

# **DISPOSICIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.**

**PROYECTO DE REMODELACIÓN Y  
AMPLIACIÓN DE LA INSTALACIÓN  
DESALADORA DE AGUA DE MAR  
(IDAM) GRAN TARAJAL.**

**PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y  
MEJORA DEL REGADÍO DE LA ZONA  
SURESTE DE FUERTEVENTURA,  
(TT.MM. DE TUINEJE)**

Departamento de Agua

División de Investigación y  
Desarrollo Tecnológico

Agosto 2015





## Índice

---

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS.....</b>	<b>4</b>
<b>3. ESTUDIO DE RIESGOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN.....</b>	<b>5</b>
3.1 LOCALIZACIÓN DE RIESGOS DURANTE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	5
3.2 NORMAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN A TOMAR EN CUENTA EN LA ACTIVIDAD.....	5
3.3 MEDIDAS DE SEGURIDAD AL PONER EN FUNCIONAMIENTO LA INSTALACIÓN.....	6
3.3.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE EL ARRANQUE DE EQUIPOS ESPECÍFICOS DE LA INSTALACIÓN DE LAS PLANTAS DESALADORAS.....	7
3.3.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVENTIVAS RESPECTO AL ANCLAJE DE LOS EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN DE LAS PLANTAS DESALADORAS.....	8
3.3.3 MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVENTIVAS RESPECTO A LOS DESLIZAMIENTOS.....	8
3.3.4 MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE LA EMISIÓN DE RUIDOS.....	8
3.3.5 MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVENTIVAS ANTE LA PROYECCIÓN DE OBJETOS.....	8
3.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN.....	9
3.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	9
3.4.2 PROTECCIÓN A TIERRA.....	10
3.4.3 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	11
3.5 RIESGOS POR MANIPULACIÓN DE REACTIVOS QUÍMICOS.....	13
3.5.1 ANTINCRUSTANTE.....	13
3.6 RIESGOS MEDIOAMBIENTALES.....	14
3.6.1 VERTIDO DE SUBPRODUCTOS DEL PROCESO.....	14
3.6.2 VERTIDOS ACCIDENTALES OCASIONADOS POR AVERÍAS EN EQUIPOS.....	15
3.6.3 VERTIDO ACCIDENTAL DE PRODUCTOS QUÍMICOS.....	15
3.6.4 EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	15
3.6.5 RUIDOS.....	16
3.6.6 VIBRACIONES.....	16
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>16</b>



## 1. INTRODUCCIÓN.

El presente documento de Seguridad Industrial establece, de forma básica, el estudio de las situaciones de riesgo y su corrección o previsiones tanto para las personas, cosas e inmuebles y al medio ambiente durante la explotación de la instalación industrial proyectada.

Servirá para fijar las normas y directrices básicas en el campo de la prevención de riesgos durante la explotación de las instalaciones, de acuerdo con la Ley de Industria 21/1992, de 23 de Junio de 1992, la LEY 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales y la LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Con este documento se pretende además exponer las disposiciones mínimas a tener en cuenta acorde a la normativa vigente en temas de protección de la salud y seguridad de los trabajadores. Principalmente, y por la actividad que aquí compete, se han tenido en cuenta la siguiente normativa básica:

- Real decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. BOE núm. 148 de 21 de junio de 2001.
- Real decreto 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- 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.
- Real decreto 664/1997, de 12 de mayo, protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Con la elaboración de estas disposiciones de seguridad industrial se pretenden conseguir los siguientes objetivos:

- Establecer los riesgos para la protección del personal, de los equipos y del medioambiente, encaminados a eliminar los riesgos técnicos derivados de los trabajos que se han de realizar y de las actuaciones humanas peligrosas, con el fin de reducir accidentes y sus consecuencias.
- Prevenir y limitar los riesgos, así como la protección contra accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, derivados de la actividad industrial o de la utilización, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones o equipos y de la

producción, uso o consumo, almacenamiento o desecho de los productos industriales.

- Definir las instalaciones previstas en la instalación desaladora de agua mar para evitar o corregir los riesgos estudiados.

## **2. CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS.**

La instalación de desalación de agua de mar (IDAM) de Gran Tarajal de 4.000 m<sup>3</sup>/día, cuyas modificaciones de remodelación y ampliación proyectadas son objeto del presente proyecto, están en el sureste de la isla de Fuerteventura, en el término municipal de Tuineje, Gran Tarajal. Dicha planta estará proyectada para fines de suministro de agua agrícola y se puede comprobar en los planos del presente proyecto toda la ubicación de los elementos del sistema.

Las actuales instalaciones del centro de producción de agua desalada de Gran Tarajal entraron en servicio en septiembre del año 1.993, con una captación de agua de mar abierta y un módulo de desalación de ósmosis inversa de 1.500 m<sup>3</sup>/día. En la actualidad sigue existiendo este módulo, y se proyectara la ampliación de la IDAM con un nuevo módulo de 2.500 m<sup>3</sup>/día, por lo que tendrá una producción total de 4.000 m<sup>3</sup>/día.

La captación de agua de mar de la IDAM se realiza mediante bombas vertivales que se encuentra en la superficie de una cántara de agua de mar. Para el pretratamiento físico de la IDAM se instalan filtros de arena y filtros de cartuchos, y para el pretratamiento químico se proyecta la instalación de un sistema de dosificación de antiincrustante.

El proceso de OI propiamente dicho de cada módulo de desalación, se compone además de una bomba de alta presión, una bomba booster, un recuperador de energía isobárico y un bastidor de estructura que soporta los tubos de presión portamembranas.

La actividad se encuentra excluida del 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 debido a que el almacenamiento de los productos químicos necesarios no superará las cantidades establecidas en dicha normativa.

En la memoria descriptiva del proyecto y en el resto de documentos del mismo, se define con más detalle el sistema de desalación y las actuaciones de mejora que en ella se proyectan.

### **3. ESTUDIO DE RIESGOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN.**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN DE RIESGOS DURANTE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN.**

El análisis de riesgos de la actividad da como resultado que los principales aspectos a considerar durante la operación y mantenimiento de la instalación de las plantas desaladoras son:

- Golpes con elementos por maniobras incorrectas en las líneas hidráulicas.
- Electrocutación o quemaduras por mala protección de cuadros eléctricos.
- Electrocutación o quemaduras por uso de herramienta sin aislamiento.
- Electrocutación o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.
- Intoxicaciones y lesiones por incorrecta manipulación de productos químicos.
- Otros riesgos.

#### **3.2 NORMAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN A TOMAR EN CUENTA EN LA ACTIVIDAD.**

Con el fin de evitar los riesgos anteriormente localizados se plantean las siguientes reglas generales a la hora de ejercer la actividad:

- El personal deberá tener la formación correcta y conocer el manual de operación de la instalación antes de hacerse cargo de ella.
- El personal de operación, y cualquier otro que se encuentre en el entorno a la instalación deberá estar provisto de la vestimenta de protección establecida, y usará ropa y accesorios poco holgados para impedir su enganche en partes móviles de la máquina.
- No se deben anular los sistemas de protección de la instalación en prevención de daños a la misma o personas.
- Los controles de arranque y maniobra deben estar protegidos para evitar su manipulación por otras personas y para evitar daños al sistema o a las personas.
- A ser posible se dispondrá de almacén aparte para acopio de material.
- El montaje y manipulación de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Manipular los productos químicos con las medidas de seguridad establecidos.

### **3.3 MEDIDAS DE SEGURIDAD AL PONER EN FUNCIONAMIENTO LA INSTALACIÓN.**

Como complemento de las medidas generales anunciadas anteriormente, el operador deberá considerar, antes de arrancar los diferentes módulos de desalación, los aspectos operativos siguientes:

- Debe estar en condiciones de asumir los riesgos posibles y disponer de los medios para afrontarlos, así como conocer dónde buscar ayuda.
- Revisar enteramente la maquinaria a su cargo aunque en el relevo anterior todo funcionase correctamente. Esto implica una inspección visual de posibles roturas y daños en los componentes deformación de la estructura, etc.
- El personal deberá comprobar entre ellos sí disponen de la vestimenta de seguridad necesaria, y se hallan en condiciones físicas o mentales de desarrollar la actividad a desarrollar.
- El personal deberá conocer el lugar de trabajo, sus potenciales limitaciones, así como vías de traslado al mismo.
- Todas las mangueras o tubos que hayan sido presurizadas deberán estar positivamente aseguradas.
- Inspeccionar las herramientas y accesorios necesarios, que deberán estar en su sitio y en buenas condiciones de uso.
- No se deben colocar en las cercanías de la instalación productos inflamables o explosivos.
- Inspeccionar posibles pérdidas de combustible y otros fluidos y purgar los depósitos de acuerdo con las instrucciones de servicio.
- Se comprobará la ausencia de personas innecesarias en el área de trabajo o en su entorno próximo.
- No se abandonará ningún equipo si está en funcionamiento.



### **3.3.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE EL ARRANQUE DE EQUIPOS ESPECÍFICOS DE LA INSTALACIÓN DE LAS PLANTAS DESALADORAS.**

- Se comprobará el correcto funcionamiento de todos los controles.
- Se vigilarán los indicadores existentes.
- Se prestará atención a ruidos no habituales.
- Los operadores dispondrán en todo momento de las medidas de protección del personal necesaria, tales como casco, botas de seguridad, gafas, protectores de oído, guantes, etc.
- Cualquier maniobra potencialmente insegura necesitará del concurso de un ayudante en contacto visual permanente.
- No se golpeará metal con metal sin protección en los ojos.
- Los operadores se mantendrán en todo momento alejados de los componentes en movimiento.
- El levantamiento o manipulación de accesorios pesados, se realizará adoptando las precauciones siguientes:
  - ✓ Mantener los pies separados situándolos a cada lado del objeto. Doblar las piernas y agacharse, manteniendo la cabeza erguida.
  - ✓ Asistir el objeto con toda la mano, arropándolo con los brazos.
  - ✓ Mantenerse aplomado sobre los pies, levantando el objeto con los músculos posteriores de las piernas.
  - ✓ Al depositar el objeto, no girar el cuerpo y mantenerlo próximo al punto de descarga.

### **3.3.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVENTIVAS RESPECTO AL ANCLAJE DE LOS EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN DE LAS PLANTAS DESALADORAS.**

Se han dispuesto todos los soportes y sujeciones necesarios para evitar caídas de objetos o partes de la instalación.

El único equipo proyectado que puede ocasionar vibraciones es la bomba de alta presión, y la bomba booster, por este motivo se ha dispuesto una bancada de anclaje especial, ejecutada en hormigón armado, aislada del resto de estructuras del edificio.

### **3.3.3 MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVENTIVAS RESPECTO A LOS DESLIZAMIENTOS.**

En la actividad descrita existe riesgo de caídas del personal de mantenimiento por resbalar en zonas húmedas o encharcadas.

Se ha acondicionado el suelo de la sala con acabado antideslizante y con las pendientes necesarias hacia puntos de drenaje para evitar encharcamientos.

### **3.3.4 MEDIDAS PREVENTIVAS ANTE LA EMISIÓN DE RUIDOS.**

El nivel de ruido será inferior a 60 dB en el exterior de los locales que alberguen máquinas, para lo cual se asegurará un aislamiento adecuado en la sala, a fin de evitar la transmisión de ruidos y vibraciones al exterior.

Si el local que alberga las máquinas requiere acceso frecuente por parte del personal de operación y mantenimiento, deberán disponerse los oportunos silenciadores, acoplamientos elásticos y cuantos elementos se consideren necesarios a fin de disminuir el nivel de ruido a la cifra antes indicada. De no ser posible alcanzar el nivel de ruido mencionado se emplearán obligatoriamente dispositivos de protección personal de acuerdo con la normativa vigente.

### **3.3.5 MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVENTIVAS ANTE LA PROYECCIÓN DE OBJETOS.**

Dadas las características de la instalación proyectada, el proceso de ósmosis inversa funciona con una presión superior a los 60 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que crea un riesgo potencial de producirse proyecciones de elementos de la instalación que funcionen bajo la presión indicada.

Todas las tuberías de proceso de alta presión se han diseñado en acero inoxidable del tipo 254 SMO SCH40, AISI 904L y AISI 316L con conexiones embridadas o roscadas. Las conexiones embridadas a los equipos se han proyectado mediante bridas con cuello,

soldadas a la tubería, de la presión adecuada, por lo que no es de esperar en estos puntos riesgos por proyecciones de objetos.

Las conexiones a las cajas de presión se proyectan mediante uniones Victaulic de la presión adecuada, este tipo de uniones son totalmente fiables con un montaje adecuado.

### **3.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN.**

#### **3.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.**

Dentro de la ITC BT-30 de "Instalación en locales de características especiales" del Reglamento electrotécnico para baja tensión aprobado por REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, esta actividad está comprendida en el apartado 2 de "Instalación en locales mojados", siendo la zona destinada al bastidor de membranas, bombas y dosificación de reactivos en donde se puede localizar riesgos de humedad y, aunque sólo sea temporalmente, gotas o charcos de agua debido a la condensación o pérdidas puntuales de agua en conexiones hidráulicas.

La instalación cumplirá los siguientes requisitos:

- Canalizaciones: Estarán constituidas por conductores aislados de 750V de tensión nominal como mínimo, bajo tubos protectores y bandejas no perforadas.

Los conductores destinados a la conexión de aparatos receptores serán aptos para una tensión de aislamiento de 750V como mínimo.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.

- Elementos conductores: Todo elemento conductor no aislado de tierra y accesible simultáneamente a los elementos metálicos de la instalación o a los receptores, se unirá a las masas de éstos mediante una conexión equipotencial unida a su vez al conductor de protección.
- Tubos: Los tubos para alojamiento de los conductores serán estancos y aislantes y su montaje será superficial o subterráneo. Se estará a lo dispuesto en la ITC BT - 21 de forma que un tubo o cubierta protectora sólo contendrá, en general, conductores de un mismo y único circuito.
- Aparatos de mando, protección y tomas de corriente: Se recomienda instalar los aparatos de mando, protección y tomas de corriente fuera de estos locales. Cuando no se pueda cumplir esta recomendación, los citados aparatos serán del tipo protegidos contra las proyecciones de agua, IPX4 o bien se instalarán en el interior de las cajas que les proporcionen una protección equivalente.
- Dispositivos de protección: De acuerdo con la ITC BT - 22, se instalará, en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

Los circuitos de alimentación a cuadros, motores y circuitos de alumbrado estarán equipados con interruptores automáticos de corte omnipolar con relés magnetotérmicos y protección diferencial.

- Receptores de alumbrado: Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión, protegidas contra las proyecciones de agua, IP X4. No serán de clase 0.

La cubierta de los portalámparas será en su totalidad de materia aislante hidrófuga, salvo cuando se instalen en el interior de cubiertas estancas, destinadas a los receptores de alumbrado, lo que deberá hacerse siempre que éstas se coloquen fácilmente accesibles.

- Colores: Para la identificación de los conductores se ajustará a lo dispuesto en la ITC BT -026, siendo:
  - ✓ Fase 1 = MARRÓN.
  - ✓ Fase 2 = NEGRO.
  - ✓ Fase 3 = GRIS.
  - ✓ Neutro = AZUL CLARO.
  - ✓ Protección = AMARILLO-VERDE.
- Alumbrado de emergencia: El local estará dotado de alumbrado de emergencia.
- Conductores de protección: Cada uno de los circuitos estará dotado de un conductor de protección de sección adecuada, los cuales se unirán a circuitos de tierra en el cuadro general de protección y maniobra.

### **3.4.2 PROTECCIÓN A TIERRA.**

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

El circuito de tierra estará constituido por los conductores de protección que enlazan los distintos receptores con el cuadro general. Desde este cuadro se establecerá la línea de enlace con tierra.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la ITC BT - 19 para los conductores de protección.

El conductor de enlace con tierra tendrá una sección igual o superior a la máxima de las derivaciones de las líneas principales de tierra, y nunca inferior a 35 mm<sup>2</sup>, en cobre.

Para la medición y control de estas instalaciones, se dispondrá de cajas de seccionamiento de puesta a tierra.

La profundidad de la red principal de tierra se situará a 80 cm. a partir de la última solera transitable, sobre terrenos de baja resistividad.

A pesar de poder conseguir un valor de resistencia adecuado mediante la colocación de picas en paralelo, se ha optado por la aplicación combinada de picas e interruptores diferenciales, dada la gran protección que ofrecen estos últimos frente a incendios, al limitar a potencias muy bajas las eventuales fugas de energía por defecto de aislamiento.

Existirá una caja de seccionamiento con bornes seccionables de latón y deberá grabarse o pintarse sobre la misma el valor de la tierra en  $\Omega$  y la fecha de la medida.

Las picas de tierra a emplear serán de acero cobreado de 2 m de longitud y 14,6 mm de diámetro.

El valor de la resistencia a tierra se comprobará mediante ensayo real al concluir la instalación, procurando que su valor no sea mayor de 20 ohmios.

### **3.4.3 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.**

Entre otros aspectos, en esta actividad se deberá haber ponderado la posibilidad de adoptar alguna de las siguientes alternativas:

- Tender a la normalización y repetitividad de los trabajos, para racionalizarlo y hacerlo más seguro, amortizable y reducir adaptaciones artesanales y manipulaciones perfectamente prescindibles en la propia planta.
- Se procurará tender a la supresión de operaciones y trabajos que puedan realizarse en taller, eliminando de esta forma la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.
- Después de haber adoptado las operaciones previas (apertura de circuitos, bloqueo de los aparatos de corte y verificación de la ausencia de tensión) a la realización de los trabajos eléctricos, se deberán realizar en el propio lugar de trabajo, las siguientes:
  - ✓ Verificación de la ausencia de tensión y de retornos.
  - ✓ Puesta en cortocircuito, lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. Si la red conductora es aislada y no puede realizarse la puesta en cortocircuito, deberá procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.
  - ✓ Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.

- Protecciones personales: Los guantes aislantes, además de estar perfectamente conservados y ser verificados frecuentemente, deberán estar adaptados a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras.

En los trabajos y maniobras sobre fusibles, seccionadores, bornes o zonas con tensión en general, en los que pueda cebarse intempestivamente el arco eléctrico, será preceptivo el empleo de:

- ✓ Casco de seguridad normalizado para AT.
  - ✓ Pantalla facial de policarbonato con atalaje aislado.
  - ✓ Gafas con ocular filtrante de color ópticamente neutro.
  - ✓ Guantes dieléctricos (en la actualidad se fabrican hasta 30.000 V), o si se precisa mucha precisión, guantes de cirujano bajo guantes de tacto en piel de cabritilla curtida al cromo con manguitos incorporados (tipo taponero).
- Intervención en instalaciones eléctricas: Para garantizar la seguridad de los operarios y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):
    - ✓ El circuito se abrirá con corte visible.
    - ✓ Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.
    - ✓ Se señalarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte "PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO".
    - ✓ Se verificará la ausencia de tensión con un discriminador de tensión o medidor de tensión.
    - ✓ Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.

Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán ser homologadas.

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:

- ✓ En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen la el riesgo.
- ✓ Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislantes (vinilo).

### **3.5 RIESGOS POR MANIPULACIÓN DE REACTIVOS QUÍMICOS.**

La conservación de las membranas de ósmosis inversa exige unas condiciones estrictas del agua de mar que va a ser tratada, y por otro, la calidad del agua producto para destino agrícola, se hace necesario tratar el agua producida para conseguir las condiciones necesarias.

Para acondicionar el agua de alimentación y el agua producida se procederá a la realización de las siguientes tareas que conllevan la manipulación de diversos productos químicos:

- Inhibición de las incrustaciones o precipitación de sales en el interior de las membranas.
- Postratamiento del agua producto.

Los reactivos que a priori serán utilizados en el proceso son:

- Antiincrustante comercial (para el agua de mar).

A continuación se relacionan los riesgos más frecuentes en la manipulación de los reactivos que intervienen en el proceso y las medidas de protección dispuestas.

#### **3.5.1 ANTINCRUSTANTE.**

El aumento de la concentración de las sales del agua que son rechazadas en las membranas de osmosis inversa podría producir incrustaciones o depósitos salinos en las mismas disminuyendo su rendimiento y dañándolas.

Para inhibir este efecto se añade al agua, después de filtrada sobre arena, un producto dispersante.

El dispersante más común y económico es el hexametáfosfato sódico, aunque existen otros productos comerciales para llevar a cabo esta función.

La calidad de los antiincrustantes varía según los fabricantes y deberá analizarse el más adecuado.

En el caso del hexametáfosfato, la solución de debe prepararse cada día, ya que a los dos días empieza a pasar a ortofosfato que produce ensuciamiento en las membranas.

Otros productos dispersantes son:

- BIOSPERSE 244 (usado en la instalación)
- FLOCON 100 de FMC.
- PERMATREAT 191 de HOUSEMANN.
- HIPERSPERSE de ARGO SCIENTIFICS.

Las cantidades dosificadas varían entre un mínimo de 2 ppm para los productos de alta calidad, hasta un máximo de 10 ppm para el hexametáfosfato.

La solución preparada para su dosificación por bomba dosificadora puede tener una concentración de hasta el 20% en peso.

El hexametáfosfato se suministra en producto sólido y se almacena en sacos de 25 kg.

Las cubas de preparación, pertenecientes a las instalaciones existentes, son de 100 litros de capacidad y se utilizan soluciones a un máximo del 10%.

Los productos dispersantes, dada su naturaleza, no implican riesgo químico en su manejo.

### **3.6 RIESGOS MEDIOAMBIENTALES.**

Los riesgos durante la explotación de las instalaciones que pueden afectar al medioambiente se pueden dividir en:

- Vertidos de subproductos del proceso.
- Vertidos accidentales ocasionados por averías en equipos.
- Vertido accidental de productos químicos.
- Emisiones a la atmósfera.
- Ruidos.
- Vibraciones.

A continuación se analizan, de forma detallada, los riesgos indicados, con indicación de las medidas de prevención adoptadas.

#### **3.6.1 VERTIDO DE SUBPRODUCTOS DEL PROCESO.**

En el proceso de desalación de agua de mar se producen los siguientes subproductos en la operación de la planta:

- Salmuera: El proceso de ósmosis inversa proyectado, con un factor de conversión del 42%, genera un caudal de salmuera total, funcionando los dos bastidores, de 230 m<sup>3</sup>/h con un contenido en TDS aproximado de 61000 mg/l, siendo presente mayoritariamente la sal NaCl. Esta salmuera es evacuada a través de un colector de salmuera y vertida al mar.
- Aguas de lavado de filtros y membranas: La limpieza de los filtros depende del rendimiento de operación de los mismos. Para su lavado se utiliza agua de mar, de forma que arrastre las partículas retenidas en los filtros, vertiéndose al colector de evacuación de salmuera, junto con los lavados de los filtros existentes. Las partículas retenidas, al tratarse de agua de mar, no producen un riesgo contaminante para el medio marino.



Para el lavado de las membranas se utilizan detergentes que eliminan las posibles incrustaciones de sales precipitadas en la superficie de las membranas. El resultado de los lavados, se vierte al colector de salmuera. No existe riesgo demostrado de que los detergentes causen daños al medio marino gracias al nivel de biodegradación de los mismos.

- Reactivos químicos: Los reactivos utilizados en el proceso y, cuyas trazas se vierten diluidos en la salmuera son:
  - ✓ Antiincrustante comercial de las sales  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{BaSO}_4$  mayoritariamente.

Estos reactivos se caracterizan por su incorporación y eliminación de forma iónica, no contaminante ni acumulativa. De las dosis empleadas y por el tipo de reacciones que se producen, se puede concluir que no son contaminantes ni aportan elementos extraños ni metales pesados, siendo su concentración en la salmuera inapreciable.

### **3.6.2 VERTIDOS ACCIDENTALES OCASIONADOS POR AVERÍAS EN EQUIPOS.**

Los principales riesgos medioambientales, ocasionados por averías de equipos, suelen producirse por el vertido de aceites sintéticos lubricantes o refrigerantes.

En el caso que nos ocupa, los principales equipos de la instalación están lubricados por aceite (bomba de pistones de alta presión) en cantidades mínimas, por lo que no es de esperar riesgos de vertidos contaminantes con una explotación correcta.

### **3.6.3 VERTIDO ACCIDENTAL DE PRODUCTOS QUÍMICOS.**

Como se ha indicado anteriormente, para la operación de la planta se dosifica el siguiente reactivo químico:

- Antiincrustante comercial.

### **3.6.4 EMISIONES A LA ATMÓSFERA.**

Dadas las características de las instalaciones proyectadas no es de esperar la producción de emisiones directas que puedan afectar a la atmósfera.

### **3.6.5 RUIDOS.**

Los únicos equipos capaces de producir niveles elevados de contaminación acústica (bombas de alta presión) se ubican en el interior de la nave de desalación o de contenedores, además de encontrarse aislados mediante una protección acústica, por lo que no es de esperar alteraciones medioambientales en el entorno por la generación de ruidos.

Asimismo, la sala de máquinas contará con las medidas necesarias de aislamiento acústico para reducir la propagación de ruidos hacia el exterior, tal y como se comenta en el apartado 3.3.4 de este documento.

### **3.6.6 VIBRACIONES.**

Con el fin de reducir el incómodo efecto de las vibraciones, las bancadas de los grupos motobombas dispondrán de tacos antivibratorios del tipo silent-block como elementos de amortiguamiento.

Se usarán también carretes antivibratorios en las conexiones con las bombas del sistema, para reducir la propagación de vibraciones al resto de equipos y elementos periféricos de la sala.

## **4. CONCLUSIONES.**

En vista de los riesgos y de las medidas de protección indicadas en los apartados anteriores, puede indicarse, como conclusión, que las instalaciones definidas en el presente proyecto pueden utilizarse para los fines para los que fueron proyectadas sin riesgos aparentes para el personal de explotación, equipos o medioambiente.

En Las Palmas de G.C., Agosto 2015

Fdo: Baltasar Peñate Suárez



Jefe del Departamento de Agua  
Instituto Tecnológico de Canarias  
Ingeniero Industrial  
Col. 980