



MÁSTER EN GESTIÓN Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TRABAJO FIN DE MASTER

**MEMORIA DE PRÁCTICAS DE EMPRESA EN
LA EDAR DE SANTA CRUZ DE TENERIFE**

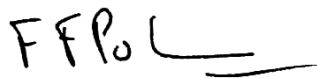
CRISTO BATISTA NÚÑEZ
SEPTIEMBRE, 2012

FERNANDO FERNÁNDEZ POLANCO FERNÁNDEZ DE MOREDA, profesor/a del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Valladolid, y DOMINGO GONZÁLEZ DE CHAVES ROJO, jefe de planta, Canaragua S.A.

INFORMAN:

Que D. CRISTO BATISTA NÚÑEZ ha realizado bajo nuestra dirección el Trabajo Fin de Máster titulado "*Memoria de prácticas de empresa en la EDAR de Santa Cruz de Tenerife*".

Valladolid, 3 de septiembre de 2012



Fdo. Fernando Fernández Polanco
Fernández de Moreda



Fdo. Domingo González
de Chaves Rojo

Reunido el Tribunal designado por el Comité Académico del Máster en Gestión y Tecnología Ambiental, para la evaluación de Trabajos Fin de Máster, y después de estudiar la memoria y atender a la defensa del trabajo “Memoria de prácticas de empresa en la EDAR de Santa Cruz de Tenerife”, presentado por el alumno D. Cristo Batista Núñez, decidió otorgarle la calificación de _____.

Valladolid, 5 de septiembre de 2012

El Presidente

El Secretario

Fdo.:

Fdo.:

Vocal

Fdo.:

ÍNDICE

1	RESUMEN.....	2
2	ANTECEDENTES GENERALES.....	3
2.1	La empresa Canaragua S.A.	3
2.2	EDAR de Santa Cruz de Tenerife.....	4
2.2.1	Línea de aguas.....	5
2.2.2	Línea de fangos.....	6
3	OBJETIVOS	7
4	TRABAJO EN LABORATORIO.....	8
5	DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES ÓPTIMAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TRATAMIENTO TERCIARIO	11
5.1	Metodología.....	11
5.2	Resultados y discusión	12
6	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN	17
7	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	20
7.1	Metodología.....	20
7.2	Resultados y discusión	23
8	JUICIO CRÍTICO Y CONCLUSIONES.....	26

1 RESUMEN

La Estación Depuradora de Aguas Residuales de Santa Cruz de Tenerife se encarga del tratamiento de las aguas residuales urbanas generadas en gran parte de los municipios de Santa Cruz de Tenerife, San Cristóbal de La Laguna y El Rosario. En la presente memoria se describe sucintamente en qué ha consistido las prácticas llevadas a cabo en dicha instalación gestionada por la empresa Canaragua S.A.

En primer lugar, se llevó a cabo un proceso en el que el alumno desarrolló las técnicas analíticas que se desarrollan en la EDAR con el objetivo de determinar una serie de parámetros utilizados en el control del proceso.

Posteriormente, y con el objetivo de determinar las condiciones óptimas de funcionamiento de una fase del mencionado proceso (tratamiento terciario), se desarrolló el seguimiento de varios parámetros del proceso (turbidez, sólidos suspendidos, aluminio residual y cloro residual a la salida del terciario y turbidez y sólidos suspendidos del rechazo) obteniendo que el caudal y dosificación empleados normalmente presentaron un resultado aceptable y teniendo en cuenta las limitaciones del proceso de ensayo.

Durante varios días se llevó a cabo un seguimiento de las operaciones de mantenimiento y reparación llevadas a cabo por los operarios y encargados en el que se pudo apreciar la problemática existente en lo referido a este aspecto, destacando la abundancia de averías provocadas por la existencia de objetos indeseados (telas y trapos).

Finalmente, se realizó un proceso de evaluación de riesgos laborales, detectando, identificando y evaluando los riesgos existentes en la planta. Así mismo se llevó a cabo la recomendación de medidas preventivas destinadas a disminuir el nivel de los mencionados riesgos. Es necesario mencionar que la mayoría de las mismas corresponden a operaciones de reparación y mantenimiento de unas instalaciones y equipos obsoletos, al seguimiento de los protocolos de seguridad existentes y al uso de los equipos de protección individual correspondientes (EPIs).

2 ANTECEDENTES GENERALES

La Isla de Tenerife, con una superficie de 2.058 Km² y 908.555 habitantes, es la mayor de las siete que forman el Archipiélago Canario. Con una economía basada fundamentalmente en el turismo, presenta un balance hidrológico insular con una precipitación media de 425 mm, volumen total de precipitación de 865 hm³, evapotranspiración de 480 hm³, infiltración de 416 hm³ y solamente 20 hm³ de aguas superficiales.

La extracción de aguas subterráneas se realiza mediante dos sistemas: las tradicionales galerías o túneles cuasi horizontales de pequeña sección (unos 500), perforados en las laderas de las montañas sobre la cota de 500 m con el fin de drenar el terreno saturado; y por pozos convencionales (190) localizados en la plataforma costera bajo aquella cota, caracterizados en la mayoría de los casos por su gran diámetro (alrededor de 3 m) que permiten la construcción de galerías de fondo.

Con una demanda total de 207 hm³ referida al año 1991, los principales sectores consumidores de agua son: la agricultura 110 hm³, consumo urbano 63, turismo 14, industria 5 y otros consumos 16. Es por tanto la agricultura (53%) el principal usuario del agua y cada acción en esta materia tiene especial importancia para resolver la escasez crónica del recurso en Tenerife.

Aparte de los importantes esfuerzos llevados a cabo por los agricultores en la mejora de sus explotaciones, la Administración acometió a partir de la década de los 80 el Programa de Reutilización de las aguas depuradas de las ciudades de Santa Cruz de Tenerife y San Cristóbal de La Laguna", el cual es hoy una realidad.

2.1 La empresa Canaragua S.A.

La empresa Canaragua S.A. se crea en 1990 en Canarias para realizar la gestión técnica y administrativa de los servicios de agua potable, alcantarillado, depuración y reutilización, es decir, para la gestión del Ciclo Integral del Agua en Canarias.

Está participada por la empresa canaria Corporación Canaria de Negocios S.A. y el Grupo Agbar (Aigües de Barcelona) y presta servicios a más de 910.000 habitantes en las diferentes Islas, en más de 20 municipios y gestiona el funcionamiento de 9 estaciones depuradoras de aguas residuales y 2 estaciones desaladoras de agua.

Además de los usuarios de los servicios referidos del ciclo integral del agua, Canaragua S.A. presta sus servicios a las administraciones responsables de los citados servicios. Así mismo realiza obras relacionadas con las infraestructuras hidráulicas.

2.2 EDAR de Santa Cruz de Tenerife

En la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Santa Cruz de Tenerife se lleva a cabo el tratamiento de las aguas residuales urbanas provenientes de parte de los municipios de Santa Cruz de Tenerife, San Cristóbal de La Laguna y del Rosario, en la isla de Tenerife.



Ilustración 1. Localización de la EDAR de Santa Cruz de Tenerife.

Está dimensionada para el tratamiento de unos 50.000 m³/día de agua, aunque solamente se tratan unos 25.000 m³/día, que proceden de las zonas ubicadas a mayor altitud. El resto del agua residual, que corresponde a las zonas localizadas a menor cota o aquellas situadas en ubicaciones aisladas o lejanas, debido al costoso bombeo es pretratado en seis estaciones periféricas (Acorán, Añaza, Los Llanos, Cueva Bermeja, M^a Jiménez y San Andrés) y vertido al mar en emisarios submarinos.

Del total de agua tratada, una parte (alrededor de 4.000 m³/día) es sometida a un tratamiento terciario, siendo aprovechada para el riego de parques y jardines, así como para la limpieza de las calles de la ciudad. El resto es conducida por gravedad hasta un depósito de hormigón donde la empresa BALTEN (Balsas de Tenerife) se encarga de llevar a cabo un tratamiento terciario y bombearla al sur de la Isla para su aprovechamiento en la agricultura como agua de riego.

La estación presenta una estructura organizativa en la que destaca la existencia de un jefe de planta, un subjefe, un encargado de mantenimiento, que tiene a su cargo una serie de operarios de mantenimiento (electricistas, mecánicos, etc.), un encargado de turnos, que tiene a su cargo una serie de operarios de turno (encargados del proceso), un técnico de laboratorio y un jardinero.

La empresa Canaragua S.A. gestiona la EDAR de Santa Cruz de Tenerife a través de una concesión o contrata que finaliza en 2013, fecha en la que pasará a ser gestionada por la empresa municipal Santacruzera de Aguas, actual contratante.

2.2.1 Línea de aguas

Las aguas residuales de entrada, que provienen mayoritariamente de las zonas ubicadas a mayor cota de Santa Cruz de Tenerife y de San Cristóbal de La Laguna, son conducidas por unos canales abiertos de hormigón hasta una estación de pretratamiento, en la que se les somete a un desbastado mediante tamizado y a un proceso de desarenado-desengrasado.

Cabe destacar la ausencia en la EDAR de un tanque de homogeneización, ya que en el momento de su diseño no fue previsto. Esta circunstancia condiciona en gran medida el tratamiento ya que, tanto el caudal de entrada como las características del agua a tratar son muy variables.

Posteriormente, el agua ya pretratada, pasa a los sedimentadores primarios. Es necesario mencionar que la planta cuenta con tres líneas de agua, permaneciendo, en el caso de los sedimentadores, una de ellas constantemente inactiva para su mantenimiento y reparación.

El agua es sometido a un tratamiento biológico aerobio, consistente en unas balsas aireadas mediante el empleo de turbinas (Foto 1). Finalmente, la decantación secundaria, que consta de tres decantadores, clarifica el agua mediante la separación de los lodos.



Foto 1. Balsas de aireación. Foto 2. Estación de bombeo de agua tratada hasta el sur de la Isla para su empleo en la agricultura.

Como se ha mencionado anteriormente, la mayor parte del agua tratada es conducida por gravedad hasta unos tanques para su tratamiento terciario y posterior bombeo hasta el sur de la Isla por parte de la empresa BALTEN (Foto 2). Sin embargo, una parte del agua que sale de los clarificadores o decantadores secundarios es sometida a tratamiento terciario en la propia EDAR. Dicho tratamiento consta de la filtración mediante cuatro líneas de dos filtros de arena consecutivos en los que se añade un desinfectante (hipoclorito sódico) y un coagulante

(polihidroxicloruro de aluminio). Una vez tratada, este agua es almacenada en un depósito para su posterior uso en el riego de parques y jardines municipales, así como para la limpieza de las calles. Para ello, parte del agua es cargada por cisternas en el propio depósito de almacenamiento y el resto es bombeado a dos depósitos de cabecera pertenecientes al Municipio de Santa Cruz de Tenerife ubicados estratégicamente a lo largo de la superficie municipal.

2.2.2 Línea de fangos

Los fangos extraídos en los sedimentadores primarios y secundarios, así como las purgas de las balsas de aireación pasan a un espesador para reducir su contenido en agua. Es necesario mencionar que también son depositados restos obtenidos de la limpieza de fosas sépticas por parte de empresas especializadas, que pagan un canon de vertido.

Posteriormente, los lodos pasan a un digestor, en el cual se obtiene el biogás, que es almacenado y utilizado como combustible en un motor generador de electricidad que es empleada en la propia planta (Foto 4). La planta también cuenta con una antorcha para la quema del mencionado biogás en caso de que su uso no sea posible.



Foto 3. Digestor de fangos. Foto 4. Motor generador de electricidad mediante el empleo de biogás.

Finalmente, el fango es sometido a un proceso de centrifugado para su desecación y posterior transporte y vertido en el PIRS (Planta Insular de Residuos Sólidos). Es necesario mencionar que en la centrifugación se emplea polielectrolito de aluminio.

3 OBJETIVOS

El objetivo fundamental que se pretende lograr mediante la realización del presente Trabajo de Fin de Máster, que en este caso ha consistido en unas prácticas en empresa, es el de adquirir una serie de aptitudes y conocimientos prácticos relacionados con la gestión, manejo y dirección de una planta destinada a la depuración de aguas residuales urbanas. Así mismo, se pretende la familiarización con todas aquellas operaciones y toma de decisiones propias de este tipo de instalaciones.

Por otro lado, y habiendo tenido en cuenta las partes bien diferenciadas en que ha constado la realización de las prácticas se pueden determinar una serie de objetivos específicos relacionados con cada una de ellas:

- Determinación en laboratorio de todos los parámetros de control del proceso, así como familiarización con la correspondiente metodología analítica y de toma de muestras.
- Determinación de las condiciones óptimas (caudal y dosificación) de funcionamiento del tratamiento terciario, mediante el seguimiento de varios parámetros de control a partir de su análisis en laboratorio.
- Familiarización con tareas de reparación y mantenimiento de las instalaciones existentes en la planta.
- Realización de una evaluación de riesgos laborales, mediante la identificación y detección de los riesgos existentes en esta Estación Depuradora de Aguas Residuales y la valoración de la probabilidad y consecuencias de dichos riesgos.

4 TRABAJO EN LABORATORIO

Esta parte de las prácticas de empresa fue desarrollada en primer lugar, con el objetivo de que el alumno en prácticas se familiarizara, no sólo con las operaciones y procedimientos propios de un laboratorio, sino también con los parámetros utilizados en el seguimiento y control de los procesos de la EDAR de Santa Cruz de Tenerife.

El trabajo en laboratorio se desarrolló entre los días 12 y 15 de junio de 2012 y consistió en el desarrollo de los procedimientos analíticos que se vienen realizando en la planta desde hace varios años con el objetivo de determinar una serie de parámetros, bien sea para el control interno del proceso, o para la notificación de los valores de vertido a la empresa municipal de aguas del Ayuntamiento de Santa Cruz, que se realiza mediante un informe mensual. Finalmente, es necesario mencionar que el trabajo se desarrollaba durante toda la jornada laboral y que, durante este periodo, el alumno en prácticas contó con la tutela del técnico de laboratorio que facilitó la información, material e instrucción necesaria para el desarrollo de los procedimientos analíticos.

A continuación se enumeran y describen los tipos de análisis llevados a cabo, así como los muestras analizadas y los parámetros determinados:

- 1. Análisis a muestra puntual:** Dicha muestra es recogida diariamente y tratando que pase el menor tiempo posible entre la toma de las muestras y su análisis, que es llevado a cabo alrededor de las 11:00 horas. Se toman y analizan muestras de Agua Bruta o de entrada (AB), Decantador (D), Clarificador (CL), Riego Parques o salida del terciario (RP), Cuba de aireación N°1 (C1), Cuba de aireación N°2 (C2), Cuba de aireación N°3 (C3) y Recirculación (R). Los parámetros analizados en cada una de las muestras puntuales son los siguientes:

Tabla 1. Puntos de toma de muestra y parámetros analizados en el análisis a la muestra puntual.

Punto de toma	pH	T °C	O ₂ disuelto	V. sedim.	Sólidos susp.	Sólidos fijos	Sólidos totales	Sólidos inorg.
AB	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
D	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
CL	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
RP	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI
C1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
C2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
C3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
R	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI

- 2. Análisis a muestra compuesta:** Esta muestra compuesta está formada por tres submuestras, una a primera hora, otra a mediodía y la última al finalizar el día, y son mezcladas y analizadas al día siguiente. Este análisis se realiza tres veces en semana (lunes, miércoles y viernes). Se toman y analizan muestras de Agua Bruta o de entrada (AB), Decantador (D), Clarificador (CL) y Riego Parques o salida del terciario (RP). Los parámetros analizados en cada una de las muestras compuestas son los siguientes:

Tabla 2. Puntos de toma de muestra y parámetros analizados en el análisis a la muestra compuesta.

Punto de toma	pH	CE	DQO	DBO ₅	Turb.	N. Amoniacal	Color	S.S.	S.F.	S.T.	S.I.
AB	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
D	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
CL	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
RP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

- 3. Análisis completo a muestras compuestas:** Este análisis es una variante del anteriormente descrito (Análisis a muestra compuesta), llevándose a cabo al mismo tipo de muestra pero únicamente una vez a la semana (los jueves) y analizándose, además de los parámetros recogidos en la tabla anterior, una serie de parámetros más específicos. Además de los ya mencionados, son analizados los siguientes parámetros en cada una de las muestras compuestas:

Tabla 3. Puntos de toma de muestra y parámetros analizados en el análisis completo a la muestra compuesta (aparte de los recogidos en la Tabla 2).

Punto de toma	N _T	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	P _T	Ortofosfatos	SO ₄ ²⁻	Sulfuros	Fe	Cloruros	Al
AB	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
D	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
CL	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
RP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

- 4. Análisis completo de muestras externas:** Este análisis se lleva a cabo para controlar las estaciones periféricas que gestiona la empresa (M^a Jiménez, San Andrés, Acorán, Añaza, Cueva Bermeja y Los Llanos). La analítica se realiza una vez a la semana, pero de una sola de las estaciones, por lo que cada estación se analiza una vez cada

seis semanas (una vez cada mes y medio aproximadamente). Los parámetros analizados son los mismos que los correspondientes a un análisis compuesto (Tabla 1 y Tabla 2). Es necesario mencionar que los puntos de toma de muestra son diferentes a los correspondientes a la EDAR de Santa Cruz de Tenerife, ya que los procesos son diferentes, y en algunos casos basta con una toma a la salida y en otros con uno a la entrada y otro a la salida.



Foto 5. Uso de los Kits existentes para la determinación de alguno de los parámetros. Foto 6. Determinación de la DBO₅.

La determinación de los parámetros objeto de análisis se llevó a cabo siguiendo los protocolos existentes para cada uno de ellos siendo necesario, en algunos casos, el empleo de Kits comerciales (Foto 5), digestores para determinación de la DBO₅ (Foto 6), o de las técnicas comunes y conocidas (determinación de sólidos, pH, turbidez, CE, T^a, etc.).

5 DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES ÓPTIMAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TRATAMIENTO TERCIARIO

Este periodo de prácticas se desarrolló entre los días 18 y 29 de junio de 2012. El mismo se llevó a cabo por petición del jefe de planta con el objeto de comprobar que las condiciones de funcionamiento del tratamiento terciario eran las óptimas.

Es necesario recordar que, como ya se ha mencionado anteriormente, el tratamiento terciario consiste en cuatro líneas de dos filtros de arena consecutivos cada una, en las que se lleva a cabo el filtrado del agua que sale del clarificador (sedimentador secundario). Es necesario mencionar también la adición de hipoclorito sódico y un coagulante (Polihidroxicloruro de aluminio).

Hasta el momento del ensayo, el proceso se llevaba a cabo con un caudal a tratar de 120 m³/h y unas concentraciones de hipoclorito sódico y coagulante de 19 y 8 ppm respectivamente.

5.1 Metodología

Para la determinación de las condiciones óptimas de funcionamiento del tratamiento terciario se consideraron las siguientes variables:

- El caudal a tratar: El rango de maniobra estuvo comprendido entre 90 y 150 m³/h, llevándose a cabo las variaciones de 10 en 10 m³/h.
- La concentración de hipoclorito sódico: En este caso se jugó con dos concentraciones (19 y 22 ppm).
- La concentración de coagulante: Al igual que en el caso anterior, se optó por dos concentraciones distintas (8 y 10 ppm).

Cabe destacar que, siempre que el normal funcionamiento de la planta lo permitió, las modificaciones de caudal y aditivos se llevaron a cabo en sentido ascendente o descendente, pero nunca "dando saltos", a efectos de que las condiciones del periodo anterior afectaran lo menos posible a las muestras del periodo a analizar.

Las modificaciones en el caudal y en la concentraciones de hipoclorito sódico y coagulante se llevaron a cabo mediante el panel de control del proceso (Foto 8).

En cuanto a los parámetros objeto de estudio, se optó por analizar los siguientes:

- Turbidez a la salida del tratamiento terciario: Ésta fue medida mediante un turbidímetro previa agitación de la muestra.
- Sólidos suspendidos a la salida del tratamiento terciario: Para su determinación, una vez agitada las muestras, se procedía a su filtrado mediante una bomba de vacío y su posterior secado en estufa a 105°C

durante alrededor de una hora para ser pesada nuevamente, determinándose los sólidos suspendido por diferencia de pesada del filtro (Foto 7).

- Aluminio residual a la salida del tratamiento terciario: Dicha determinación se llevó a cabo mediante el uso de los Kits específicos para este elemento y un espectrofotómetro.
- Cloro residual a la salida del tratamiento terciario: Para la determinación del cloro se empleo un Kits y un medidor de cloro portátil.
- Turbidez del rechazo (lavado de la arena): En este caso, la determinación de la turbidez se llevó a cabo de igual manera que en la correspondientes a la salida del tratamiento terciario pero variando el punto de toma de muestra.
- Sólidos suspendidos del rechazo (lavado de la arena): En este caso, la determinación se llevó a cabo de igual manera que en los correspondientes a la salida del tratamiento terciario pero variando el punto de toma de muestra.



Foto 7. Pesado de los filtros en la determinación de los sólidos suspendidos. Foto 8. Panel de control del proceso de filtrado en el tratamiento terciario.

Finalmente, cabe destacar que las tomas de muestras se realizaron en la salida del tratamiento terciario y del rechazo en los recipientes usados en el laboratorio para tal fin (Foto 7) y con un intervalo de 1 hora entre tomas, con el objetivo de que el proceso se estabilizara una vez se modificaban los parámetros de funcionamiento. El transporte hasta el laboratorio se realizó con la mayor rapidez posible, analizándose el cloro en primer lugar, con el objeto de que no se produjese su pérdida por volatilización.

5.2 Resultados y discusión

A continuación se presenta una tabla con los valores de turbidez y sólidos suspendidos tanto a la salida del tratamiento terciario como del rechazo, y de cloro y aluminio residual a la salida del tratamiento terciario:

Tabla 4. Resultados del análisis del agua de salida del tratamiento terciario y del rechazo.

FECHA	Dosis coagulante 8 ppm		Dosis Cl 19 ppm		Dosis Cl 19 ppm		
	Caudal (m3/h)	Turbidez	Sólidos	Cl residual	Al residual	Turbidez rechazo	Sólidos rechazo
19-jun	90	17,17	62	2,92	5,6	52,18	236
19-jun	100	18,18	62	3,17	4,85	51,42	230
19-jun	110	25,99	72	2,68	4,25	53,03	244
18-jun	120	19,07	30	3,05	5,6	55,61	227
18-jun	130	18,01	46	2,16	5,1	55,86	264
18-jun	140	21,55	55	2	12,4	62,21	300
18-jun	150	19,56	53	3,41	4,8	66,4	274
FECHA	Dosis coagulante 10 ppm		Dosis Cl 19 ppm		Dosis Cl 19 ppm		
	Caudal (m3/h)	Turbidez	Sólidos	Cl residual	Al residual	Turbidez rechazo	Sólidos rechazo
25-jun	90	32,97	83	3,09	5,45	158,4	388
25-jun	100	35,56	85	2,35	>6	153,7	394
26-jun	110	35,57	55	2,65	2,68	174,6	430
26-jun	120	29	64	1,54	3,6	168,5	430
26-jun	130	30,57	63	0,75	4,15	184,8	456
26-jun	145	29,42	52	0,82	4,85	178	436
FECHA	Dosis coagulante 8 ppm		Dosis Cl 22 ppm		Dosis Cl 22 ppm		
	Caudal (m3/h)	Turbidez	Sólidos	Cl residual	Al residual	Turbidez rechazo	Sólidos rechazo
19-jun	90	17,79	64	2,45	6	51,74	230
19-jun	100	16	63	2,75	4,7	48,63	208
20-jun	120	17,8	54	1,89	3,2	80,42	314
20-jun	130	25,33	53	1,68	2,1	77,41	314
20-jun	140	28,29	69	1,55	5,55	78,54	290
20-jun	150	22,28	58	1,48	2,95	66,64	256
FECHA	Dosis coagulante 10 ppm		Dosis Cl 22 ppm		Dosis Cl 22 ppm		
	Caudal (m3/h)	Turbidez	Sólidos	Cl residual	Al residual	Turbidez rechazo	Sólidos rechazo
22-jun	90	31,97	75	3,85	3,1	171,7	406
22-jun	100	36,91	66	3,85	5,2	198,5	448
22-jun	110	24,03	63	2,61	1,8	67,14	234
21-jun	120	17,19	37	1,62	1,65	66,5	248
21-jun	130	18,14	48	2,14	2,9	67,47	276
21-jun	140	17,85	55	2,01	3,95	74,55	252
21-jun	150	19,33	65	1,68	6,45	70,77	236

Antes de comenzar a discutir los resultados obtenidos es necesario mencionar que la veracidad de los mismos es limitada. En primer lugar, el agua de entrada al tratamiento presentaba unas características considerablemente variables, ya que la planta no cuenta con un tanque de homogeneización y, por lo tanto, presenta una alta variación en cuanto a caudal y concentración. Por otro lado, el hecho de que existiera una necesidad de agua tratada para su uso supuso que en varias ocasiones las condiciones de operación fuesen modificadas por los operarios, viéndose afectada la representatividad de los resultados. Finalmente, debido a la limitación de tiempo y, especialmente, de recursos, no fue posible llevar a cabo un estudio más exhaustivo en el que se pudieran realizar repeticiones y, por lo tanto, análisis estadístico.

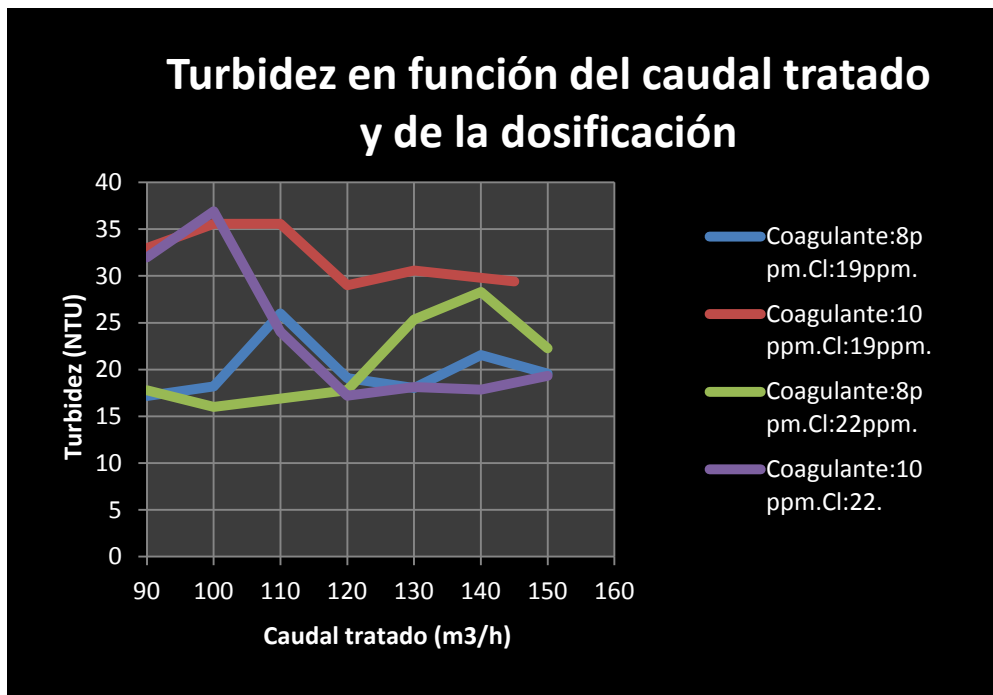


Gráfico 1. Turbidez a la salida del tratamiento terciario en función del caudal a tratar y de la dosificación de hipoclorito sódico y coagulante.

Analizando las gráficas de turbidez y sólidos suspendidos a la salida del tratamiento terciario, se observa una relación directa entre ambos parámetros, apreciándose que con el caudal o dosificaciones empleados en la actualidad (120 m³/h y 8 ppm de coagulante y 19 ppm de hipoclorito sódico) se obtienen, de forma general, los mejores resultados.

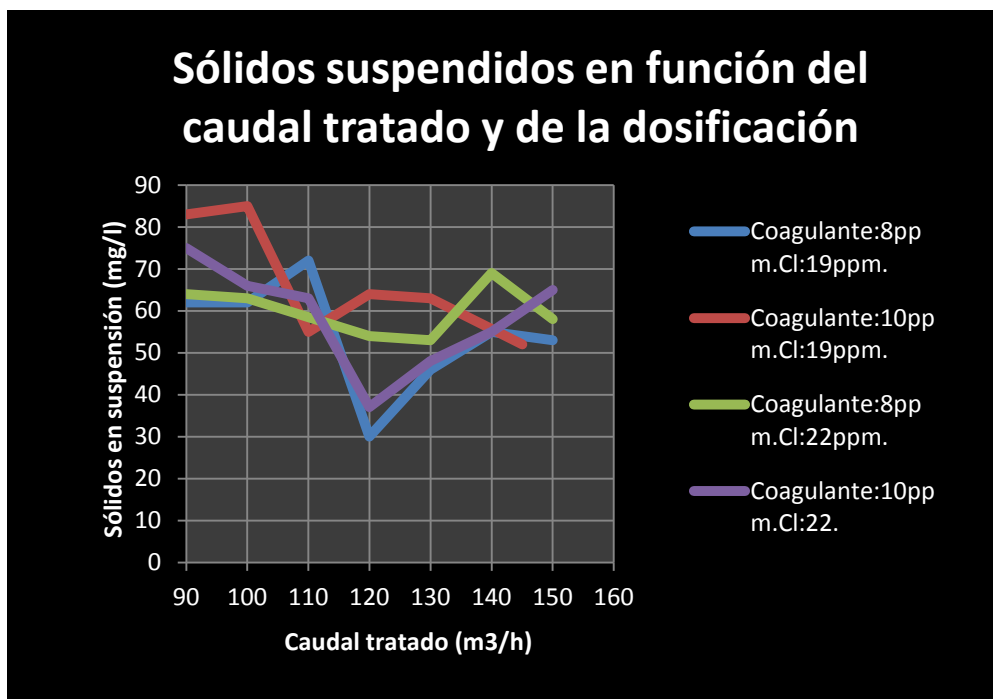


Gráfico 2. Sólidos suspendidos a la salida del tratamiento terciario en función del caudal a tratar y de la dosificación de hipoclorito sódico y coagulante.

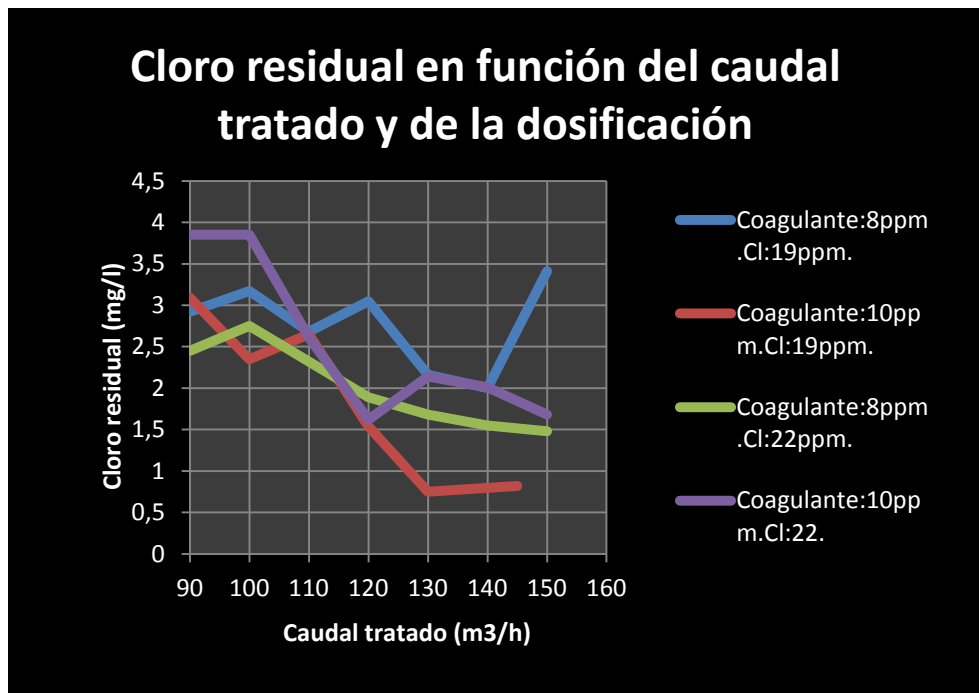


Gráfico 3. Cloro residual a la salida del tratamiento terciario en función del caudal a tratar y de la dosificación de hipoclorito sódico y coagulante.

Analizando los resultados en lo que respecta al cloro residual (Gráfico 3), se aprecia una tendencia a disminuir a medida que aumentamos el caudal. En el caso del aluminio residual (Gráfico 4) no se observa una lógica o posible relación (debido probablemente a la problemática ya mencionada). En ambos casos, la dosificación empleada en la actualidad presenta concentraciones de aditivos considerablemente superiores al resto.

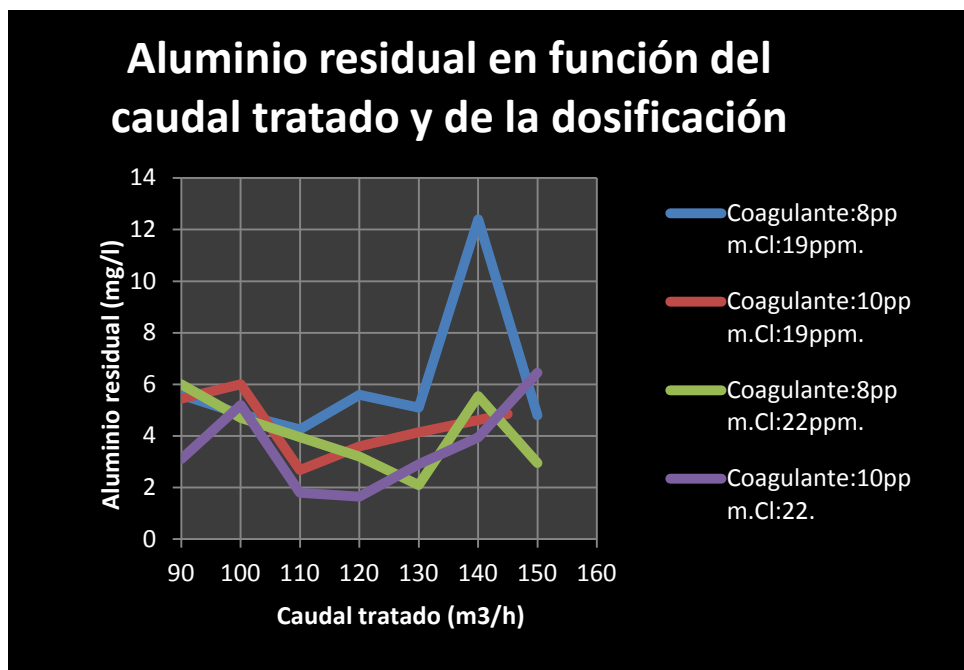


Gráfico 4. Aluminio residual a la salida del tratamiento terciario en función del caudal a tratar y de la dosificación de hipoclorito sódico y coagulante.

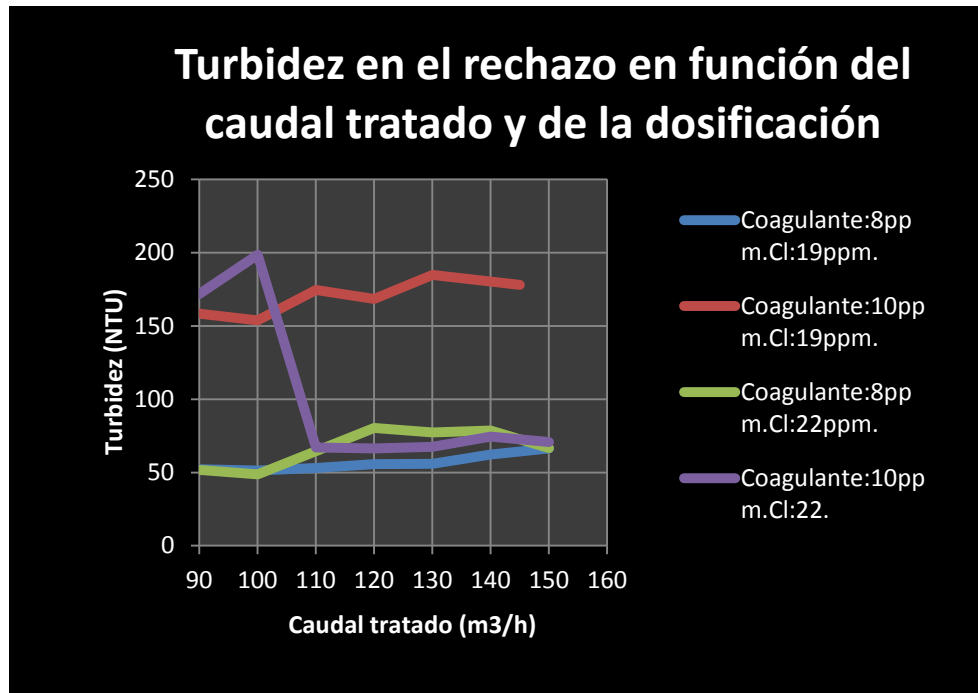


Gráfico 5. Turbidez en el rechazo en función del caudal a tratar y de la dosificación de hipoclorito sódico y coagulante.

Finalmente, y al igual que pasara en la salida del tratamiento terciario, analizando las gráficas de turbidez y sólidos suspendidos del rechazo, se aprecia una relación directa, incluso aún más en este caso, entre ambos parámetros, apreciándose buenos resultados con el caudal o dosificaciones empleados en la actualidad en comparación con otros.

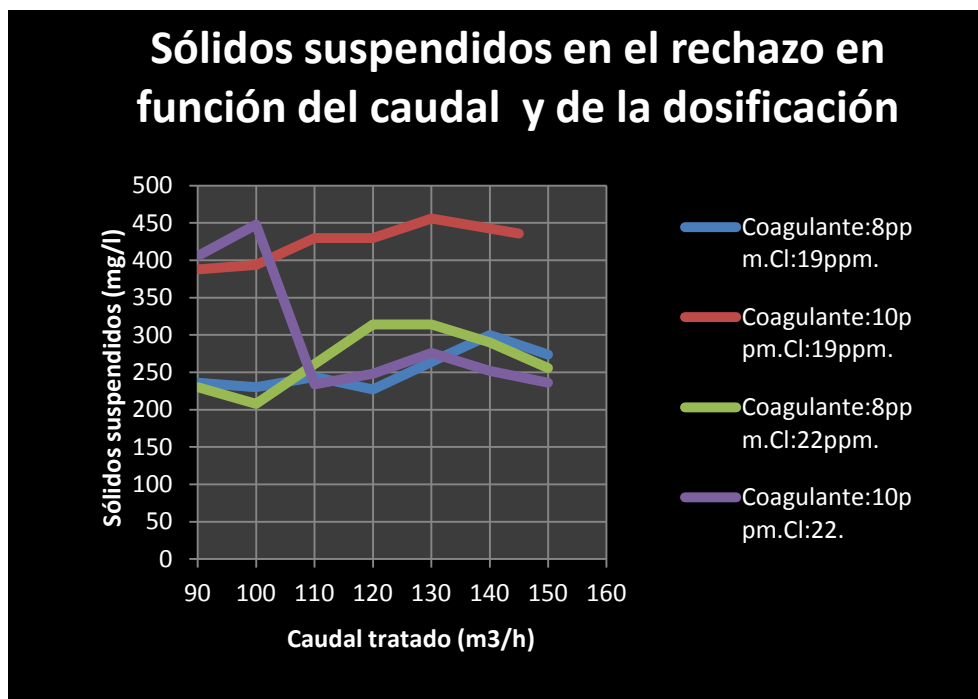


Gráfico 6. Sólidos suspendidos en el rechazo en función del caudal a tratar y de la dosificación de hipoclorito sódico y coagulante.

6 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

Esta parte de las prácticas de empresa fue desarrollada, por propia petición del alumno en prácticas, entre el los días 2 y 12 de julio de 2012. En la misma, se acompañó a operarios de la planta en la realización de tareas diarias de mantenimiento así como a alguna extraordinaria de reparación o puesta en marcha de algún equipo, todas ellas descritas más adelante. Es necesario mencionar que dichas jornadas consistieron, además de en la observación de las mencionadas operaciones, en explicaciones y charlas por parte de los propios operarios sobre las distintas problemáticas existentes en los diferentes procesos que, en gran medida, son causantes de la necesidad de llevar a cabo dichas operaciones.

Además, durante la duración de esta parte de las prácticas en empresa, fueron visitadas instalaciones exteriores gestionadas por la empresa Canaragua S.A. relacionadas con el tratamiento de aguas residuales y mencionadas anteriormente en el apartado "2. ANTECEDENTES GENERALES":

- Estación de "Los Llanos": Encargada del pretratamiento de las aguas residuales de la zona baja de Santa Cruz de Tenerife para su posterior vertido mediante un emisario submarino (visitada con operarios en labores de reparación descritas más adelante).

- Instalación de la empresa BALTEN (Foto 2) para el tratamiento terciario y bombeo del agua hasta el sur de Tenerife (visitada con el encargado de mantenimiento en una visita guiada).

A continuación se enumeran y describen sucintamente las operaciones de mantenimiento, reparación y puesta en marcha llevadas a cabo durante el periodo correspondiente a esta fase de la práctica en empresa.

- 1. Reparación de centrífugas:** Esta operación de reparación-mantenimiento consistió en la subsanación de una avería o, mejor dicho, parada en su funcionamiento, de la centrífuga de los fangos debido al apelmazamiento, incrustación y secado de éstos en alguna de las partes móviles del equipo. Para llevar a cabo tal cometido se procedió durante varios días a su parada, desmontado, limpieza y posterior puesta en marcha, lo que requería de varias horas al día. Es necesario mencionar que en el momento de la finalización del proceso completo de prácticas aún no se había resuelto el problema.
- 2. Desmontaje de las bombas de recirculación para su limpieza:** Esta operación, que se llevaba a cabo diariamente, consistió en el desmontaje de las bombas de recirculación para la eliminación de elementos que obstruyen las conducciones y equipos de bombeo, su posterior limpieza y, finalmente, su montaje para su puesta en funcionamiento.

Durante esta operación se pudo observar, en primer lugar, que las obstrucciones se debían mayoritariamente a la existencia de trapos y telas, cuya eliminación en las operaciones de pretratamiento, según la opinión de los operarios, del encargado y del jefe de planta, es insuficiente. En segundo lugar, se pudieron observar daños en los rodetes de las bombas en forma de pequeños huecos u orificios ocasionados por burbujas de aire, ya que las bombas trabajan en cavitación.



Foto 9. Desmontaje de la centrífuga para su lavado. Foto 10. Desmontaje de bomba de recirculación para su limpieza.

- 3. Puesta en funcionamiento de un sistema de desodorización:** Esta operación consistió en la reparación y puesta a punto de una instalación de desodorización, existente en una de las naves de la planta (en la que se encuentran las centrífugas) y que llevaba parada desde hace bastante tiempo para su puesta en marcha a petición de la empresa municipal de aguas. Para ello, fue necesario la reparación y puesta a punto de las torres de desodorización y la subsanación de desperfectos existentes en las conducciones de reactivos que han de ser inyectados (bomba de inyección de H_2SO_4).



Foto 11. Puesta a punto de torres de desodorización. Foto 12. Reparación de la bomba de inyección de H_2SO_4 .

4. **Reparación de bomba de inyección de H_2SO_4 en la instalación de pretratamiento de "Los Llanos"**: Esta operación consistió en la identificación y diagnóstico de una avería producida en una de las bombas de inyección de H_2SO_4 en el sistema de desodorización de la estación periférica de "Los Llanos" en la que se lleva a cabo el pretratamiento de las aguas residuales de la zona baja de Santa Cruz para su vertido mediante el emisario submarino. Para tal objeto, fue necesario el desplazamiento hasta dicha instalación y el desmontaje de la bomba, en el que se observó una rotura en un rodete de la misma.



Foto 13. Desmontaje, identificación y diagnóstico de avería en bomba de inyección de reactivo en la estación de "Los Llanos".

Finalmente, y como observación general extraída durante esta fase de las prácticas, es necesario mencionar la evidencia de que la EDAR presenta una obsolescencia general en sus instalaciones, lógico por otra parte si tenemos en cuenta que lleva funcionando más de 30 años.

7 EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES

En primer lugar, es necesario mencionar que la realización de la presente evaluación de riesgos laborales se ha llevado a cabo por encargo del jefe de planta, con objeto de actualizar la ya existente y poder compararlas.

Así mismo, cabe destacar que se ha priorizado en la identificación y valoración de los riesgos debidos a una mala planificación de la función preventiva, al mal mantenimiento o estado de los equipos e instalaciones y al mal hacer, en detrimento de aquellos propios de cualquier planta de este tipo ya que, aunque también puede actuarse sobre ellos, se presupone que han sido recogidos en la evaluación anterior, si bien es verdad que han sido tenidos en cuenta de manera considerable.

Finalmente, es necesario mencionar, que la realización de la presente evaluación de riesgos labores ha sido llevada a cabo entre los días 13 y 25 de julio de 2012, en el horario especificado en el convenio. Tal tarea ha sido desempeñada por los dos alumnos que se encontraban en prácticas en la empresa.

7.1 Metodología

Para la realización de la evaluación de riesgos laborales aquí descrita se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- **Búsqueda de información:** Esta parte del trabajo consistió en la documentación y recopilación de información, tanto en lo referido a la metodología de evaluaciones de riesgos laborales (identificación, valoración, etc.) como en lo correspondiente a riesgos existentes en este tipo de instalaciones.
- **Entrevista con el personal de la planta:** Se llevó a cabo una encuesta informal con el jefe de planta, encargados de mantenimiento y turnos, operarios y técnico de laboratorio, con objetivo de conocer de primera mano aquellos riesgos que más preocupaban a los mismos, así como aquellas zonas y equipos de la planta más susceptibles de ocasionarlos.
- **Inspección:** En esta fase de la evaluación se procedió a un lento y concienzudo examen de las instalaciones, equipos y operaciones llevadas a cabo en la planta, teniendo en todo momento en cuenta los riesgos documentados tanto en la fase de búsqueda de información como en las entrevistas, pero tratando de mantener una visión neutral y objetiva y centrándose, más que en los riesgos propios de este tipo de instalaciones y sobre los cuales poco se puede hacer, en aquellos originados por el mal estado de la instalación, defectuoso

mantenimiento o mal manejo de la EDAR objeto de evaluación. El trabajo consistió, además de en la identificación del riesgo, en su descripción, localización y la recopilación de material fotográfico.

Es necesario mencionar que los riesgos identificados fueron clasificados, tal y como es descrito en la bibliografía correspondiente a evaluaciones de riesgos laborales, en 24 grupos en función al tipo de riesgo:

1. Caídas de personas a distinto nivel.
 2. Caídas de personas al mismo nivel.
 3. Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
 4. Caídas de objetos en manipulación.
 5. Caídas de objetos desprendidos.
 6. Pisadas sobre objetos.
 7. Golpes contra objetos inmóviles.
 8. Golpes o cortes por objetos o herramientas.
 9. Proyección de fragmentos o partículas.
 10. Atrapamiento por o entre objetos.
 11. Atrapamientos por vuelcos de máquinas o vehículos.
 12. Sobreesfuerzos.
 13. Estrés térmico.
 14. Contactos térmicos.
 15. Contactos eléctricos.
 16. Inhalación, contacto o ingestión de sustancias nocivas.
 17. Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas.
 18. Explosiones.
 19. Incendios.
 20. Atropellos, golpes o choques contra o con vehículos.
 21. Accidentes de tráfico.
 22. Exposición a agentes físicos.
 23. Exposición a agentes biológicos.
 24. Otros riesgos.
- **Valoración de los riesgos y estimación del nivel de riesgo:** En esta fase se han valorado las consecuencias ocasionadas por la ocurrencia de cada uno de los riesgos identificados, así como la probabilidad de que dicho riesgo se manifestara. Dicha valoración se ha llevado a cabo considerando, en cada caso, unas consecuencias o probabilidades bajas, medias o altas:

Consecuencias:

Alta = Lesiones con secuelas considerables.

Media = Lesiones con secuelas leves.

Baja = Lesiones sin baja laboral.

Probabilidad:

Alta = Ocurre siempre o casi siempre.

Media = El daño ocurrirá en algunas ocasiones.

Baja = Existe poca posibilidad de que se produzca.

La estimación del nivel de riesgo se ha efectuado tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5. Estimación del nivel de riesgo a partir de las consecuencias de los mismos y de la probabilidad de ocurrencia.

ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO		CONSECUENCIAS		
		BAJA	MEDIA	ALTA
PROBABILIDAD	BAJA	Trivial	Tolerable	Moderado
	MEDIA	Tolerable	Moderado	Importante
	ALTA	Moderada	Importante	Severo

Dicha estimación se ha llevado a cabo considerando un nivel de riesgo Trivial, Tolerable, Moderado, Importante o Severo, donde:

Nivel de riesgo:

Trivial = No requiere acciones específicas.

Tolerable = No es necesario mejorar la acción preventiva pero es recomendable.

Moderado = Se deben realizar esfuerzos para reducir el riesgo. Hay que fijar un plazo.

Importante = No se debe comenzar a trabajar hasta que haya sido subsanado.

Severo = Debe prohibirse el trabajo inmediatamente, aunque se está realizando.


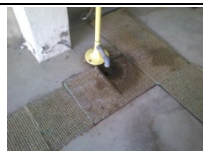
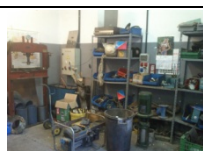
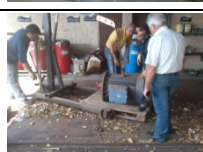
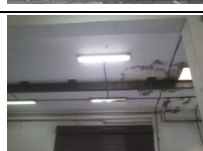
- **Propuesta de medidas preventivas:** Finalmente, y una vez determinado el nivel de riesgo, se procedió a la propuesta de una serie de medidas preventivas destinadas, especialmente en aquellos riesgos con un nivel considerable, tanto a disminuir la probabilidad de ocurrencia de dichos riesgos como a minorar sus consecuencias.



7.2 Resultados y discusión






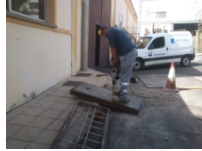


En la evaluación realizada, además de una descripción detallada de cada uno de los riesgos detectados, de su localización y del tipo de riesgo al cual pertenece, se ha recogido la valoración de las consecuencias y de la probabilidad, tal y como se ha descrito en el apartado anterior, así como la estimación del nivel de riesgo y las medidas preventivas propuestas para la disminución de la probabilidad y consecuencias de cada uno de los riesgos detectados.

Debido a la extensión que ocupa la evaluación obtenida y a limitación existente en cuanto al número de páginas de la presente memoria se ha elaborado un resumen en el que se detallan el número de riesgos detectados por tipo de riesgo y por nivel estimado y en el que se presentan, de forma general, algunas de las medidas preventivas, que en la evaluación original se recogían de manera específica.

Tabla 6. Resumen de la evaluación de riesgos laborales de la EDAR de Santa Cruz de Tenerife.

TIPOS DE RIESGO		NIVEL DE RIESGO	Nº DE RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
1. Caídas de personas a distinto nivel		Trivial	0	Colocación de dispositivos anticaída (barandillas, cadenas, etc.) y uso de arnés de protección y de bandas antideslizantes.
		Tolerable	8	
		Moderado	9	
		Importante	1	
		Severo	0	
2. Caídas de personas al mismo nivel		Trivial	0	Sustitución de elemento dañados e instalación de rejillas o tapas.
		Tolerable	8	
		Moderado	5	
		Importante	0	
		Severo	0	
3. Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento		Trivial	1	Sujeción firme de las estanterías y correcto apilado y orden de los objetos.
		Tolerable	4	
		Moderado	1	
		Importante	0	
		Severo	0	
4. Caídas de objetos en manipulación		Trivial	0	Uso de calzado con punta de acero y seguimiento de un procedimiento seguro para la manipulación y transporte de maquinaria.
		Tolerable	3	
		Moderado	2	
		Importante	0	
		Severo	0	
5. Caídas de objetos desprendidos		Trivial	1	Sustitución de los azulejos en mal estado y mantenimiento periódico y correcto del puente grúa.
		Tolerable	0	
		Moderado	1	
		Importante	0	
		Severo	0	

6. Pisadas sobre objetos		Trivial	0	Eliminación del elemento susceptible de ser pisado o instalación de un elemento de protección e indicar su presencia.
		Tolerable	3	
		Moderado	0	
		Importante	0	
		Severo	0	
7. Golpes contra objetos inmóviles		Trivial	0	Eliminación del elemento o instalación de elementos de protección contra golpes.
		Tolerable	7	
		Moderado	2	
		Importante	0	
		Severo	0	
8. Golpes o cortes por objetos o herramientas		Trivial	2	Uso de elementos de seguridad, guantes y calzado de protección y seguimiento de un protocolo de seguridad.
		Tolerable	1	
		Moderado	1	
		Importante	0	
		Severo	0	
9. Proyección de fragmentos o partículas		Trivial	0	Uso de gafas protectoras y empleo de los dispositivos de seguridad con los que cuenta las maquinas.
		Tolerable	1	
		Moderado	1	
		Importante	0	
		Severo	0	
10. Atrapamiento por o entre objetos		Trivial	1	Desconexión de la maquinaria para su manipulación, uso de los EPIs y seguimiento de un protocolo de seguridad.
		Tolerable	4	
		Moderado	1	
		Importante	1	
		Severo	0	
11. Atrapamientos por vuelcos de máquinas o vehículos		Trivial	0	Uso de los EPIs, empleo de maquinaria segura y para el transporte y seguimiento de un protocolo de seguridad.
		Tolerable	0	
		Moderado	1	
		Importante	0	
		Severo	0	
12. Sobreesfuerzos		Trivial	0	Toma de medidas que eviten la repetición de tareas, seguimiento de un protocolo de trabajo seguro y uso de los EPIs.
		Tolerable	0	
		Moderado	3	
		Importante	2	
		Severo	0	
13. Estrés térmico		Trivial	0	Seguimiento de un protocolo de seguridad, permaneciendo el menor tiempo posible expuesto y uso de los EPIs.
		Tolerable	1	
		Moderado	0	
		Importante	0	
		Severo	0	
14. Contactos térmicos		Trivial	0	Seguimiento de un protocolo de trabajo seguro y uso de los EPIs correspondientes.
		Tolerable	3	
		Moderado	0	
		Importante	0	
		Severo	0	
15. Contactos eléctricos		Trivial	0	Cumplimiento de la normativa eléctrica subsanando las partes de la instalación que no cumplan con la misma.
		Tolerable	0	
		Moderado	2	
		Importante	8	
		Severo	0	
16. Inhalación, contacto o ingestión de sustancias nocivas		Trivial	0	Seguimiento del protocolo de seguridad, uso de EPIs y mantenimiento y reparación de las instalaciones.
		Tolerable	1	
		Moderado	5	
		Importante	7	
		Severo	0	

17. Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas		Trivial Tolerable Moderado Importante Severo	0 0 0 2 0	Seguimiento de un protocolo de trabajo seguro y uso adecuado de los EPIs.
18. Explosiones		Trivial Tolerable Moderado Importante Severo	0 0 6 0 0	Reparación de los defectos en las instalaciones y correcto almacenamiento de sustancias explosivas.
19. Incendios		Trivial Tolerable Moderado Importante Severo	0 0 5 0 0	Correcto almacenamiento de sustancias inflamables siguiendo el protocolo y cumpliendo el reglamento de baja tensión.
20. Atropellos, golpes o choques contra o con vehículos		Trivial Tolerable Moderado Importante Severo	0 0 1 0 0	Prohibición de acceso a vehículos no autorizados y restricción de la velocidad de circulación dentro de las instalaciones.
21. Accidentes de tráfico		Trivial Tolerable Moderado Importante Severo	0 0 1 0 0	Mantenimiento periódico de los vehículos y restricción de la velocidad de circulación dentro y fuera de las instalaciones.
22. Exposición a agentes físicos		Trivial Tolerable Moderado Importante Severo	0 2 0 1 0	Uso correcto de los EPIs y mantenimiento periódico de los equipos, de forma que se evite la generación de ruido excesiva.
23. Exposición a agentes biológicos		Trivial Tolerable Moderado Importante Severo	0 0 1 0 0	Uso de los EPIs, vacunación contra los patógenos presentes y empleo de procedimientos de higiene laboral.
24. Otros riesgos		Trivial Tolerable Moderado Importante Severo	1 2 0 5 0	Reparación de conducciones de agua potable y de dispositivos de lavado. Fumigación. Uso correcto de carteles.

Durante el proceso de evaluación de riesgos laborales fueron identificados 129 riesgos en total, 6 de los cuales presentaron un nivel trivial, 48 tolerables, 48 moderados y 27 importantes, la mayoría de estos últimos debidos a fallos eléctricos, inhalación, contacto o ingestión de sustancias nocivas y a otros riesgos. Es necesario mencionar que, tal y como se observa en el resumen recogido anteriormente, ninguno de los riesgos identificados presenta un nivel de riesgo severo.

Finalmente, cabe destacar que, en lo que se refiere a las medidas preventivas y teniendo en cuenta que las arriba recogidas pertenecen a un resumen general, la mayoría de las mismas corresponden a operaciones de reparación y mantenimiento de unas instalaciones y equipos obsoletos, al seguimiento de los protocolos de seguridad existentes y al uso de los equipos de protección individual (EPIs).

8 JUICIO CRÍTICO Y CONCLUSIONES

A continuación se recogen una serie de conclusiones y posibles modificaciones sugeridas a raíz de la realización de cada una de partes de que ha constado las prácticas en la empresa:

- En lo referido al procedimiento analítico llevado a cabo, y más concretamente en lo referido a la toma de muestras, se observó que los valores de turbidez y sólidos suspendidos a la salida del terciario obtenidos en la "*determinación de las condiciones óptimas de funcionamiento del tratamiento terciario*" no correspondían con las realizadas en el laboratorio para el control periódico de la planta en un mismo periodo, siendo las primeras considerablemente superiores. Después de un proceso de identificación de errores se determinó que dicha diferencia se debía a que en el primero de los casos las muestras se tomaban en la misma tubería de salida, mientras que en el segundo se tomaban en un tanque de almacenamiento del agua de salida, por lo que estos parámetros (turbidez y sólidos suspendidos) se veían alterados. Se aconseja una modificación en el punto de toma de muestra.
- En la "*determinación de las condiciones óptimas de funcionamiento del tratamiento terciario*" se apreció, una vez finalizada, que la inexistencia de un tanque de homogeneización, y las constantes variaciones de caudal y concentración del agua dificulta la determinación de unas concentraciones de aditivos y caudales de tratamiento en el tratamiento terciario ya que, el resultado de dicho tratamiento depende, no sólo de las mencionadas concentraciones de aditivos y caudales a tratar, sino también de las condiciones de entrada del agua, que en este caso eran variantes. Por otro lado, y de manera general, se pudo observar que el caudal de tratamiento empleado actualmente (120 m³/hora) y las concentraciones de coagulante (8 ppm) e hipoclorito sódico (19 ppm) que se venían empleando presentan buenos resultados, en comparación con el resto de condiciones ensayadas.
- Una vez finalizado el periodo en el que se acompañó a los operarios y encargados en operaciones de reparación y mantenimiento se apreció la existencia de una problemática de una magnitud importante con la presencia abundante de trapos y telas, que obstaculizan los sistemas de bombeo y obstruyen las circulaciones, por lo que sería aconsejable una mejora en el sistema de desbastado al inicio de la línea de tratamiento, así como una mayor coordinación con la empresa responsable de las inspecciones de vertido.
- En el caso de la evaluación de riesgos laborales y después de haber llevado a cabo la misma, es evidente la importancia de una correcta planificación en esta materia. Así mismo, se apreció que la mayoría de los

riesgos detectado podían ser corregidos mediante el empleo de procedimientos o protocolos de seguridad adecuados, así como por el empleo de los EPIs correspondientes. Por otro lado, un importante número de riesgos de nivel elevado eran ocasionados por el estado inadecuado o mantenimiento escaso de los equipos e instalaciones, lo que evidencia la antigüedad de la planta y la necesidad de una reforma general.

- Como se ha mencionado con anterioridad, en el espesador, además de los fangos extraídos de los sedimentadores, balsas de aireación y clarificadores, se depositan los restos obtenidos de la limpieza de fosas sépticas por parte de empresas especializadas. Se cree oportuno un mayor control sobre dicho vertido, ya que puede interferir en el correcto funcionamiento del proceso de digestión de los mismos y, por lo tanto, en la generación de biogás.
- Durante la realización de las prácticas, se observó que el agua de salida de los clarificadores (sedimentadores secundarios), antes de pasar al tratamiento terciario era almacenada en unos tanques de hormigón, en unas condiciones que favorecían la pérdida de calidad con la que salía de los clarificadores, restando de capacidad de actuación a los filtros del terciario. Para solventar esta situación podría ser aconsejable llevar a cabo una limpieza y mantenimiento de los mencionados tanques de almacenamiento, con el objetivo de mejorar las condiciones en las que se almacena el agua.