,839	0,960
Longitud	m	67,500	67,500
Pendiente	%	0,068	0,068
Pérdida	m	0,046	0,046

#### Pérdidas singulares

Valores de K			
- Entrada y salida a depósito		1,500	1,500
Ktotal		1,500	1,500
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0,389	0,778
Velocidad	m/s	0,839	0,960
Pérdida	m	0,054	0,070

Cota lámina en canal de salida de aguas de lavado		864,215	864,600
---	--	---------	---------

### 3.2. COMPUERTA DE SALIDA DEL AGUA DE LAVADO

Dimensiones ventana			
- Alto	m	0,700	0,700
- Ancho	m	0,600	0,600
Caudal unitario de ventana	m <sup>3</sup> /s	0,389	0,778
Velocidad de paso	m/s	0,926	1,852
Coeficiente K		0,600	0,600

## B/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LAVADO

S. DISEÑO	
Lavado	Aclarado

Pérdida m.c.a. 0,026 0,105

Cota lámina de agua en canal de salida del agua de lavado 865,626 865,705

### 3.3. VERTEDERO DE ALIVIO DEL AGUA DE LAVADO EN FILTROS

De acuerdo a la formula general, y utilizando el coeficiente de caudal de 0,40:

- Caudal	m <sup>3</sup> /s	0,389	0,778
- Longitud total de vertedero	m	28,000	28,000
- Coeficiente de caudal		0,400	0,400
Altura de lámina sobre vertedero (h)	m	0,039	0,063

Se determina el coeficiente de caudal según Rehbock:

- Altura de pared de agua	mts	3,120	3,120
- Coeficiente de caudal		0,420	0,415

Se determina a continuación la altura sobre vertedero con el nuevo valor del coeficiente de caudal :

- Coeficiente m		0,420	0,415
- Altura de lamina	mts	0,038	0,061

Resguardo aguas abajo del vertedero	0,324	0,245
Cota de la cresta del vertedero	865,950	865,950
Cota lámina de agua en filtros	865,988	866,011

### 4. BOMBEO DE AGUAS PARA LAVADO

#### Altura geometrica

- Cota en filtros	865,988	866,011
- Cota en bombeo	863,759	863,759
Total	2,229	2,252

#### Pérdidas por rozamiento en impulsión

Nº de impulsiones	Uds	1,000	1,000
Caudal unitario	m <sup>3</sup> /s	0,389	0,778
Diámetro	m	0,600	0,600
Nº Reynolds		629.960	1.259.921
Viscosidad cinemática	m <sup>2</sup> /sg	0,0000013	0,0000013
Coeficiente Ks	m	0,0005	0,0005
Valor de λ		0,019	0,019
Velocidad en tubería	m/s	1,375	2,751
Pérdida	m/m	0,003	0,012
Longitud tubería	m	180,000	180,000
Pérdida por rozamiento	m	0,559	2,207

#### Pérdidas singulares en la impulsión

Valores de K			
- Válvulas	2	0,120	0,120
- Válvula de retención	1	2,000	2,000
- Codo de 90º	7	2,030	2,030
- Codo de 45º	4	0,560	0,560
- Acometidas	3	3,600	3,600
K total		8,310	8,310
Velocidad	m/s	1,375	2,751
Pérdidas singulares		0,801	3,205

#### Otras pérdidas

En falso fondo (S/fabricante)	m	0,160	0,200
-------------------------------	---	-------	-------

B/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE AGUA DE LAVADO

S. DISEÑO	
Lavado	Aclarado

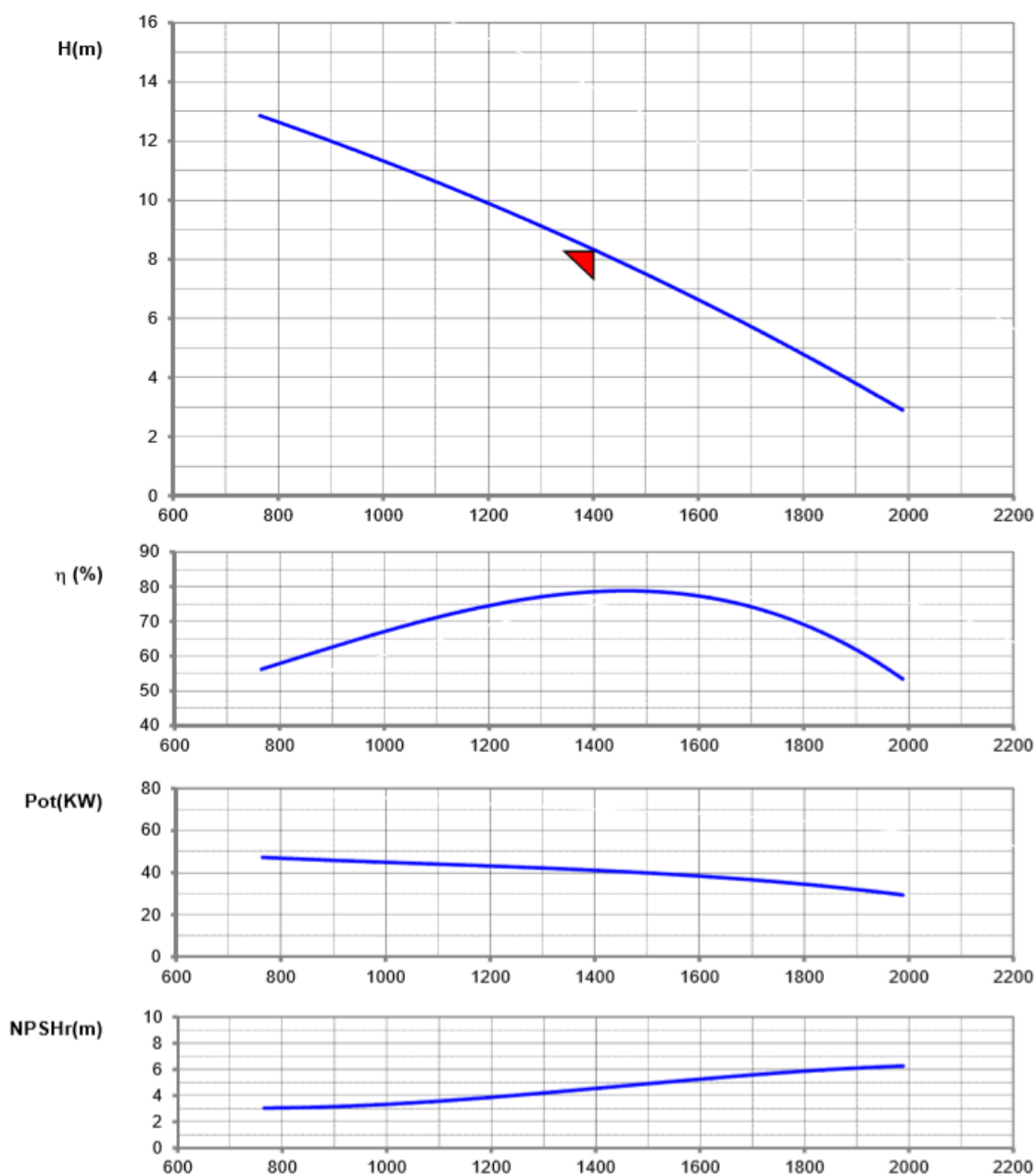
En lecho de arena (Fair-Hatch Lechos no estratificados)	cm	11,256	22,511
- Coeficiente de Kozeny		5,000	5,000
- Altura del lecho	cm	100,000	100,000
- Porosidad		0,550	0,550
- Coeficiente de forma		0,950	0,950
- Diámetro de la arena	cm	0,100	0,100
- Area del filtro	m2	112,000	112,000
- Velocidad de filtración	cm/s	0,347	0,694
Otras pérdidas	m	0,273	0,425

<b>Total altura manométrica</b>	<b>m</b>	<b>3,862</b>	<b>8,089</b>
---------------------------------	----------	--------------	--------------

Curva de la bomba elegida

RODETE Ø : 450 mm

950 RPM



## APÉNDICE C.- LÍNEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE FANGOS

## INDICE

### C/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE FANGOS

1. RESUMEN DE RESULTADOS
2. LINEA PIEZOMÉTRICA DEL ESPESADO COMO CONCENTRADOR DE LOS FANGOS ACCELATOR
  - 2.1. CONDUCCIÓN DE CLARIFICADOS DEL ESPESADO A C. AGUA RECUPERADA
  - 2.2. CANAL PERIMETRAL EN ESPESADORES
  - 2.3. VERTEDERO PERIMETRAL ESPESADORES
  - 2.4. ENTRADA A ESPESADOR
  - 2.5. REPARTO A ESPESADORES
  - 2.6. IMPULSIÓN DE FANGOS DECANTADOS A ESPESADO
3. LINEA PIEZOMÉTRICA DEL CLARIFICADO DE LA DECANTACIÓN LAMELAR
  - 3.1. CONDUCCIÓN DE CLARIFICADOS DE LA DECANTACIÓN LAMELAR A C. AGUA RECUPERADA
  - 3.2. NUEVAS CANALETAS EN DECANTACIÓN LAMELAR
  - 3.3. VERTEDERO DE CANALETAS DE LA DECANTACIÓN LAMELAR
4. LINEA PIEZOMÉTRICA DEL NUEVO ESPESADO COMO VOLUMEN ADICIONAL DE HOMOGENEIZACIÓN
  - 4.1. CONDICIONANTES PREVIOS
  - 4.2. CONDUCCIÓN ENTRE Balsa de HOMOGENEIZACIÓN Y ESPESADORES

C/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE FANGOS

C. MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
-----------------	------------

1. **RESUMEN DE RESULTADOS**

TRAMO ESTUDIADO	Vertedero	DISEÑO	
Espesado de fangos de la decantación acelerator		Medio	Máximo
Cámara de fangos decantados	-	851,700	851,700
Reparto a espesadores (Mezcla reactivos)	855,650	855,659	855,677
Espesadores	855,500	855,510	855,520
Cámara de agua recuperada	-	854,700	854,700
Decantación lamelar hasta cámara de agua recuperada		C. Medio Actual	C. Nominal
Decantación lamelar	854,750	854,767	854,772
Canal de salida de la decantación lamelar	-	854,701	854,718
Cámara de agua recuperada	-	854,700	854,700

2. **LINEA PIEZOMÉTRICA DEL ESPESADO COMO CONCENTRADOR DE LOS FANGOS ACCELERATOR**

Cota máxima en cámara de agua recuperada		854,700	854,700
Nº de espesadores	Uds	2,000	2,000
Caudal de diseño	m <sup>3</sup> /h	11,810	60,000
	m <sup>3</sup> /sg	0,0033	0,0167

2.1. **CONDUCCIÓN DE CLARIFICADOS DEL ESPESADO A C. AGUA RECUPERADA**

**Pérdidas por rozamiento en tubería**

Caudal unitario	m <sup>3</sup> /sg	0,0016	0,0083
Diámetro	m	0,150	0,150
Nº Reynolds		10628	53997
Viscosidad cinemática	m <sup>2</sup> /sg	0,0000013	0,0000013
Coefficiente Ks	m	0,0005	0,0005
Valor de λ		0,035	0,029
Velocidad en tubería	m/sg	0,093	0,472
Perdida	m/m	0,0001	0,0022
Longitud tubería	m	48,500	48,500
Pérdida	m	0,005	0,107

**Pérdidas singulares en la conducción**

Valores de K			
- Entrada y salida de depósito	1	1,500	1,500
- Codos de 45º	2	0,280	0,280
- Codos de 90º	2	0,580	0,580
Ktotal		1,500	1,500
Caudal	m <sup>3</sup> /sg	0,002	0,008
Velocidad	m/sg	0,093	0,472
Pérdida	m	0,001	0,017

<b>Cota en salida de clarificado en espesado</b>	<b>854,706</b>	<b>854,824</b>
--	----------------	----------------

2.2. **CANAL PERIMETRAL EN ESPESADORES**

**Pérdidas por rozamiento**

Nº de espesadores en servicio	Ud.	2,000	2,000
Diámetro	mts	10,000	10,000
Caudal de medio vertedero	m <sup>3</sup> /h	2,953	15,000
	m <sup>3</sup> /sg	0,001	0,004
Dimensiones canal			
Ancho canal	m	0,500	0,500



### C/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE FANGOS

		C. MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
Solera canal		855,000	855,000
Calado en canal	m	0,050	0,150
Radio Hidráulico	m	0,042	0,094
Rugosidad (Gamma)		0,160	0,160
Coeficiente C según Bazin		48,771	57,141
Velocidad (V)	m/sg	0,033	0,056
Longitud	m	15,708	15,708
Pérdida en %	%	0,001	0,001
Pérdida	m	0,000	0,000
<b>Pérdidas singulares</b>			
Valores de K			
- Puesta en velocidad	1	0,500	0,500
Ktotal		0,500	0,500
Caudal	m3/sg	0,001	0,004
Velocidad	m/sg	0,033	0,056
Pérdida	m	0,000	0,000
<b>Cota en canal (aguas arriba)</b>		<b>855,050</b>	<b>855,150</b>
<b>Cota solera canal</b>		<b>855,000</b>	<b>855,000</b>
<b>Resguardo solera canal perimetral- nivel en Arq. Salida</b>		<b>0,294</b>	<b>0,176</b>

### 2.3. VERTEDERO PERIMETRAL ESPESADORES

#### Vertedero triangular de pared delgada S/ Thompson

##### Dimensiones

- Altura de escotadura	mm	60,000	60,000
- Separación entre vertederos consecutivos	mm	300,000	300,000
Caudal unitario	m3/sg	0,002	0,008
Longitud vertedero	m	31,416	31,416
Nº de vertederos	Ud.	104,720	104,720
Altura	m	0,010	0,020

<b>Resguardo</b>	<b>0,450</b>	<b>0,350</b>
<b>Cota vertedero de espesadores</b>	<b>855,500</b>	<b>855,500</b>
<b>Cota en espesador</b>	<b>855,510</b>	<b>855,520</b>

### 2.4. ENTRADA A ESPESADOR

#### Pérdidas por rozamiento en tubería

Caudal por espesador	m3/h	5,905	30,000
	m3/sg	0,002	0,008
Diámetro	m	0,150	0,150
Nº Reynolds		10628	53997
Viscosidad cinemática	m2/sg	0,0000013	0,0000013
Coeficiente Ks	m	0,0005	0,0005
Valor de $\lambda$		0,035	0,029
Velocidad en tubería	m/sg	0,093	0,472
Perdida	m/m	0,000	0,002
Longitud tubería	m	5,000	5,000
Pérdida por rozamiento	m	0,001	0,011

#### Pérdidas singulares en la conducción

##### Valores de K

- Entrada y salida de depósito	1	1,500	1,500
- Codos de 45º	0	0,000	0,000
- Codos de 90º	0	0,000	0,000

## C/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE FANGOS

C. MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
-----------------	------------

Ktotal		1,500	1,500
Velocidad	m3/sg	0,093	0,472
Pérdida	m	0,001	0,017

Cota en cámara de salida reparto a espesadores	855,512	855,548
--	---------	---------

### 2.5. REPARTO A ESPESADORES

De acuerdo a la formula general, y utilizando el coeficiente de caudal de 0,40:

- Caudal	m3/sg	0,002	0,008
- Longitud total de vertedero	m	1,000	1,000
- Coeficiente de caudal		0,400	0,400
Altura de lámina sobre vertedero (h)	m	0,009	0,028

Se determina el coeficiente de caudal según Rehbock:

- Altura de pared de agua	mts	1,500	1,500
- Coeficiente de caudal		0,471	0,427

Se determina a continuación la altura sobre vertedero con el nuevo valor del coeficiente de caudal :

- Coeficiente m		0,471	0,427
- Altura de lamina	mts	0,009	0,027

Resguardo aguas abajo del vertedero	0,138	0,102
Cota de la cresta del vertedero	855,650	855,650
Cota lámina de agua en cámara de mezcla y reacción	855,659	855,677

### 2.6. IMPULSIÓN DE FANGOS DECANTADOS A ESPESADO

#### Altura geometrica

- Cota en descarga de impulsión (mezcla y reacción espesadores)	855,659	855,677
- Cota mínima en cámara de fangos decantados	851,700	851,700
Total	3,959	3,977
- Máxima		

#### Pérdidas por rozamiento en impulsión

Nº de impulsiones	Uds	1,000	1,000
Caudal unitario	m3/h	11,810	60,000
	m3/sg	0,003	0,017
Diámetro	m	0,150	0,150
Nº Reynolds		21257	107993
Viscosidad cinemática	m2/sg	0,0000013	0,0000013
Coeficiente Ks	m	0,0005	0,0005
Valor de λ		0,032	0,028
Velocidad en tubería	m/sg	0,186	0,943
Perdida	m/m	0,000	0,008
Longitud tubería	m	48,000	48,000
Pérdida por rozamiento	m	0,018	0,408

#### Pérdidas singulares en la conducción

Valores de K			
- Entrada y salida de depósito	1	1,500	1,500
- Codos de 45º	4	0,560	0,560
- Codos de 90º	3	0,870	0,870
Ktotal		2,930	2,930
Velocidad	m3/sg	0,186	0,943
Pérdida	m	0,005	0,133

## C/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE FANGOS

C. MEDIO ACTUAL	C. NOMINAL
-----------------	------------

### Total altura manométrica

- Máxima	3,982	4,517
----------	-------	-------

## 3. LINEA PIEZOMÉTRICA DEL CLARIFICADO DE LA DECANTACIÓN LAMELAR

Caudal de diseño	m <sup>3</sup> /h	70,000	280
	m <sup>3</sup> /s	0,019	0,078
Cota máxima en cámara de agua recuperada		854,700	854,700
Nº de canaletas de recogida de clarificados	Uds/dec	5,000	5,000
Nº de decantadores en servicio	Uds	1,000	2,000

## 3.1. CONDUCCIÓN DE CLARIFICADOS DE LA DECANTACIÓN LAMELAR A C. AGUA RECUPERADA

### Pérdidas por rozamiento en tubería

Caudal	m <sup>3</sup> /h	70,00	280,00
	m <sup>3</sup> /sg	0,02	0,08
Diámetro	m	0,500	0,500
Nº Reynolds		37798	151190
Viscosidad cinemática	m <sup>2</sup> /sg	0,0000013	0,0000013
Coeficiente Ks	m	0,0005	0,0005
Valor de λ		0,025	0,021
Velocidad en tubería	m/sg	0,099	0,396
Perdida	m/m	0,000	0,000
Longitud tubería	m	11,450	11,450
Pérdida por rozamiento	m	0,0003	0,0039

### Pérdidas singulares en la conducción

Valores de K			
- Entrada y salida de depósito	1	1,500	1,500
- Codos de 90º	1	0,290	0,290
Ktotal		1,790	1,790
Velocidad	m <sup>3</sup> /sg	0,099	0,396
Pérdida	m	0,001	0,014

Cota en canal de salida de clarificados	m	854,701	854,718
---	---	---------	---------

## 3.2. NUEVAS CANALETAS EN DECANTACIÓN LAMELAR

### Pérdidas por rozamiento

Caudal unitario	m <sup>3</sup> /s	0,004	0,008
Dimensiones canal			
Ancho canal	m	0,350	0,350
Solera canal		854,600	854,600
Calado en canal	m	0,101	0,118
Radio Hidráulico	m	0,064	0,071
Rugosidad (Gamma)		0,160	0,160
Coeficiente C según Bazin		53,312	54,296
Velocidad (V)	m/sg	0,110	0,188
Longitud	m	11,000	11,000
Pendiente	%	0,007	0,017
Pérdida	m	0,001	0,002

### Pérdidas singulares

Valores de K			
- Entrada y salida a depósito		1,500	1,500
Ktotal		1,500	1,500
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0,004	0,008

**C/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE FANGOS**

<b>C. MEDIO ACTUAL</b>	<b>C. NOMINAL</b>
------------------------	-------------------

Velocidad	m/sg	0,110	0,188
Pérdida	m	0,001	0,003

<b>Cota de agua en canaletas</b>	<b>854,703</b>	<b>854,723</b>
----------------------------------	----------------	----------------

**3.3. VERTEDERO DE CANALETAS DE LA DECANTACIÓN LAMELAR**

Vertedero triangular de pared delgada S/ Thompson

Dimensiones

- Altura de escotadura	mm	60,000	60,000
- Separación entre vertederos consecutivos	mm	300,000	300,000
Caudal unitario	m3/sg	0,004	0,008
Longitud vertedero	m	22,000	22,000
Nº de vertederos	Ud.	73,000	73,000
Altura	m	0,017	0,022

<b>Resguardo</b>	<b>m</b>	<b>0,047</b>	<b>0,027</b>
<b>Cota vertedero</b>		<b>854,750</b>	<b>854,750</b>
<b>Cota en decantador lamelar</b>		<b>854,767</b>	<b>854,772</b>

## C/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE FANGOS

### 4. LINEA PIEZOMÉTRICA DEL NUEVO ESPESADO COMO VOLUMEN ADICIONAL DE HOMOGENEIZACIÓN

#### 4.1. CONDICIONANTES PREVIOS

Se hacen los siguientes supuestos:

- Se plantea esta opción como un situación de emergencia o excepcional
- Se plantea además que el depósito de homogeneización tiene el nivel máximo y se quiere desviar parte del volumen retenido en el depósito de homogeneización a lo espesadores.
- Cuando se utilice los espesadores como volumen adicional de homogeneización, el nivel máximo de los espesadores será inferior al nivel del vertedero de los espesadores.

#### 4.2. CONDUCCIÓN ENTRE Balsa de HOMOGENEIZACIÓN Y ESPESADORES

##### Pérdidas por rozamiento en tubería. Tramo de Ø500.

Caudal	m <sup>3</sup> /h	360,00	720,00
	m <sup>3</sup> /s	0,100	0,200
Diámetro	m	0,500	0,500
Nº Reynolds		194388	388776
Viscosidad cinemática	m <sup>2</sup> /s	0,0000013	0,0000013
Coefficiente Ks	m	0,0005	0,0005
Valor de λ		0,021	0,020
Velocidad en tubería	m/s	0,509	1,019
Perdida	m/m	0,001	0,002
Longitud tubería	m	69,500	69,500
Pérdida por rozamiento	m	0,039	0,150

##### Pérdidas singulares en la conducción

Valores de K			
- Salida de depósito	1	1,500	1,500
- Codos de 45º	2	0,280	0,280
- Codos de 90º	2	0,580	0,580
Ktotal		2,360	2,360
Velocidad	m/s	0,509	1,019
Pérdida	m	0,031	0,125

##### Pérdidas por rozamiento en tubería. Tramo de Ø200

Caudal	m <sup>3</sup> /h	180,00	360,00
	m <sup>3</sup> /s	0,050	0,100
Diámetro	m	0,200	0,200
Nº Reynolds		242985	485969
Viscosidad cinemática	m <sup>2</sup> /s	0,0000013	0,0000013
Coefficiente Ks	m	0,0005	0,0005
Valor de λ		0,026	0,025
Velocidad en tubería	m/s	1,592	3,183
Perdida	m/m	0,016	0,065
Longitud tubería	m	5,000	5,000
Pérdida por rozamiento	m	0,082	0,325

##### Pérdidas singulares en la conducción

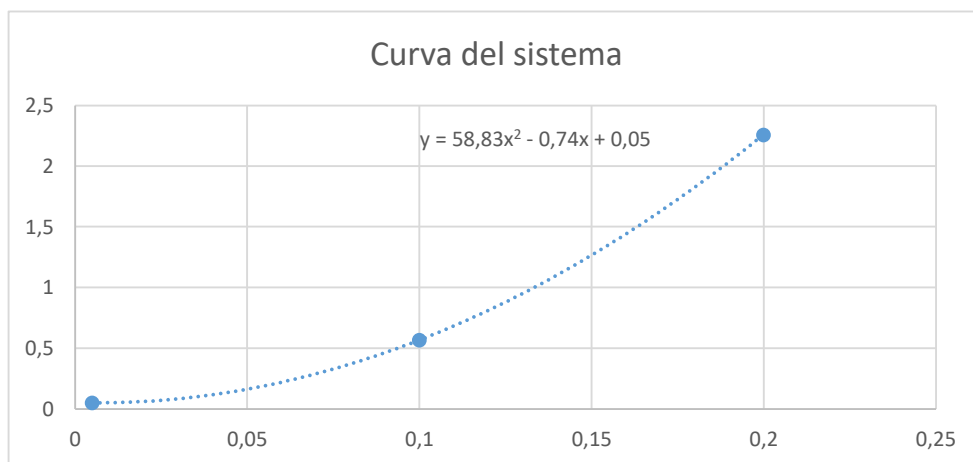
Valores de K			
- Entronque conducción	1	1,300	1,300
- Tobera de Ø200	1	0,620	0,620
- Entrada a depósito	1	1,000	1,000
- Codos de 90º	1	0,290	0,290

### C/ LINEA PIEZOMÉTRICA DE LA LÍNEA DE FANGOS

Ktotal		3,210	3,210
Velocidad	m/s	1,592	3,183
Pérdida	m	0,414	1,658

<b>Carga hidráulica necesaria</b>	<b>m</b>	<b>0,567</b>	<b>2,258</b>
-----------------------------------	----------	--------------	--------------

Con estos dos puntos, se puede estimar la curva del sistema y definir los caudales que son evacuados a los espesadores.



En 30 min, se ha trasvasado a los espesadores	$m^3$	<b>376,250</b>
Volumen de aguas de un lavado	$m^3$	<b>342,581</b>