



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

Trabajo Fin de Master en Ingeniería del Mantenimiento

**MEJORA DEL SISTEMA DE
MANTENIMIENTO DE LA RED
DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LAS
PLAYAS DE LA PROVINCIA DE VALENCIA**

AUTOR: Salvador Bueno Romero

TUTOR: Vicente Macián Martínez

Julio 2019

AGRADECIMIENTOS

Gracias por ayudarme cada día a cruzar con firmeza el camino de la superación.

A mis padres, por animarme a seguir.

A mis amigos, por aliviar el tedio.

A los profesores, por su exigencia.

RESUMEN

Tras unos meses al frente de la coordinación del mantenimiento de la red de distribución de agua de las playas de la provincia de Valencia, llegué a la conclusión de la imperiosa necesidad de una mejora de este.

En este estudio se describirán pormenorizadamente los elementos que componen el bombeo de agua, así como la red de tuberías que la distribuyen. El objeto es obtener un conocimiento exhaustivo de cada activo y de esta forma adecuar el mantenimiento a aplicar, individual y en conjunto, que suponga los mejores resultados con la mínima inversión económica posible.

En último lugar, se procederá a redactar el nuevo plan de integral de mantenimiento, haciendo distinción entre cada uno de los tipos de mantenimiento, correctivo, prevenidito y predictivo, justificando el grado de aplicación de cada uno de ellos. Además se incluirá la implantación de otros aspectos relacionados, como la utilización de software y su hardware asociado, el número y formación de los operarios de mantenimiento, así como la descripción de las operaciones a realizar por los mismos.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 ANTECEDENTES DEL TURISMO EN ESPAÑA	4
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.3 DESARROLLO DEL TFM.....	5
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	6
2.1 ANTECEDENTES	7
2.1.1 Historia y actividades	7
2.2.2 Experiencia en mantenimiento.	8
2.2 LOCALIZACIÓN Y DIMENSIONES	9
3. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE SUMINISTRO.....	11
3.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE BOMBEO.	12
3.2 ELEMENTOS DE LA RED DE SUMINISTRO DE AGUA.....	23
4. SISTEMAS DE MANTENIMIENTO.....	28
4.1 ANTECEDENTES EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.	29
4.2 MODELO Y ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO.....	30
4.2.1 Mantenimiento correctivo.	31
4.2.2 Mantenimiento preventivo.	33
4.2.3 Mantenimiento predictivo.	33
4.3 RECURSOS TÉCNICOS.....	34
4.3.1 Almacenamiento.....	34
4.3.2 Gestión de stock	36
4.4 RECURSOS HUMANOS	37
4.4.1 Personal	37
4.4.2 Organigrama de la empresa.....	38
5. ANÁLISIS DAFO	39
5.1 INTRODUCCIÓN.....	40
5.2 FACTORES INTERNOS	41
5.3 FACTORES EXTERNOS.....	42
6. PLAN INTEGRAL DEL MANTENIMIENTO	44
6.1 INTRODUCCIÓN.....	45

6.2 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR	46
6.3 GESTIÓN DE STOCKS – ALMACÉN.....	47
6.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	48
6.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	49
6.6 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	49
6.7 MONITORIZACIÓN	61
7. CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS	62
7.1 CONCLUSIONES.....	63
7.2 DESARROLLOS FUTUROS	64
8. FUENTES.....	65
Páginas web.....	66
Catálogos	66
Google Maps	67

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES DEL TURISMO EN ESPAÑA

Desde la década de los 60, el turismo de playa comenzó a popularizarse. Hoy en día, es uno de los principales motores de la economía española y ofrece puestos de trabajo a miles de personas en nuestro país. Por este motivo, los estándares de calidad de nuestras playas deben ser los más altos para poder competir en calidad y precio con los demás países mediterráneos. Parte de la calidad de la playa se basa en los servicios que esta ofrece, como pueden ser los chiringuitos, hamacas, sombrillas, servicios lúdicos, papeleras, pasarelas de madera, duchas y lavapiés. Además, es imprescindible que la arena esté limpia y la playa aseada.

Los chiringuitos del playa ofrecen bebida y alimento, las hamacas un cómodo descanso, las sombrillas nos protegen de los dañinos rayos solares, las papeleras nos permiten ensuciar el medio ambiente lo menos posible y las pasarelas nos ayudan a no quemarnos los pies. Al final de las pasarelas, solemos encontrar lavapiés que cumplen la función de ayudarnos a salir de la playa habiendo eliminado la mayor parte de la arena que de otra manera ensuciaría allí donde fuéramos.

Los lavapiés (a diferencia de las duchas) necesitan de un sistema de bombeo integrado en la propia playa para poder suministrar el agua a los usuarios, ávidos de limpieza.

Este trabajo se centrará en la creación de un sistema de mantenimiento para un bombeo integrado en la playa y su red de lavapiés. Pasaremos pues a definir con exactitud de los componentes que se integran en el sistema.

1.2 OBJETIVOS.

El propósito ulterior de este trabajo es conseguir desarrollar un plan de mantenimiento que garantice la máxima disponibilidad al mínimo coste. Dicho plan de mantenimiento intentará ajustarse a las condiciones que nos son impuestas por la realidad política y el modelo actual de gestión del mantenimiento, aunque aplicando mejores sustanciales. Se buscara una mejora global, no solamente del mantenimiento de las instalaciones, sino de las condiciones laborales, de la agilidad de los procesos administrativos (por la parte que le toca a la empresa), de la gestión del almacenamiento y la logística inversa, el control de costes, y por supuesto de la experiencia del usuario de las propias instalaciones.

Se pretende asentar las bases para en un futuro desarrollar un nuevo y mejorado plan de mantenimiento en el cual se puedan incluir y mejorar aspectos como la monitorización en remoto y el mantenimiento predictivo.

Para este fin se realizara un estudio de los componentes, su mantenibilidad y, a través de un análisis DAFO, como solventar los problemas que presentan y propones soluciones. Un análisis profundo de los problemas que han impedido que, durante todos los años que el modelo actual está implantado, no se consigan mejorar la gestión.

1.3 DESARROLLO DEL TFM.

Este informe estará dividido en 7 apartados. En primer lugar se enunciarán los motivos por los cuales las playas tienen suma importancia en nuestro contexto económico y por qué resulta fundamental su cuidado.

En el segundo apartado se realizará una descripción y contextualización de la empresa, analizando la experiencia que acumula en el mantenimiento de instalaciones y analizando el grado de importancia que se le concede al departamento de mantenimiento.

En tercer lugar se describen las instalaciones a mantener, activo por activo, y las peculiaridades que cada uno de ellos tiene a la hora de realizarles el mantenimiento. El propósito es inferir que tipo de mantenimiento es más conveniente para cada uno de los activos.

En cuarto lugar se describe el modelo actual de mantenimiento por parte de la empresa PROEMISA. Se pormenorizaran detalles como los recursos técnicos de los que se dispone, el número de operarios por equipo, el número de equipos, el lugar que ocupa cada uno de los agentes que interviene en el mantenimiento dentro del organigrama de la empresa, la gestión del almacén, etc.

En quinto lugar realizará un análisis DAFO, donde analizaremos las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que tiene la empresa y cómo afecta esto al sistema de mantenimiento, interpretado como debería actuar para conseguir los mejores resultados, con una menor inversión.

En sexto lugar se procederá a describir un nuevo plan de mantenimiento integral, concebido para subsanar todos los problemas que se han ido encontrando en los anteriores apartados.

Por último, enumerarán las conclusiones a las que se ha llegado tras la redacción del trabajo, con la voluntad de resumir y aglutinar los puntos con mayor importancia para la mejora del mantenimiento de la red de distribución de agua en las playas de la provincia de Valencia.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Historia y actividades

“PROEMISA, S.L. comienza su actividad empresarial en 1987, liderada por su fundador D. José Antonio Mtnz. Duato. La principal actividad desarrollada durante los primeros años se centra en la ingeniería electromecánica, especialmente vinculada al sector de la automoción, mediante la realización de proyectos y la asistencia técnica. Se realizan importantes proyectos en el área de prensas y carrocerías para empresas como **Ford España S.A. o SEAT Zona Franca.**

En 1992 y animada por sus Clientes, PROEMISA, S.L. decide ampliar su actividad fabricando los proyectos que diseña y dirige. Para ello, la empresa se traslada a unas nuevas instalaciones ubicadas en el polígono industrial de El Romaní, creando el taller **electro-mecánico con más de 1.000 m².**

En 1995 la empresa amplía su campo de actuación introduciéndose en el sector de la obra pública y del medio ambiente. Comienza entonces su andadura en la fabricación mecánica ampliando sus instalaciones a 2.200 m².

Desde sus inicios PROEMISA, S.L. experimenta un crecimiento constante, tanto en volumen de negocio como en equipo técnico, pero es en 1997 cuando su plantilla alcanza los 30 profesionales.

En el año 2000 PROEMISA, S.L. consigue la Clasificación de Contratista de Obras y Servicios del Ministerio de Economía y Hacienda, así como de la Generalitat Valenciana.

En ese mismo año, la empresa reestructura su organización con el fin de atender nuevos mercados, potenciando su equipo técnico y asegurando su futuro. Comienza a realizar trabajos en estaciones depuradoras y potabilizadoras, redes de saneamiento y distribución de agua potable, así como en estaciones de bombeo y telemando.

En 2003 consigue la certificación ISO 9001 e ISO 14001 y en 2005 se acredita como empresa instaladora, mantenedora y reparadora de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión.

En el año 2006 PROEMISA, S.L. cierra un importante acuerdo de colaboración con la empresa Vossloh, referente europeo en el sector ferroviario. Con el paso del tiempo esta área se ha convertido en un pilar fundamental de producción. Para acometer los trabajos, se amplía una vez más las instalaciones, adquiriendo dos talleres de 1500 m².

En 2008 se acredita como empresa instaladora de Telecomunicaciones. Durante este año alcanza un volumen de trabajadores de 70 personas en plantilla y 40 indirectos, con una facturación **cercana a los 14 millones de euros.**

Con estos condicionantes, en 2009 PROEMISA, S.L. da un salto cualitativo trasladándose a su ubicación actual, en el Polígono de Cotes B de Algemesí, donde su actividad se desarrolla en unas modernas instalaciones de 8.000 m².

En 2009 PROEMISA, S.L. inicia su andadura en el sector naval, diseñando y fabricando estructuras metálicas y maquinaria especial para Navantia, S.A.

En el año 2010 se consigue la certificación OSHAS 18001:2007, y en 2012 se implanta la Norma UNE-EN 15085, específica del sector ferroviario, que garantiza los requisitos de calidad y certificación de fabricantes por soldeo.”

En el año 2011, PROEMISA S.L. resulta adjudicataria de la oferta pública para renovar el sistema de control de y determinados elementos de fontanería de los bombes de los Lotes¹ A-3, A-4 y A-5, correspondientes a todas las playas de la provincia de Valencia.

En el año 2018, tras ganar el correspondiente concurso público, PROEMISA S.L. se adjudica el mantenimiento de los Lotes A-3, A-4 y A-5 durante ese mismo año 2018 y 2019.

2.2.2 Experiencia en mantenimiento.

PROEMISA S.L. cuenta con escasa experiencia en mantenimiento de instalaciones, a pesar de poseer acreditaciones que la habiliten para ello.

Dentro de la experiencia en mantenimiento de instalaciones de PROEMISA cabe destacar el mantenimiento de luminarias, concretamente de las fabricadas por la propia empresa. En lo referente a instalaciones de fontanería, la experiencia se reduce al mantenimiento correctivo, sustituyendo equipos que ya habían fallado.

Podemos concluir pues que es la primera vez que PROEMISA S.L. afronta el mantenimiento de unas instalaciones de esta naturaleza.

¹ En este caso, la definición de Lote se corresponde con la forma que se tiene desde el Generalitat Valenciana de agrupar administrativamente las playas y bombes. Cada Lote contiene 10 bombes y un número indeterminado de playas.

2.2 LOCALIZACIÓN Y DIMENSIONES

Desde 1995 PROEMISA S.L. cuenta con 2 localizaciones. La principal se encuentra en el polígono industrial Cotes B, perteneciente a la localidad de **Algemesí**. Se trasladó a esta localización en el año 2009. La nave dispone de unos 8.000 m², y se encuentra dividida en dos partes de similares proporciones, una dedicada a la **fabricación mecánica**, especialmente calderería y la otra dedicada al **montaje eléctrico** y robótico.

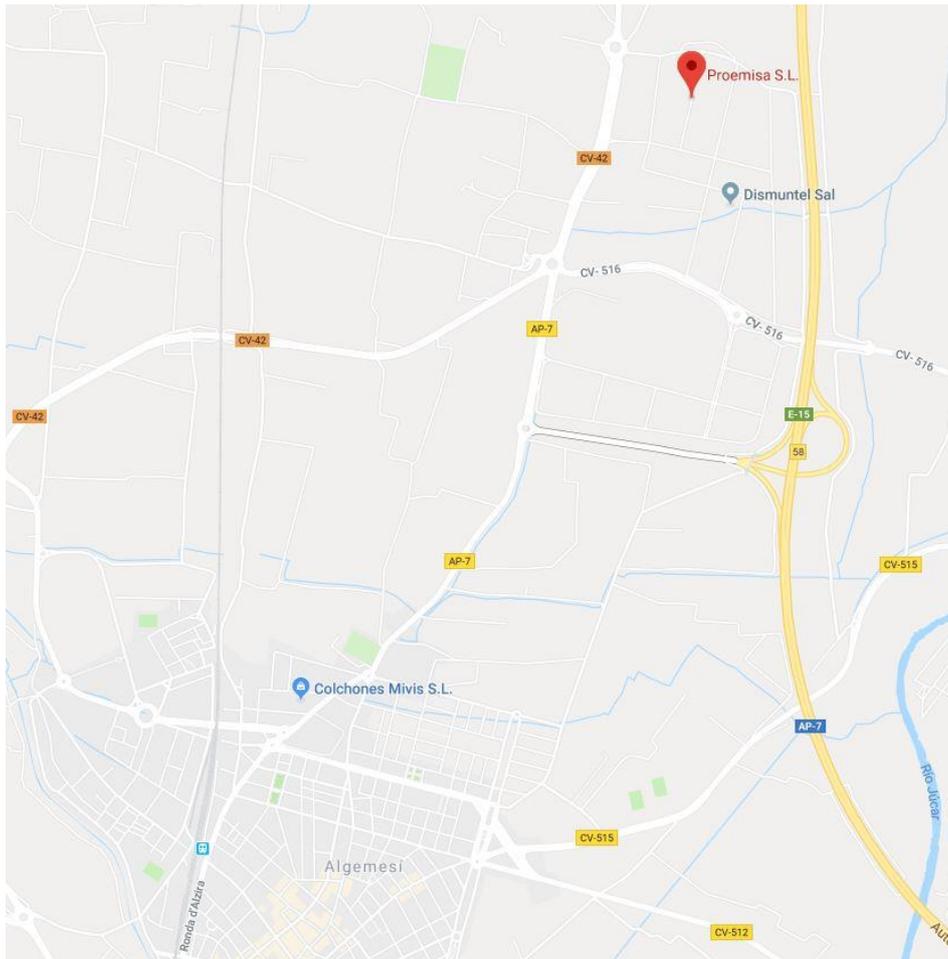


Ilustración 1

Integradas en la nave se encuentran las oficinas de todos los departamentos de la empresa, facilitando la comunicación e interacción entre las diferentes etapas de cada uno de los proyectos.

En estas mismas instalaciones se encuentra el aparcamiento para los vehículos exigidos por el contrato de mantenimiento con Turisme Comunitat Valenciana (anteriormente conocido como Agencia Valenciana de Turismo) y el almacén donde se guardan parte de los repuestos que más tarde se instalarán en las playas.

Anteriormente la empresa se encontraba localizada en el polgono industrial del Romaní, donde contaba con unas instalaciones mucho más modestas, de tan solo 2.200 m2. Ahora mismo esta nave se emplea como almacén y zona de pruebas que no sean posibles realizarlas en la nave principal. Por lo general la nave esta desprovista de personal y cerrada.



Ilustración 2

En aras de cumplir las condiciones del contrato adjudicado por Turisme Comunitat Valenciana (TCV) de las labores de mantenimiento de la empresa se vio en la obligación de disponer de una flota de seis furgonetas de uso prioritario para cada uno de los seis equipos. Estas furgonetas (Ford Turneo Connect) se guardan cada día tras la jornada laboral en el parking disponible en las instalaciones del polgono Cotes B.

3. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE SUMINISTRO

3.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE BOMBEO.

A continuación se describirán pormenorizadamente los elementos y componentes que forman la red de suministro, desde la obtención del agua hasta el suministro al usuario final. Se ha decidido **dividir el conjunto en dos sistemas**, por un lado el bombeo y por otro la red de tuberías y lavapiés. Esta división se empleará en las restantes clasificaciones del presente trabajo.

Para la enumeración de los elementos de sistema de abastecimiento de agua a los usuarios de lavapiés, se seguirá la división anteriormente mencionada. La ordenación de cada uno de los elementos vendrá determinada por la circulación del agua a través de los mismos.

Esquema hidráulico del pozo de bombeo:

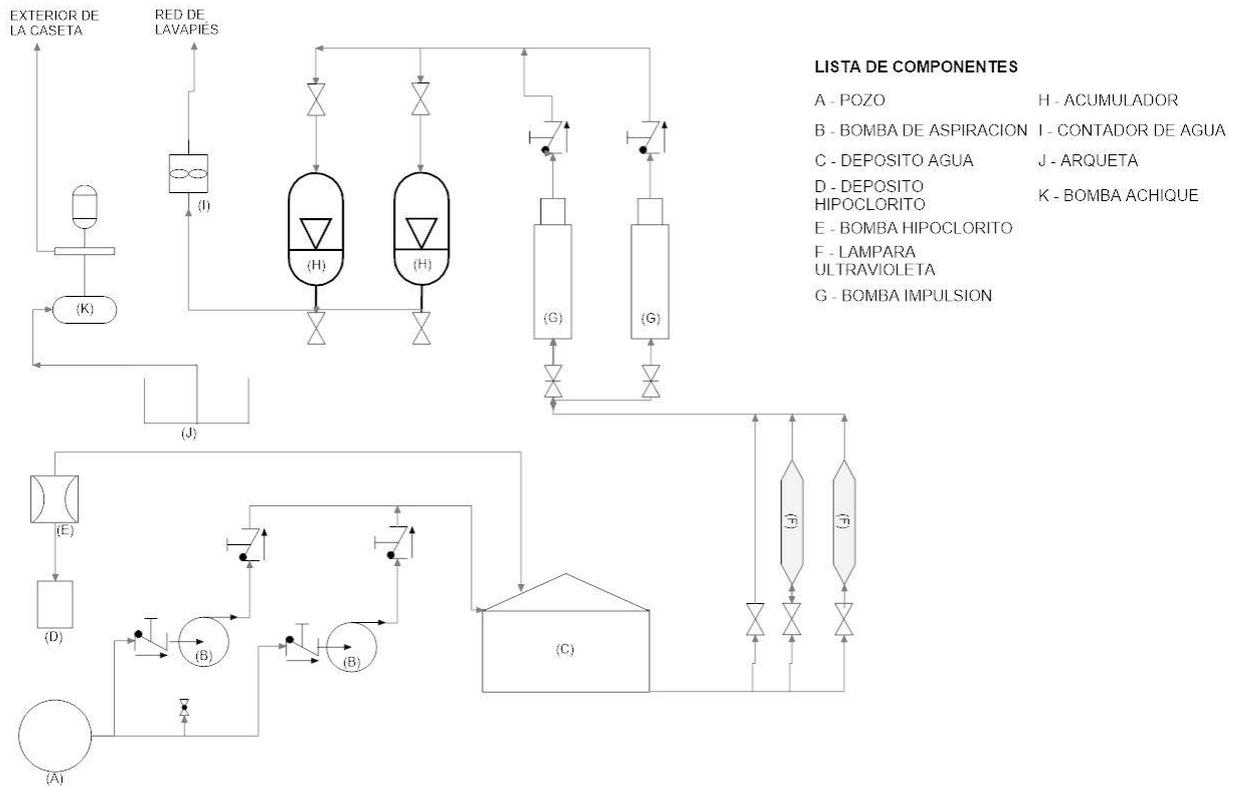


Ilustración 3

- **Pozo:** En primer lugar, para poder suministrar el agua a los lavapiés, es necesario obtenerla. Es por esto que todos los bombeos disponen de un **pozo directamente excavado en la playa**. Este pozo es inaccesible para el equipo de mantenimiento, siendo necesario el empleo de maquinaria pesada para poder realizar operaciones, por sencillas que estas sean.

El agua de los lavapiés no tiene por qué ser potable, a diferencia de la de las duchas. Empleando agua marina se ahorra gran cantidad de agua potabilizada, contribuyendo a la sostenibilidad y reduciendo el impacto de la actividad humana sobre el medio natural.

- **Cuadro Eléctrico:** Consiste en un armario en cuyo interior se encuentran instalados los elementos eléctricos y electrónicos necesarios para el correcto funcionamiento y control de la instalación, en este caso un bombeo de agua. Se accede mediante una llave para que los operarios puedan realizar las labores de mantenimiento necesarias.



Ilustración 4

Dentro del cuadro eléctrico encontramos los siguientes elementos:

- SAI
- PLC
- Protecciones eléctricas
- Pulsantería
- Conectores
- Contactores
- Transformador

- **Controlador Lógico Programable (PLC):** Dentro del cuadro eléctrico se encuentra el sistema de control de todo el sistema de bombeo. EL PLC **recibe información** de la mayoría de los elementos que actúan en el bombeo y **gestiona el funcionamiento** de cada uno de ellos.



Ilustración 5

- **Bombas de aspiración:** Cada uno de los bombes cuanta con **dos bombas** de aspiración. La disposición de las bombas es **en paralelo**. El **funcionamiento** de las bombas es **alternativo**, controladas por el PLC.

MODELLO	FASE	POTENZA NOMINALE		POTENZA ASSORBITA	PRESTAZIONI		BOCCHE	
		HP	kw	kw	Q (L/min)	H (m)	asp.	mand.
HG 80-2.2	Trifase	3	2.2	3.3	1000	17	3"	3"

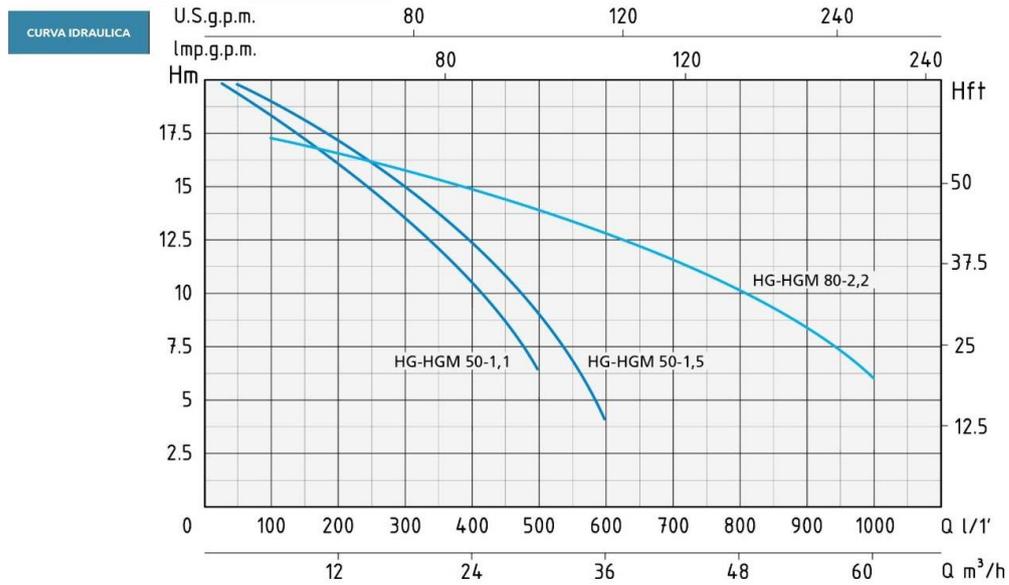


Ilustración 6



Ilustración 7

Las bombas que aparecen en la foto corresponden al modelo más habitual instalado en los bombeos de la Comunidad Valenciana. De marca “SPERONI” y modelo “HG 80 – 2.2” como se puede ver en el extracto del catálogo.

Las bombas son accionadas por **motores trifásicos** integrados en el cuerpo de la bomba, por lo que no necesitan de alineación ni otro tipo de ajuste al ser instalados. Consumen una potencia nominal de 2.2 kW.

Como se puede observar en la foto, las bombas funcionan en paralelo. De esta forma se consigue aumentar la fiabilidad según al siguiente formula:

$$(1 - R_t) = (1 - R_1) * (1 - R_2)$$

Al ser las dos bombas iguales: $(R_1 = R_2)$

Quedando la fórmula de esta manera:

$$R_t = 2 * R_1 * R_1^2 = 2 * (R_1)^2$$

- **Deposito:** Contenedor cilíndrico compuesto de **fibras plásticas**. Resulta fundamental para regular el funcionamiento de sistema de bombeo de agua. Cuenta con una tapa del mismo material la capacidad máxima de aproximadamente 2.5 metros cúbicos. Dentro del depósito hay **cuatro boyas del nivel** que alimentan de información al PLC que controla el funcionamiento del bombeo. Además, en el depósito se añade el hipoclorito que esteriliza el agua.



Ilustración 8

- **Boyas de nivel:** El sistema dispone de cuatro boyas que marcan el nivel del agua y alimentan con esta información al PLC para regular el funcionamiento de las bombas.



Ilustración 9

En esta foto se pueden ver las cuatro boyas, cada una de ellas informa al PLC del nivel en que se encuentra el depósito. Los **cuatro escenarios posibles** son: Muy lleno, Lleno, Bajo y Muy bajo. En función del número de boyas flotando el control electrónico del bombeo actuara de determinada manera con el fin de garantizar el suministro de agua. El deposito cuenta con una tubería de desagüe que envía agua a la arqueta destinada a albergar la bomba de achique.



Ilustración 10

- **Bomba de hipoclorito:** Suministra el hipoclorito al depósito con el fin de esterilizar el agua que se suministrará a los lavapiés. Esta bomba va pilotada por el PLC. **Absorbe el hipoclorito de un depósito situado debajo de este y lo introduce en el depósito principal.** La bomba es del tipo “dosificador de membrana”. El funcionamiento resulta muy simple y eficaz a la hora de suministrar cantidades reducidas de líquido. El movimiento de una membrana interna genera vacío, momento en el cual el fluido, en este caso hipoclorito, es absorbido. Mediante válvulas anti retorno se fuerza el movimiento del fluido. Con cada “bombeo” el fluido es absorbido e impulsado consiguiendo una dosificación adecuada en función del número de bombeos, los cuales son controlados por el PLC en función de la masa de agua que es bombeada hacia el depósito.



Ilustración 11

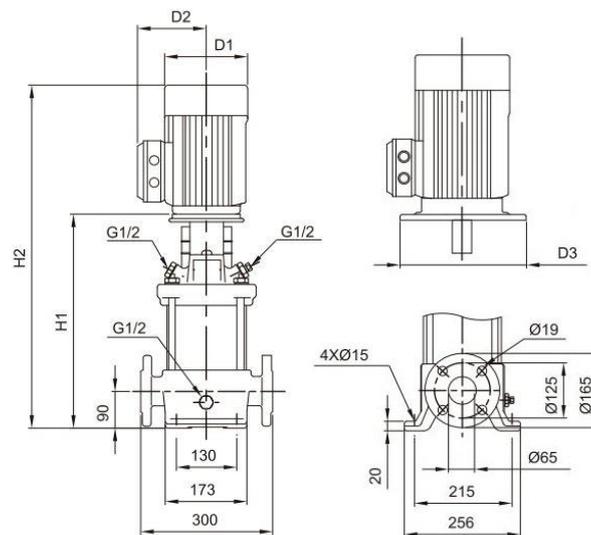
Modelo habitual de bomba de hipoclorito instalada en los bombeos de las playas de la Comunidad Valenciana. En este caso presenta una **rotura típica** en la rosca a la salida de la membrana hacia el depósito. El hipoclorito deteriora y rigidiza el plástico, provocando que al intentar cualquier operación de mantenimiento este se quiebre.

- **Dispositivos de desinfección ultravioleta:** tras la salida del agua del depósito, el agua pasa a través de dos tubos ultravioleta para eliminar las bacterias mediante la luz ultravioleta. En paralelo, hay instalado un bypass de mantenimiento para poder cortar el paso de agua por los dispositivos ultravioleta sin necesidad de cortar el suministro.



Ilustración 12

• **Bombas de impulsión:** El bombeo cuenta con dos bombas de impulsión con el objetivo de proporcionar presión a toda la línea de suministro de agua que recorre la playa hasta cada uno de los lavapiés. La configuración de las bombas de impulsión es similar a la de las bombas de aspiración. Una única tubería procedente del depósito, tras haber pasado a través de la desinfección ultravioleta, se divide, alimentando las dos bombas en paralelo. Al igual que ocurría con las bombas de aspiración, el funcionamiento de las bombas de aspiración es alterno para reducir el desgaste de las mismas y aumentar el MTBF del sistema de impulsión. La hoja de características de las bombas es la siguiente.



Tipo / Type	H1	H2	D1	D2	D3	Peso Kg.
XV-F 15-5	550	890	219	162	160	71,7

Tipo Type	Potencia		"A"		Caudal m ³ /h / Flow m ³ /h								Diámetro		
	HP	KW	III 230	III 400	0	6	10	12	14	16	18	20	22	ASP	IMP.
XV-F 15-5	5,5	4	16,8	9,7	68	67	64	62	58	55	51	46	40	DN 50	DN 50

Ilustración 13

Esta hoja de características corresponde al modelo "XV-F 15-5" de la marca "SACI", fabricadas en España. Este es el modelo instalado en la mayor parte de los bombeos de las playas de la Comunidad Valenciana, aunque conviven con bombas de otras marcas de iguales o muy similares características.

- **Acumulador hidroneumático y presostato:** En cada uno de los bombeos se encuentran instalados uno o dos calderines (acumuladores), contando un solo presostato. El objetivo de los calderines es mantener la presión de la línea de suministro a la vez que la de disminuir la carga de trabajo de las bombas de alta presión. Por otro lado, sirven de barrera contra los posibles golpes de ariete que pudieran llegar a las bombas.

La elección de colocar dos calderines en lugar de solo uno responde al volumen de agua que pueden estos mantener en su interior. En las playas con mucha demanda se **instalan dos acumuladores** funcionando como uno solo. De esta manera las bombas de alta presión son capaces de funcionar durante más tiempo de forma continuada y realizar menos arranques y paradas. De esta forma se **incrementa la fiabilidad del bombeo**.



500 AMR-Plus

FICHA TECNICA

	
Tipo	500-AMR-Plus
Presión Máxima	10 Bar
Temperatura Mínima/Máxima	-10+100 °C
Capacidad	500 Litros
Precarga	3 Bar
Dimensiones (ØDxH)	600x2065 mm
Conexión Agua (R)	1 1/2"
Peso	90 Kg.
Código	03500031
EAN	8435482300188

Ilustración 14

El presostato se encuentra instalado en uno de los dos calderines y mide la presi3n de toda la lnea de suministro. Resulta indiferente pues el lugar donde este se encuentre instalado. Su funci3n principal es la de informar al PLC de la cuando se tienen que encender las bombas de alta presi3n y de cuando se tienen que apagar. La regulaci3n se realizar directamente en el presostato, ya que este solo manda al PLC una seal de arranque o paro, no el valor real de la presi3n. Por lo general la presi3n m3xima (de parada) es fijada en 3.5 – 4 bar, mientras que la presi3n m3nima (de arranque) es de 1.5 bar.

Ficha tècnica del producto

Características

XMPA06B2131

pressure sensor XMP - 6 bar - G 1/4 female

Principal

Gama	OsiSense XM
Tipo de presostato	Sensores presi3n electromec3nico
Nombre del detector de presi3n	XMP
Pressure sensor size (**)	6 bar
Clip-en la etiqueta	G 1/4 (hembra) conforme a ISO 228
Fluido controlado	Aire (0...70 °C) Agua limpia (0...70 °C) Agua de mar (0...70 °C)



Ilustraci3n 15

- **Contador volumètrico de turbina tipo Woltman:** En ùltimo lugar, nos encontramos con un contador de agua como el que se puede encontrar en las instalaciones domèsticas. No se realiza ningùn tipo de mantenimiento a este elemento ni se le da ninguna utilidad particular, aunque ciertamente podr3a tener utilidad para controlar el gasto de agua en un tiempo determinado y compararlo con el gasto de hipoclorito o el desgaste de ciertos elementos del pozo de bombeo.



Ilustraci3n 16

3.2 ELEMENTOS DE LA RED DE SUMINISTRO DE AGUA.

- **Tuberías:** La distribución de agua desde la salida del bombeo se realiza por medio de una red de tuberías. El diámetro de la tubería depende del tamaño de la playa que se esté abasteciendo, aunque el diámetro más habitual en la red de distribución son 90 mm. El material de las tuberías es el polietileno. Este material cumple con todos los requerimientos necesarios para ser instalado en una playa. Resiste los rayos ultravioleta, por lo que si alguna zona estuviera al descubierto no se deterioraría. Es flexible, por lo que permite modificar la posición de los lavapiés sin complicaciones y soportar movimientos incontrolados de las piedras de los lavapiés, como los que pueden llegar a suceder en caso de temporal.

Por lo general, el bombeo suele encontrarse en el centro de la red de tuberías, o es su defecto en la zona sur de la playa. En estos casos podemos llegar a encontrarnos con tuberías de una longitud considerable. Las tuberías están enterradas en la arena sin ningún tipo de canalización ni señalización.

- **Uniones:** Las uniones principales los tres. Codos, reducciones y TEs. Las reducciones son del mismo material que las tuberías, polietileno. La el diámetro habitual de codos y TEs coincide con el de la red de las tuberías, 90 mm. También son comunes diámetros menores como 40 mm o 32 mm. Estos son los elementos donde se concentran la mayoría de fallos que sufre la red de distribución y los más costosos.



Ilustración 17

- **Piedra del lavapiés:** La piedra del lavapiés es un elemento fundamental, ya que sobre ella se sustenta el cuerpo del lavapiés y es la parte donde el usuario pisa. Estas dos funciones aunque simples tienen una serie de implicaciones importantes. En primer lugar la piedra debe tener un peso y tamaño adecuado para que no resulte sencillo moverla, ya sea por efecto de elementos naturales o por el vandalismo. En segundo lugar, la superficie de la piedra debe ser lo suficientemente rugosa como para que el usuario con el pie desnudo o calzado no resbale. Se debe tener en cuenta que es un elemento permanentemente húmedo. En tercer lugar la piedra debe encontrarse estéticamente en buen estado. Si se busca la excelencia en las playas esto incluye que todos los servicios ofrecidos en ellas tengan una buena imagen. En ciertas playas el agua ensucia sobremanera las piedras, lo que requiere un esfuerzo extra en cuanto a limpieza. La proliferación de distintos organismos también es un problema a erradicar, no solo a nivel estético sino de salud pública.



Ilustración 18

Efecto de un temporal en playa de Los Olivos (Sueca)

En esta foto se pueden ver perfectamente las tuberías que llegan hasta el lavapiés y los tubos de menor diámetro que alimentan las salidas de agua, incluyendo una llave de paso en la reducción.



Ilustraci3n 19

Piedra de lavapiés con el lavapiés desinstalado por obras.

- **Cuerpo del lavapiés:** Dependiendo del tiempo transcurrido desde la última renovaci3n de equipos podemos encontrarnos con diferentes modelos de lavapiés. Los m3s modernos fueron instalados en el aõo 2011. Este modelo en concreto [Ilustraci3n 18] fue fabricado e instalado por la empresa PROEMISA, adjudicataria actual del mantenimiento. La morfologìa b3sica del lavapiés es siempre la misma, esto es, **dos salidas de agua (difusores) y junto con cada una de las salidas un pulsador (fluxor)**. La forma del lavapiés es cilindra, evitando en lo posible aristas con el fin de proteger la integridad del usuario. El cuerpo del lavapiés est3 colocado en el centro de la piedra (descrita m3s arriba). A modo informativo diremos que la forma habitual de instalar los lavapiés es la de enfocar una salida hacia el mar y la otra a 180° mirando a tierra. Esto en la pr3ctica, al menos en la provincia de Valencia significa que todos los lavapiés miran en la direcci3n Este – Oeste. Pudiendo tratarse este de un dato trivial, no es descabellado estudiar la incidencia de la posici3n de fluxores y difusores en el fallo prematuro de estos.

- **Difusor:** El difusor es la pieza de **pl3stico** colocada en la salida de agua que permite una **dispersi3n adecuada del chorro**. Asì, el usuario puede eliminar la arena de forma m3s eficiente. Es un elemento bastante expuesto a agresiones externar, ya sea golpes, el sol, la arena, las altas temperaturas o la salinidad del agua. En las playas los difusores instalados son de pl3stico ABS por exigencia del contrato.



Ilustraci3n 20

Este material presenta unas buenas características mecánicas, aunque las amenazas que pueden provocar el fallo son demasiadas como para que este sea un factor determinante a la hora de calcular la fiabilidad del elemento.

- **Fluxor:** Nos encontramos ante el elemento más determinante del funcionamiento del lavapiés. **Es el encargado de regular el tiempo durante el agua es suministrada.** El fluxor permite la salida de agua cuando el usuario ejerce presión sobre este. Tras un tiempo determinado, el fluxor retorna a su posición inicial, cortando el paso de agua. Es un elemento exactamente igual al que encontramos en los urinarios de los baños públicos, por citar un ejemplo por todos conocido, solo que en esta ocasión se enfrenta a la salinidad, la arena y el vandalismo.



Ilustración 21

Como se ha descrito anteriormente, el fluxor dispone de un mecanismo. El principal modo de fallo es el quedarse atascado, y la causa del fallo es la arena. **La forma más común de atasco es quedarse pulsado**, permitiendo que el agua circule sin cesar. Debido a esto las bombas están en funcionamiento mucho más tiempo del necesario, con el consiguiente estrés para los componentes del bombeo. También existe la posibilidad de que se quede atascado en la posición cerrada, impidiendo el uso del lavapiés. **Otra de las averías típicas es el goteo**, que se produce cuando las gomas de interior se han desgastado de tal manera que no consiguen retener el agua. En los casos más extremos el agua sale constantemente. Por último, en caso de robo del fluxor, el lavapiés muta en una fuente, regando la arena sin cesar.



Ilustración 22

Pulsador goteando (modelo antiguo)

4. SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

4.1 ANTECEDENTES EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.

En este apartado se va a describir el mantenimiento que se le realiza en estos momentos a cada uno de los elementos del bombeo y de la red de suministro en la playa. Se van a describir y analizar los recursos técnicos con los que cuenta la empresa para realizar el mantenimiento y los recursos exigidos por la AVT, así como el modelo de mantenimiento elegido por la Generalitat Valenciana para las playas.

El modelo de mantenimiento actual se sustenta en tres pilares:

- **Turisme Comunitat Valenciana.** Esta institución dependiente de la Generalitat Valenciana, y por lo tanto, un organismo político. TCV impone las condiciones para el mantenimiento. Potencia de las bombas, determinadas marcas de componentes, material de ciertos componentes, los litros de hipoclorito sódico que hay que deben usarse durante la temporada².

A parte de las imposiciones a nivel técnico, al adjudicarse el contrato por concurso público, hay que ajustarse al presupuesto indicado en la licitación. Este factor limita en gran medida la toma de decisiones por parte de la empresa adjudicataria.

- **Gestoría de mantenimiento.** Consiste en un organismo independiente que ejerce de intermediario entre la institución política y la empresa ejecutora de las labores de mantenimiento. Es la encargada de recibir todos los informes rutinarios y demás papeleo administrativo producido por las labores de mantenimiento.

Ejerce un seguimiento semanal de las operaciones realizadas y se le tiene que notificar cualquier incidencia ocurrida.

- **Empresa ejecutora del mantenimiento.** En el caso que nos ocupa, PROEMISA es la encargada de ejecutar las labores de mantenimiento. Se dispone de equipamiento, personal, material y repuestos para subsanar en el menor tiempo posible cualquier incidencia que impida el uso de los lavapiés por parte de los usuarios o presente un peligro para la integridad del propio bombeo.

La empresa ejecutora carece de cualquier tipo de iniciativa propia para labores de mantenimiento que supongan un coste elevado o una intervención de calado. Cualquier decisión es consultada con la gestora y con Turisme Comunitat Valenciana.

² La temporada baja da comienzo el día 1 de Marzo, y finaliza el día 31 de Octubre. La temporada alta da comienzo el día 1 de Mayo y finaliza el día 30 de Septiembre

4.2 MODELO Y ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO.

El modelo actual consiste en adjudicaciones a empresas por periodos de 2 o 3 años mediante concurso público. El vencedor de dicho concurso será el que cumpla los aspectos técnicos requeridos con el menor presupuesto.

A pesar del aparente beneficio para las arcas públicas, esta gestión es del todo pernicioso tanto a nivel técnico como económico.

Por un lado los recursos son ínfimos, ya que la empresa vencedora del concurso ha rebajado el presupuesto a niveles donde el **margen de beneficio es prácticamente inexistente** y solo se cubren gastos. Las empresas para poder ganar dinero recurren a dejar de ofrecer servicios y a no cumplir las condiciones del contrato. Es decir, menos personal del requerido, menos repuestos, menos horas de trabajo, sobreexplotación de los empleados contratados, nula inversión en cualquier software que ayude a controlar las labores de mantenimiento, condiciones de trabajo precarias, los empleados no reciben la adecuada formación, y un largo etcétera.

Por otro lado, al tratarse de contratos que no van más allá de los tres años, las empresas adjudicatarias **no consideran la posibilidad de realizar algún tipo de mantenimiento preventivo**, ni la reserva de un espacio digno para el almacenado y clasificación de las piezas cambiadas, el almacenamiento del know-how resulta de poca utilidad y no recibe atención. Por parte de **la administración tampoco se dispone de ningún tipo de software** (GMAO) ni se comparte información con las nuevas empresas que resultan adjudicatarias del contrato. Cuando una nueva empresa resulta vencedora del concurso, empieza desde cero sin ningún tipo de conocimiento previo de las instalaciones que debe mantener.

La administración pública es la encargada de autorizar la sustitución de los elementos que suponen un desembolso económico sustancial. Así como un filtro de hipoclorito se sustituye sin más, con su correspondiente informe, una bomba de impulsión requiere de la autorización previa de TCV. **Esto impide**, en la práctica, cualquier iniciativa por parte del ingeniero que coordina las labores de mantenimiento **realizar un plan coherente de mantenimiento** donde se puedan realizar inversiones en mantenimiento preventivo y predictivo.

4.2.1 Mantenimiento correctivo.

Supone la tipología de mantenimiento más común en el modelo actual, por los motivos alegados más arriba. Todos los elementos del bombeo o la instalación de lavapiés son susceptibles de fallar de forma inesperada y por lo tanto de necesitar una sustitución o reparación no programada.

La lista de elementos que reciben un mantenimiento exclusivamente correctivo es la siguiente:

- Cuadro eléctrico y todos sus componentes incluido el PLC
- Bombas de aspiración
- Bomba de hipoclorito
- Depósito
- Boyas
- Lámparas ultravioleta
- Bombas de impulsión
- Presostato
- Válvulas
- Cuerpo del lavapiés

Como se puede comprobar, el modelo actual de mantenimiento tiene un componente correctivo cercano al 100%. Al prescindirse del mantenimiento preventivo, se incurre en un aumento de los gastos y en un desgaste prematuro de la instalación en general.

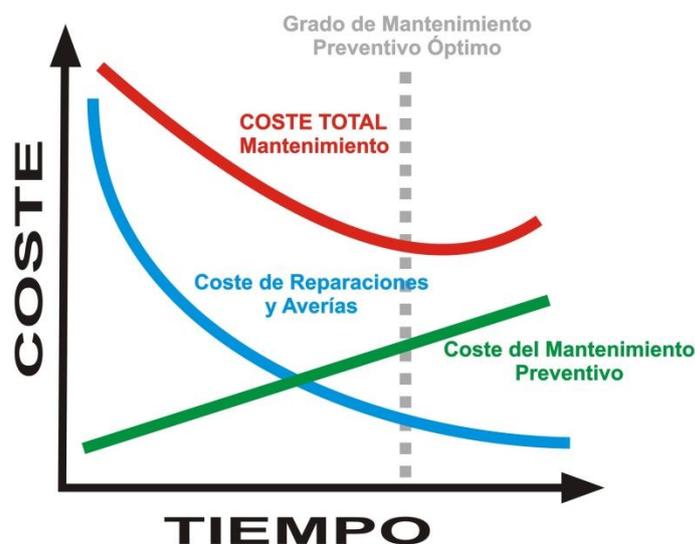


Ilustración 23

A modo de ejemplo, se podría exponer el caso de dos bombas en paralelo que trabajan de forma alterna, como ya se describió en el punto anterior. En determinado momento de la temporada una de las dos falla. En lugar de ser reparada, se deja la otra bomba funcionando continuamente, recibiendo toda la carga de trabajo. Tras un determinado periodo de tiempo esta segunda también falla al haber sido forzada a trabajar de una forma para la que no fue diseñada. La playa queda sin servicio.

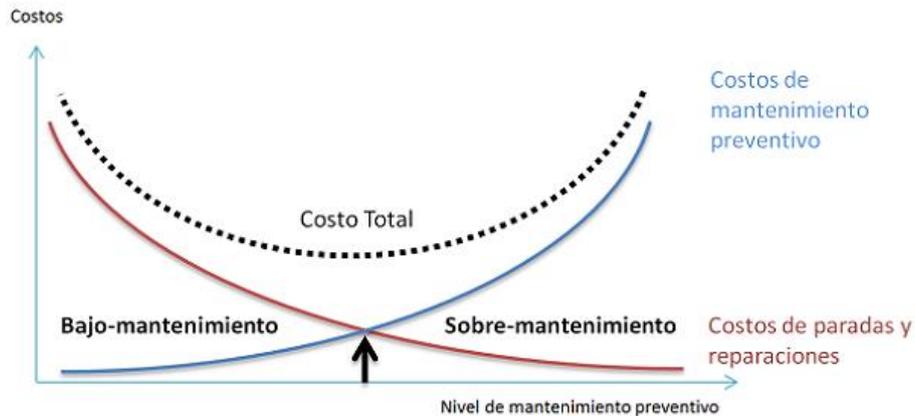


Ilustración 24

Según esta grafica el submantenimiento es el escenario donde el coste es mayor.

En este caso no cabe entrar en consideraciones económicas del tipo pérdidas por paro de la producción, aunque si resulta perjudicial para la imagen de las instituciones públicas y para nuestra comunidad autónoma, ya que el turismo es uno de los principales motores económicos.

4.2.2 Mantenimiento preventivo.

Como se ha comentado anteriormente el mantenimiento preventivo es completamente residual. Aun así **existen determinado elementos a los cuales se les aplica** aunque sea de manera esporádica.

La lista de elementos que reciben un mantenimiento preventivo:

- Acumulador hidroneumático
- Fluxores
- Difusores

En el caso de los acumuladores la explicación por la que pueden ser sustituidos antes del fallo es la posibilidad de explosión, que, aunque remota, existe. Una fuga en un acumulador puede llegar a causar daños graves en la instalación si la boya de emergencia fallara, situación que ha ocurrido en varias ocasiones.

Por otro lado, al principio de la temporada alta se tiene la orden desde TCV de sustituir todos los fluxores y difusores que sean posibles, ya que la cantidad de estos componentes financiada por la Generalitat viene definida en el contrato.

4.2.3 Mantenimiento predictivo.

Actualmente **no se realiza ningún tipo de mantenimiento predictivo** en los bombeos ni en las instalaciones. Por parte de la Generalitat Valenciana no se proporcionan los medios ni la infraestructura necesarias para este fin.

Las diferentes empresas adjudicatarias, por los motivos descritos anteriormente tampoco realizan ningún tipo de mantenimiento preventivo. La adquisición de equipos resulta costosa y por tanto no rentable.

En el interior de los bombeos se dispone de una antena móvil con la que transmitir datos a través de internet. En ninguno de los bombeos que he visitado personalmente esta antena dispone de la tarjeta móvil necesaria para poder funcionar y en la mayoría esta antena está rota o solo queda el cable. Este dispositivo podría ser de gran utilidad para monitorizar en continuo el estado del bombeo, aunque solamente se tratara de ciertos parámetros clave como tiempo de funcionamiento de las bombas, presión de los acumuladores, nivel del depósito o funcionamiento de la bomba de achique. Se podría incluso transmitir imágenes en tiempo real del interior de la instalación.



Ilustración 26

Por las particulares características que tiene el mantenimiento de los bombeos (100 km de costa y más de 30 municipios) resulta inviable almacenar todo el material fuera de la empresa. Por este motivo se **asignó una estantería exclusiva para el almacenamiento** de la mayoría de los repuestos. De esta forma se evita el desplazamiento desde Algemés hasta Paterna, lo que supone un viaje de 45 km.

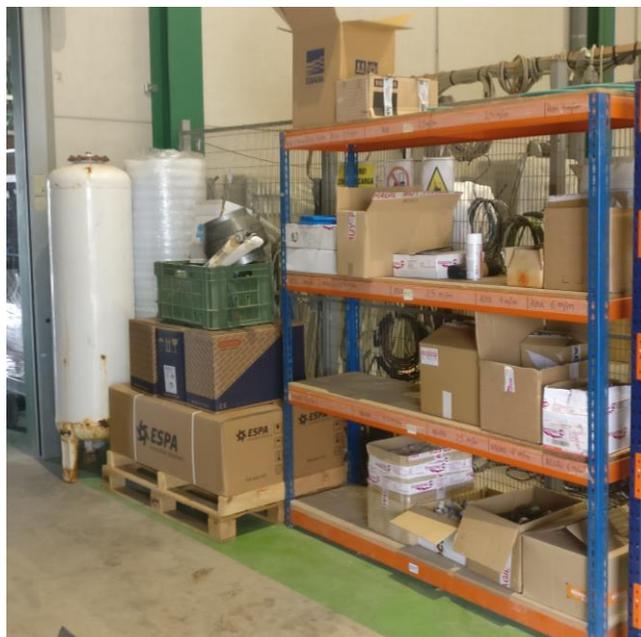


Ilustración 27

En el almacén ubicado en PROEMISA también se guardan los componentes sustituidos. Una vez finaliza la temporada es de obligado cumplimiento la devolución de este material ya que es propiedad de la Generalitat Valenciana.

4.3.2 Gestión de stock

El control del stock se realiza mediante una tabla Excel. A cada una de las filas le corresponde un componente. La distribución de las columnas es la siguiente:

- Material nuevo en almacén.
- Material nuevo en tránsito.
- Material instalado.
- Material sustituido (para devolver).

La suma de las tres primeras columnas tiene que ser igual a la cantidad comprada de determinado componente. El material instalado tiene que ser igual al material sustituido.

En la práctica, según mi experiencia particular, **llevar un control exhaustivo del consumo de los materiales más habituales no resulta una tarea sencilla.** En multitud de ocasiones los operarios realizan sustituciones sin comunicarlo, o no devuelven al almacén los elementos sustituidos. Esto genera desajustes constantes en el registro. Los casos más extremos son los de los fluxores y los litros de hipoclorito. Al caso del hipoclorito se añade el hecho de haber confusiones recurrentes entre litros y kilos.

Materiales más importantes, cuyo coste es mucho más grande y la frecuencia de sus sustituciones baja son sencillos de rastrear.

En último lugar encontramos el pequeño material, del cual no se tiene stock. Cuando es urgente su instalación es el propio operario el que se encarga de comprarlo en algún negocio local con el objetivo de agilizar lo máximo posible las reparaciones. En estos casos la gestión del stock se basaba en añadir a la tabla Excel el material utilizado una vez la factura o albarán llegaba a la empresa.

4.4 RECURSOS HUMANOS

4.4.1 Personal

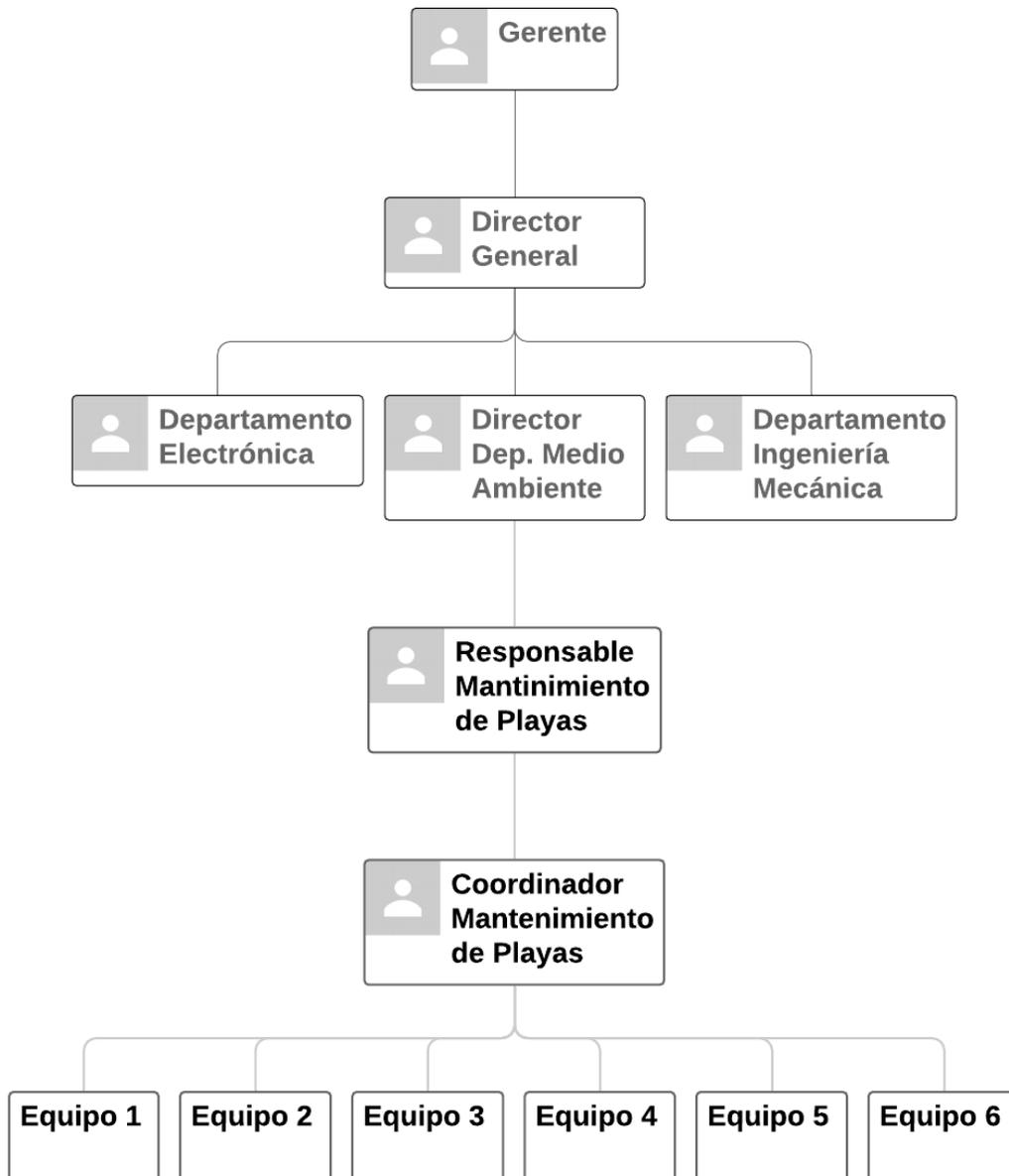
El mantenimiento de los bombeos e instalaciones de lavapiés se divide en tres zonas para la provincia de Valencia, según el caso objeto de estudio. Cada una de estas zonas se denomina de esta forma:

- Lote A-3
- Lote A-4
- Lote A-5.

Para cada uno de los lotes el hay asignados dos equipos de mantenimiento, compuestos cada uno por dos operarios y un vehículo, además de las herramientas necesarias para poder realizar las labores habituales de mantenimiento. Esto hace un total de 12 operarios. Con el fin de organizar y coordinar las labores de mantenimiento además de gestionar la documentación generada e informar a los estamentos pertinentes, está la figura del coordinador, cargo ocupado por el redactor del presente trabajo. En el último escalón dentro del organigrama de la empresa en lo tocante al mantenimiento se encuentra un miembro de la dirección de la empresa. Sus funciones incluyen el contacto directo con TCV, así como la búsqueda de proveedores y negociación de precios.

4.4.2 Organigrama de la empresa

Organigrama de la empresa (rama de mantenimiento):



5. ANÁLISIS DAFO

5.1 INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de realizar un plan de mantenimiento para las playas de la provincia de Valencia se va a realizar un análisis DAFO. A través del estudio de las condiciones de la empresa se pretende hallar como mejorar el modo en el que se ejecuta y planifica el mantenimiento.

El análisis DAFO se centra por un lado en los condicionantes exteriores los sobre los que la empresa no tiene control a priori (Oportunidades y Amenazas) y por otro lado en el estado de la empresa (Fortalezas y Debilidades), factores sobre los que la empresa si tiene control y posibilidad de aprovechar o modificar.

Conocer la situación de la que parte la empresa resulta fundamental para establecer un objetivo alcanzable y trazar un plan con el que sea posible su consecución.

A pesar de los esfuerzos por ajustarse a condiciones reales, **este análisis DAFO tendrá en cuenta todas las posibilidades** que puedan darse, dejando a un lado restricciones de carácter político y **centrándose en los aspectos técnicos**. Se busca de esta forma desarrollar un plan de mantenimiento que maximice parámetros como puedan ser la disponibilidad y fiabilidad de los activos, siendo por otro lado lo más económicamente sostenible posible.

5.2 FACTORES INTERNOS

◆ Debilidades:

- Carencia de experiencia previa en mantenimiento.
- Personal fácilmente desmotivado para realizar correctamente sus labores.
- **Controlar la labor del operario requiere de gran cantidad de recursos.**
- **Personal sin experiencia y/o interés por realizar su labor.**
- El favoritismo está muy implantado en la empresa.
- No existe una recepción centralizada de las incidencias ni registro reglado de estas.
- **No existe un sistema para gestionar OT's.**
- La estructura organizativa de la empresa poco definida, así como la comunicación con los demás agentes intervinientes en el mantenimiento.
- **Presupuesto limitado por el concurso público.**

◆ Fortalezas:

- **Gran conocimiento técnico de las instalaciones.**
- **Flota de vehículos propia y suficiente. Posibilidad de aumentarla.**
- Empresa con recursos propios con los que afrontar gastos imprevistos.
- **Capital humano competente y cualificado.**
- Facilidad de contratación y despido.
- Capacidad de aprovisionamiento de pequeño material *in situ* por parte de los operarios, a través de proveedores locales.
- Posibilidad de formar a los empleados en la empresa.

5.3 FACTORES EXTERNOS

◆ Amenazas:

- **Gran extensión de terreno susceptible de ser controlado (150 km).**
- **Coste de los materiales.**
- **Desconocimiento y carencia de relación con proveedores.**
- Contratos (adjudicaciones) de corta duración.
- Inestabilidad política.
- Necesidad de tratar con múltiples ayuntamientos e instituciones públicas con intereses y requerimientos particulares.
- **Notificación de incidencias provenientes de múltiples fuentes: Policía Local, Policía nacional, concejales de ayuntamientos, técnicos de medio ambiente, etc.**
- Compra de pequeño material ya incluida en contrato, corre a cargo de la empresa.
- Imposibilidad de aumentar el presupuesto.
- Alcance de las labores de mantenimiento poco definido.
- **La toma de decisiones de relevancia se produce por parte de terceros.**
- El aprovisionamiento es controlado por TCV.

◆ Oportunidades:

- **Realizar mantenimiento es indispensable.**
- Ciclo económico alcista.
- **Auge del turismo en la Comunidad Valenciana, uno de sus principales motores económicos.**
- La sostenibilidad es un aspecto cada vez más importante, siendo el mantenimiento una parte capital.
- La estacionalidad del mantenimiento favorece la capacidad de organización.
- Posibilidad de conseguir un contrato de larga duración.
- Abaratamiento de las técnicas de mantenimiento.
- Posibilidad de contar con especialistas en mantenimiento.

Como se puede comprobar, los factores externos superan en mucho a los internos. La principal consecuencia de este hecho es la dificultad a la hora de tomar decisiones que vayan a afectar de manera significativa el desempeño de la empresa a la hora de ejecutar las labores establecidas en el contrato.

Por otro lado, los factores negativos (Debilidades y Amenazas) **revisten mucha más importancia que los positivos**. La posición de la empresa es de gran debilidad. Si tenemos en cuenta estos hechos la realización de un plan de mantenimiento resulta sin duda una tarea complicada. Teniendo en cuenta únicamente factores internos el margen de mejora no es excesivamente amplio. Los factores externos suponen un condicionante excepcional, dadas las particulares características de este tipo de contratos públicos.

Para realizar un nuevo plan de mantenimiento, **el camino más adecuado es centrarse en aprovechar las Fortalezas y mitigar las Debilidades**. El principal escollo que enfrentamos es la escasez de Fortalezas, y la poca importancia que éstas tienen a la hora de poder mejorar la gestión del mantenimiento. Por otro lado las Debilidades son fácilmente subsanables a través de la inversión de capital, aunque esta conllevaría un gran desembolso. Una mejor organización a través de un software de gestión del mantenimiento supondría un cambio importante, facilitando en gran medida la labor de los empleados encargados de las incidencias y el reparto de las labores de mantenimiento.

Por estos motivos creemos que la base para sobre la que vertebrar toda una nueva mentalidad con la que **gestionar el mantenimiento debería tener dos puntos fundamentales**. En primer lugar un cambio profundo en las relaciones de la empresa adjudicataria y la administración pública, hecho que por desgracia escapa totalmente a nuestro control. En segundo lugar y centrado en el mantenimiento sería la adquisición e implantación de un sistema GMAO. Además tendría que sumarse a estos dos pilares básicos una voluntad conjunta por parte de todos los implicados de, realmente, implementar el nuevo plan de mantenimiento.

A pesar de considerar la mejora de las Debilidades como un factor fundamental a la hora de crear un nuevo plan de mantenimiento, no subsana el principal problema, la raíz de todos los demás problemas. **La administración pública no tiene en cuenta otra posibilidad que no sea la del mantenimiento correctivo** durante los periodos de temporada alta o baja. Además como ya se enuncio en anteriores apartados los contratos son de una duración escasa, entre dos y tres años. Estos dos hechos quedan totalmente fuera de control de cualquier empresa vencedora del concurso público de mantenimiento.

Dados los condicionantes anteriormente expuestos, y con el objetivo de realizar un plan de mantenimiento extenso y profundo, explorando todas las posibilidades que ofrecen las instalaciones se ha decidido modificar ciertas condiciones de contorno. De esta forma la posibilidad de implantar mantenimiento preventivo y sobre todo predictivo se vuelve una realidad. El nuevo plan deberá ser un escenario ideal sobre el cual apoyarse a la hora de ejecutar el mantenimiento en un escenario real con todos los condicionantes.

6. PLAN INTEGRAL DEL MANTENIMIENTO

6.1 INTRODUCCIÓN

La necesidad de redactar un plan integral de mantenimiento es imperativa. Con el modelo actual las actuaciones son lentas, se producen multitud de fallos evitables y la calidad del servicio resulta muy deficiente en determinadas situaciones. La consecuencia de todo este descontrol deriva un rendimiento escaso de la inversión realizada.

A través de la creación de **un plan de mantenimiento** que racionalice los recursos y optimice los esfuerzos se **conseguirá un rendimiento muy superior de la inversión** realizada, consiguiendo ofrecer al usuario y al turista un servicio de **mayor calidad y seguridad**.

Como base para la implantación eficiente del nuevo modelo de mantenimiento resulta de gran ayuda la adquisición de un sistema de Gestión del Mantenimiento por Ordenador (GMAO). Dado el gran número de activos presentes considerando el conjunto de todos los bombeos y redes de distribución de la provincia de Valencia, sin un sistema computarizado deviene harto complicado gestionar de forma eficiente las incidencias y acciones preventivas o predictivas que se tengan que efectuar.

Otro punto fundamental para conseguir un mantenimiento de calidad consiste en la **contratación de un número de trabajadores necesario**, estipulado en el contrato con la administración pública. El gran número de playas y kilómetros obliga a tener dos patrullas por Lote, una actuando en horario de mañana y la segunda en horario de tarde. De esta forma se asegura una rápida intervención en caso de un sufrirse una incidencia de gravedad y que todas las operaciones de mantenimiento preventivo se efectúan en tiempo y forma. Por otro lado y no menos importante se respetan los derechos del trabajador.

El horario para la atención de será de 7:00 de la mañana a 21:00 de la noche durante toda la temporada. El horario de los equipos de mantenimiento estará partido en dos turnos como se enuncia más arriba, teniendo un horario para el turno de mañana que ira de las 7:00 de la mañana a las 14:00 y para el turno de tarde de 14:00 a las 21:00.

A su vez, **los equipos de mantenimiento deberán estar equipados con una tablet** sincronizada con el sistema GMAO. De esta forma los operarios podrán notificar las actuaciones online, gestionar las órdenes de trabajo de forma sencilla evitando papeleo, compartir las fotografías con los responsables de la empresa.

6.2 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR

A día de hoy, la forma más eficiente y rentable de gestionar una gran cantidad de activos a mantener pasa por usar un software específico de gestión de mantenimiento.

A través del empleo del GMAO se debe conseguir vertebrar todo el mantenimiento de los bombeos en especial, y la red de suministro, poniendo hincapié en los fluxores y difusores, por ser los activos que más mantenimiento reciben.

El GMAO gestiona todos los activos, el plan de mantenimiento preventivo en conjunción con las operaciones de correctivo. Gestiona la monitorización de los bombeos, pudiendo de esta forma **localizar fallos de forma prematura**. Además permite la gestión a través de la red de las órdenes de trabajo por medio de tabletas. La implantación de tabletas conlleva múltiples avances a la hora de agilizar todos los trámites burocráticos y de gestión de la información. A parte de la ya mencionada gestión de órdenes de trabajo, las tabletas permiten desde un solo dispositivo la geolocalización de los operarios, el control de las horas de trabajo, la verificación de que realmente se realizan los trabajos y el control de los mismos gracias a poder enviar fotos. **Las fotos son de gran utilidad** para evaluar por parte de la empresa y/o la administración pública si una reparación debe realizarse o no, o que tipo de intervención se requiere. Por supuesto las fichas de inspección y de operaciones de mantenimiento preventivo se cumplimentarían directamente en la tableta, reduciendo el papeleo enormemente y consiguiendo una inmediatez muy conveniente.

Actualmente el control es escaso y se realiza a través de móviles de empresa. La geolocalización en muchas ocasiones es desactivada por el empleado sin tener posibilidad de activarla en remoto. El papeleo, que incluye los partes de inspección se recibe una vez a la semana, lo cual ralentiza todos los demás procesos y acumulando el trabajo, repercutiendo negativamente en la gestión global del mantenimiento. Por otro lado nos encontramos la gran cantidad de activos, lo cual no facilita en absoluto una gestión concienzuda de los mismos al tener que hacerse todos los procesos a mano sin ningún tipo de automatización.

Un sistema de gestión del mantenimiento asistido por ordenador nos abriría la posibilidad de hacer uso de una herramienta que hasta ahora se ha obviado por completo. Cada uno de los bombeos tiene instalado un modem con una antena para transmitir datos vía internet. Entendemos que con unas sencillas modificaciones en el cuadro eléctrico **se podría acceder con facilidad a los datos gestionados por el PLC**. De esta forma se almacenarían los datos de horas de funcionamiento de las bombas, luces ultravioleta, presión en el interior de los acumuladores o incluso nivel de cloro en el depósito. Estos datos adecuadamente gestionados e interpretados nos pueden advertir de problemas futuros o de problemas ocultos que existan en la red de distribución como por ejemplo fugas que provocan un funcionamiento anormal de las bombas de impulsión, o una inundación en el interior de un bombeo (hecho que ha sucedido en más de una ocasión).

En resumen, la implantación de un GMAO debería ser la columna vertebral sobre la que asentar el resto de mejoras. La reforma de la gestión del mantenimiento del suministro de agua en las playas es ambiciosa y como tal requiere de automatización para poder llevarlo a cabo.

6.3 GESTIÓN DE STOCKS – ALMACÉN

Integrado en el sistema GMAO aunque en un módulo separado, sería muy recomendable añadir un gestor de Almacén. **Hasta ahora el control del stock se ha llevado a través de una hoja de Excel** como todo el resto de actividades de control. Esto hecho derivó en múltiples confusiones, despistes, extravíos y pérdidas de material. La intención es corregir todo esto gestionando el stock, el almacén, las compras y las devoluciones con ayuda de software especializado.

Controlar el stock y el material utilizado resulta de gran importancia, no solo a nivel interno de la propia empresa. En última instancia la obligación de la administración pública es la de verificar que se han cumplido las condiciones del contrato, hecho que conlleva la verificación de que se han sustituido todos los componentes requeridos. Esto se realiza a través del cálculo de las unidades sustituidas. El inspector simplemente atestigua la cantidad de materiales sustituidos y este número debe coincidir con el que teóricamente ha sido sustituido en las diferentes instalaciones.

Esta tarea que a priori no reviste gran dificultad puede resultar caótica cuando incluimos en la ecuación a los 30 bombeos, 150 km de playa, más de 600 lavapiés, 6 equipos y 12 operarios. Por todo esto es fundamental llevar el control de la logística inversa y un almacén adecuado. Actualmente, como se describió en un apartado anterior, el almacén consiste en una estantería donde convive material nuevo con material sustituido, sin distinción de Lotes. Esta situación resulta del todo insostenible si se pretende llevar mejorar la eficiencia del mantenimiento. Es imperativo mejorar este aspecto.

Los aspectos anteriormente mencionados tendrán que estar incorporados en el sistema GMAO, el cual debería controlar con un módulo de almacén. Entendemos que es el único modo viable de gestionarse de forma eficiente y con garantías.

En cuanto a la inversión que supondría la implantación de un GMAO, en el caso de LINX[®], partiríamos de unos 12.000 €. Esta sería una de las opciones más económicas dentro de las que se ajustan a las necesidades de la empresa. Podríamos decir que esta inversión sería la mínima para comenzar a implantar las mejoras. Ahora bien, la elección de un software requiere de un estudio largo y detallado, buscando la mejor relación entre el coste y las utilidades que ofrece.

6.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Por todos es sabido el hecho de que siempre van a ocurrir imprevistos. Tomando esto en consideración, sería una irresponsabilidad no tener en cuenta el mantenimiento correctivo en un plan de mantenimiento.

Hasta este momento, el único tipo de mantenimiento que se aplicaba a los bombeos y redes de distribución era el correctivo. Como única excepción encontramos la sustitución de los fluxores y difusores de los lavapiés, los cuales fallan con asiduidad, se rompen con facilidad y quedan inutilizados tras todo el invierno sin entrar en funcionamiento en muchos de los casos. En lo tocante al bombeo, donde se impulsa el agua no se realiza ningún tipo de tarea preventiva. **Al comienzo de la temporada baja (Marzo) se realiza una inspección general** en la que se sustituyen los elementos que no se encuentran en buen estado previa autorización de la administración pública. Incluso esta actividad quedaría englobada dentro del concepto de mantenimiento correctivo.

A pesar de imperante necesidad de un cambio en la forma en que se plantea el mantenimiento, la idea de intentar encajar cada uno de los activos dentro de un plan de mantenimiento preventivo o predictivo resultaría contraproducente, tanto a nivel de esfuerzo económico como humano. Por este motivo, ciertos elementos que no revisten importancia para el correcto funcionamiento del bombeo, tienen un acceso muy costoso o resulta excesivamente difícil su monitorización quedaran relegados a un mantenimiento exclusivamente correctivo.

Listado:

- Pozo
- Bombilla interior bombeo
- Tapa del depósito
- Limpieza del suelo del bombeo
- Conexiones red de distribución (TE, codos)
- Cerradura cuadro eléctrico
- Base metálica de las bombas

Se ha procurado reducir la lista al máximo. La intención es que el mantenimiento preventivo y predictivo tengan el mayor protagonismo, explotando las capacidades del sistema GMAO y así amortizar la inversión.

6.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Como se ha descrito en el apartado anterior, el mantenimiento debe cambiar por completo el modelo empleado actualmente. Por este motivo se ha buscado crear un plan de mantenimiento preventivo lo más amplio posible, incluyendo en este la máxima cantidad de activos posibles. Se ha clasificado el mantenimiento en Sistemas, subsistemas y activos, dotando de codificación a cada actividad de mantenimiento a realizar sobre un determinado activo.

El plan mantenimiento preventivo ha sido desarrollado en detalle a través de **dos tablas**. Una de ellas con los **periodos** de sustitución e inspección y otra describiendo las **instrucciones** de como deberán de realizarse dichas actividades.

6.6 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

La inversión en mantenimiento predictivo es con diferencia la de mayor entidad, dependiendo de la aplicación, mayor incluso que la que puede suponer un sistema GMAO. Por este hecho se ha optado por reducir empleo del mantenimiento predictivo únicamente a aquellos activos que representen una gran inversión económica. En concreto se aplicara a los motores de las bombas, tanto de aspiración como de impulsión.

Con el objetivo obtener **la máxima rentabilidad** con una inversión mínima, se ha decidido realizar el **mantenimiento predictivo por medio de termografía**. Esta técnica es muy versátil. Se pueden encontrar equipos profesionales por debajo de los 500 € integrables en el *smartphone* o la tableta. Los resultados suelen ser muy reveladores, siendo muy alta la capacidad para detectar problemas prematuramente. Simplemente con detectar y evitar un fallo grave en un solo motor se rentabilizaría la inversión.

Otra ventaja de la termografía es la posibilidad de usarse en otros ámbitos que no sean los motores. En el caso concreto de los bombeos se podrían emplear en el cuadro eléctrico en busca de temperaturas anormalmente altas que anuncien malas conexiones o daños internos en determinados elementos.

En la siguiente tabla se resume el plan de mantenimiento preventivo, asignando a cada operación un periodo.

Ver tabla en la siguiente página.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO – PREDICTIVO

Sistema	Subsistema	Activo	Operación	Cod. Operac´	Sem.	Mens.	Anual	3 años	6 años
Bombeo	Cuadro eléctrico	SAI	Comprobar correcto funcionamiento	B101	-	-	i	-	S
		PLC	Verificar programación	B102	-	-	i	-	-
			Verificar batería	B103	-	-	i	S	-
		Botoneras	Comprobar estado y correcto funcionamiento	B104	-	-	i	-	-
		Guardamotores	Ajustar y comprobar correcto funcionamiento	B105	-	i	-	S	-
		Arrancadores	Comprobar correcto funcionamiento	B106	-	i	-	-	-
	Boya emergencia	Comprobar correcto funcionamiento	B107	-	i	-	-	-	S
	Aspiración	Válvulas	Limpiar y sustituir juntas	B201	-	-	i	-	-
			Sustituir válvulas	B202	-	-	-	-	S
		Bombas	Inspeccionar estado motores	B203	-	-	i	-	S
	Clorado	Deposito	Rellenar	B301	i	-	-	-	-
			Sustituir	B302	-	-	-	-	-
		Filtro deposito	Sustituir	B303	-	i	S	-	-
		Bomba	Comprobar correcto funcionamiento	B304	-	i	-	S	-
	Almacén	Boyas	Verificar posición y funcionamiento	B401	i	-	i	S	-
		Limpieza deposito	Eliminar suciedad y arena del fondo	B402	-	i	-	-	-
		Desagüe deposito	Comprobar capacidad de desaguado	B403	-	i	-	-	-
	Desinfecc´	Lámparas	Verificar funcionamiento	B501	-	i	-	S	-
		Reactancias	Verificar funcionamiento	B502	-	-	-	I	

Impulsión	Bombas	Inspeccionar estado motores	B601	-	-	i	-	S
		Comprobar estado bombas (suciedad, cavitación, presión)	B602	-	i	-	-	-
	Válvulas	Inspeccionar y limpiar	B603	-	i	-	-	S
Regulación	Calderines	Estado general, oxidación	B701	-	-	-	-	S
		Rellenar de aire	B702	-	-	i	-	-
	Presostato	Regular presiones máxima y mínima	B703	i	-	i	-	S
	Contador	Estado general, oxidación / Verificar funcionamiento	B704	-	i	-	-	-
Achique	Bomba	Comprobar funcionamiento	B801	-	i	i	-	S
	Boya	Comprobar que se activa cuando la cubeta está llena	B802	-	-	i	-	S

Sistema	Subsistema	Activo	Operación	Cod. Operación	Sem.	Mens.	Anual	3 años	6 años
Red de distribuc ^í	Red de Tuberías	Enterramiento de tuberías	Verificar que todos los tramos están enterrados	R101	-	-	i	-	-
		Fugas en la red	Verificar que no existen fugas. TEs y codos son susceptibles de rotura siguiendo una distribución exponencial	R102	-	-	i	-	S
	Lavapiés	Piedra	Limpiar	R201	-	-	i	-	-
		Pintura	Restaurar	R202	-	-	i	S	-
		Fluxores	Sustituir, verificar estado	R203	i	-	S	-	-
		Difusores	Sustituir, verificar estado	R204	i	-	S	-	-
		Posición	Inspección visual	R205	-	-	i	-	-
		Integridad estructural	Comprobar afecciones mecánicas	R206	-	-	i	-	S

i – Inspección / **S** – Sustitución

Una vez cumplido el periodo de vida útil o tras una inspección desfavorable se procederá a la sustitución del activo.

Descripción de las operaciones:

B101	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar el SAI de la corriente eléctrica. 2.- Leer voltaje entregado por el SAI, verificar que se encuentra dentro de los valores indicados por el fabricante. 3.- Volver a conectar el SAI dejando el sistema en su estado anterior
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar SAI de la corriente y del PLC. 2.- Conectar el nuevo SAI siguiendo las instrucciones de instalación del fabricante. 3.- Verificar el correcto funcionamiento de la instalación.
B102	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Con el bombeo en normal funcionamiento, conectar el PC equipado con el software adecuado al PLC. 2.- Verificar que la programación del PLC se corresponde con la correcta y no ha sido corrompida. 3.- En caso de no cumplirse el punto 2, volver a cargar la programación correcta. 4.- Desconectar el PC, verificar funcionamiento bombeo.
B103	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Con el bombeo en normal funcionamiento, comprobar en el PLC que el LED de BAT se encuentra parpadeando. 2.- En caso afirmativo, no realizar ninguna comprobación más. En caso negativo seguir las instrucciones de sustitución.
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Con el bombeo en normal funcionamiento, abrir el compartimento de la batería. 2.- Retirar la antigua batería, reemplazar por la nueva batería. 3.- Cerrar el compartimento y comprobar el LED indicador.
B104	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Con el bombeo en funcionamiento, entrar en modo manual. 2.- Comprobar que cada elemento responde a la acción indicada por su botón de manera adecuada.
B105	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Con el bombeo en funcionamiento, entrar en modo manual. Verificar que los guardamotores están armados. 2.- Encender motores. Comprobar que el guardamotor no actúa. 3.- En caso actuar, buscar el origen del funcionamiento anormal del bombeo.

	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico. 2.- Desconectar guardamotor averiado, conectar el nuevo. 3.- Ajustar amperaje, dar corriente al bombeo y comprobar el funcionamiento.
B106	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Con el bombeo en funcionamiento, entrar en modo manual. 2.- Reducir el amperaje al que actúa el arrancador al mínimo y encender el motor correspondiente. Comprobar que el arrancador efectivamente realiza su función. 3.- Repetir este proceso con escalones de 0.5 amperio. Tomar nota del amperaje al que deja de actuar. 4.- En caso de no ajustarse su comportamiento a los valores establecidos en el plan de mantenimiento sustituir el elemento.
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico. 2.- Desconectar arrancador averiado, conectar el nuevo. 3.- Ajustar amperaje, dar corriente al bombeo y comprobar el funcionamiento.
B107	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Mantener bombeo en funcionamiento. 2.- Alzar la boya de emergencia situada cerca del colector de achique. 3.- Comprobar que el bombeo se apaga por completo al actuar la boya. 4.- Alzar la boya de la bomba de achique, comprobar que la bomba de achique permanece en marcha aún con la boya de emergencia alzada. 5.- Recolocar las boyas y rearmar el bombeo. Verificar que todos los elementos funcionan normalmente.
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Retirar la corriente del bombeo. 2.- En el cuadro eléctrico, desconectar la boya a sustituir y retirarla. 3.- Instalar la nueva boya y su cable en la posición correcta. Conectar al cuadro eléctrico. 4.- Comprobar que la boya realiza su función.
B201	Inspección/ Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico. 2.- Vaciar el circuito aguas abajo del depósito. 3.- Desmontar todas las válvulas y sustituir las juntas de goma. En caso de verificarse que la válvula no es capaz de realizar correctamente su función esta será sustituida por completo. 4.- Conectar el bombeo. En modo manual conectar las bombas de aspiración en busca de fugas.

B202	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico. 2.- Vaciar el circuito aguas abajo del depósito. 3.- Desmontar todas las válvulas y sustituirlas por nuevas. 4.- Conectar el bombeo y cebar el circuito. En modo manual conectar las bombas de aspiración en busca de fugas.
B203	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Entrar en modo manual. 2.- Hacer funcionar uno de los dos motores. 3.- Mediante termografía comprobar si existen puntos de excesivo calentamiento, a través de la comparación del patrón termográfico de un motor en buen estado. 4.- Repetir este proceso con el segundo motor.
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico. 2.- Vaciar el circuito aguas abajo del depósito. 3.- Desconectar las tuberías que van a las bombas y retirar los motores. 4.- Instalar los nuevos motores. Conectar las tuberías y el cableado. 5.- Cebar el circuito y conectar la corriente eléctrica. En modo manual comprobar el funcionamiento de las bombas y buscar fugas.
B301	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- El operario se equipará con el EPI correspondiente. 2.- Abrir la tapa del depósito con precaución. No extraer el filtro. 3.- Rellenar el depósito hasta 3/4 de su capacidad 4.- Cerrar el depósito verificando que el filtro queda bien posicionado.
B302	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- El operario se equipará con el EPI correspondiente. 2.- Abrir la tapa del depósito con precaución. Extraer el filtro. 3.- Colocar el nuevo depósito en su posición. 4.- Cerrar el depósito verificando que el filtro queda bien posicionado.
B303	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- El operario se equipará con el EPI correspondiente. 2.- Abrir la tapa del depósito con precaución. Extraer el filtro. Introducir en agua para aclararlo. 3.- Inspeccionar visualmente en busca de roturas o desgaste anormalmente elevado. 4.- En caso positivo volver a introducir en el depósito y cerrarlo.
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- El operario se equipará con el EPI correspondiente. 2.- Abrir la tapa del depósito con precaución. Extraer el filtro. 3.- Retirar el antiguo filtro e instalar el nuevo. 4.- Comprobar que la bomba de hipoclorito funciona correctamente.

B304	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- El operario se equipará con el EPI correspondiente. 2.- Con el bombeo en funcionamiento, entrar en modo manual. 3.- Extraer del depósito el tubo que suministra el hipoclorito. 4.- Conectar las bombas de aspiración y observar si el suministro es correcto. 5.- En caso afirmativo reestablecer el bombeo en a su estado de funcionamiento. En caso negativo buscar la causa del fallo.
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- El operario se equipará con el EPI correspondiente. 2.- Desconectar los tubos y el cableado. 3.- Desatornillar de la pared. 4.- Colocar la nueva bomba y conectar los tubos. 5.- Comprobar el funcionamiento.
B401	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Con el bombeo en funcionamiento, extraer las boyas 2.- Verificar visualmente su estado. 3.- Alzar cada boya por separado comprobando que cada una actúa en tiempo y forma según su programación. 4.- Calibrar la altura de cada boya según las marcas del depósito. 5.- Volver a introducir las boyas
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico. 2.- Extraer las boyas del depósito. 3.- Desconectarlas de la caja de conexiones. 4.- Conectar las nuevas boyas. 5.- Calibrar la altura de cada boya según las marcas del depósito. 6.- Introducir las nuevas boyas en el depósito. Dar corriente al cuadro eléctrico.
B402	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico. 2.- Vaciar por completo el depósito, extraer las boyas. Si no fuera posible vaciarlo por su desagüe, emplear una bomba de achique auxiliar. 3.- Extraer toda la arena de su interior. 4.- Limpiar las paredes con sulfumán y agua. 5.- Volver a dar corriente y comprobar que todo funciona correctamente.
B403	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Abrir desagüe al colector de achique. 2.- Verificar que la llave de paso se mueve sin dificultad y que el agua fluye correctamente. 3.- Cerrar la llave de paso. <p>*Realizar esta acción junto a B801 y B802</p>

B501	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico. 2.- Vaciar el depósito hasta por debajo de la salida de agua hacia la impulsión. 3.- Abrir el encapsulado del tubo ultravioleta. Verificar la integridad del tubo (grietas, fugas). 4.- Alimentar la reactancia con 220 voltios. Comprobar que se ilumina el tubo. 5.- Volver a colocar el tubo ultravioleta en su capsula. 6.- Dar corriente al bombeo y llenar las tuberías de tal forma que todo el sistema de impulsión quede cebado. <p>*Realizar junto a B502</p>
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico. 2.- Vaciar el depósito hasta por debajo de la salida de agua hacia la impulsión. 3.- Desconectar el cableado. Abrir el encapsulado del tubo ultravioleta y retirar el tubo. 4.- Conectar el nuevo tubo ultravioleta al cableado original. 5.- Alimentar la reactancia con 220 voltios. Comprobar que se ilumina el tubo. 6.- Volver a colocar el tubo ultravioleta en su capsula. 7.- Dar corriente al bombeo y llenar las tuberías de tal forma que todo el sistema de impulsión quede cebado.
B502	Inspección	<p>*Si al realizar el paso num. 4 de la operación de inspección B501 el tubo ultravioleta no se enciende, realizar la siguiente operación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Comprobar que la tensión de salida de la reactancia es la que indica el fabricante.
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico. 2.- Desconectar el cableado de la reactancia. 3.- Desatornillar la reactancia de su alojamiento. 4.- Instalar la nueva reactancia y conectar el cableado. 5.- Comprobar la tensión de salida.
B601	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Entrar en modo manual. 2.- Hacer funcionar uno de los dos motores. 3.- Mediante termografía comprobar si existen puntos de excesivo calentamiento, a través de la comparación del patrón termográfico de un motor en buen estado. 4.- Repetir este proceso con el segundo motor.
B602	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Entrar en modo manual. 2.- Hacer funcionar uno de los dos motores. 3.- Verificar que la presión entregada por la bomba se corresponde con la indicada en la ficha técnica. 4.- Verificar que no existe cavitación. 5.- Repetir este proceso con el segundo motor.
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico. 2.- Vaciar el circuito aguas arriba del depósito. Vaciar acumuladores.

		<p>3.- Desconectar las tuberías que van a las bombas y retirar los motores.</p> <p>4.- Instalar los nuevos motores. Conectar las tuberías y el cableado.</p> <p>5.- Cebiar el circuito y conectar la corriente eléctrica. En modo manual comprobar el funcionamiento de las bombas y buscar fugas.</p>
B603	Inspección/ Sustitución	<p>1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico.</p> <p>2.- Vaciar el circuito aguas arriba del depósito. Vaciar acumuladores.</p> <p>3.- Desmontar todas las válvulas y sustituir las juntas de goma. En caso de verificarse que la válvula no es capaz de realizar correctamente su función esta será sustituida por completo.</p> <p>4.- Conectar el bombeo. En modo manual conectar las bombas de impulsión en busca de fugas.</p>
B701	Sustitución	<p>1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico.</p> <p>2.- Cerrar las válvulas de entrada a los acumuladores de presión.</p> <p>3.- Desde el exterior, pulsar uno de los lavapiés para evacuar la mayor cantidad de agua posible al exterior.</p> <p>4.- Para acabar de evacuar toda el agua de los acumuladores, abrir el desagüe en la parte inferior de los mismos.</p> <p>5.- Una vez asegurado el completo vaciado del acumulador, desconectar las tuberías y el cableado (presostato).</p> <p>6.- Por medio de cinchas o cadenas atar el acumulador, y extraerlo del interior del bombeo.</p> <p>7.- Introducir el nuevo acumulador de la misma forma que es extraído el anterior.</p> <p>8.- Conectar los tubos y el cableado.</p> <p>9.- Por medio de un compresor de aire, llenar el acumulador hasta la presión indicada por el fabricante. (B702)</p> <p>10.- Dar corriente al bombeo. En modo manual encender una bomba de impulsión y abrir progresivamente las válvulas de entrada a los acumuladores. Revisar fugas.</p> <p>11.- Calibrar si hiciera falta el presostato. (B703)</p> <p>12.- Volver a modo automático.</p>
B702	Inspección	<p>1.- Vaciar el acumulador de agua. Cerrar las válvulas de entrada y salida.</p> <p>2.- Mediante un compresor, introducir aire hasta alcanzar 3 bares de precarga.</p> <p>3.- En modo manual encender una bomba de impulsión y abrir progresivamente las válvulas de entrada a los acumuladores. Revisar fugas.</p> <p>4.- Calibrar el presostato.</p>

B703	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Con el bombeo en modo automático, uno de los operarios activa un lavapiés desde el exterior. 2.- Desde el interior, el segundo operario comprueba a que presión (inferior) se conectan las bombas de impulsión. 3.- Una vez activadas las bombas, comprobar la presión a la que estas se detienen. 4.- Si fuera necesario, calibrar los valores mínimos y máximos del presostato hasta que estos coincidan con 1 bar y 4 bar respectivamente.
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico 2.- Vaciar el acumulador de agua. Cerrar las válvulas de entrada y salida. 3.- Desconectar el cableado. Retirar el presostato. 4.- Instalar el nuevo presostato, conectar el cableado. 5.- Dar corriente al cuadro eléctrico. 6.- En modo manual encender una bomba de impulsión y abrir progresivamente las válvulas de entrada a los acumuladores. 7.- Calibrar según el procedimiento descrito en el apartado B703 Inspección.
B704	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Con el bombeo en modo automático, uno de los operarios activa un lavapiés desde el exterior. 2.- Transcurridos unos minutos, verificar que el contador funciona con normalidad.
B801	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Con el bombeo en modo automático, abrir el desagüe del depósito. 2.- Una vez el nivel de agua quede por encima de la entrada de agua de la bomba, alzar la boya que activa la bomba. 3.- Verificar que la bomba es capaz de achicar el agua con la velocidad adecuada. 4.- Cerrar el desagüe del depósito.
B802	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Con el bombeo en modo automático, abrir el desagüe del depósito. 2.- Observar como la boya se va alzando acompañando el nivel del agua. Verificar que la bomba de achique se conecta antes de rebosar el agua por el colector. 3.- En caso de no cumplirse el punto 2, tomar las medidas necesarias en cuanto a la instalación de la boya. 4.- Cerrar el desagüe del depósito.

R101	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Inspeccionar visualmente que toda la red de distribución de agua se encuentra soterrada. 2.- En caso de encontrar alguna zona al aire, proceder a enterrarla a una profundidad mínima de 1 metro.
R102	Inspección	<p>* En determinadas ocasiones, las fugas no resultan evidentes por resultar demasiado pequeñas o por su situación en la playa.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Asegurarse de que ninguno de los lavapiés está activado o fugando agua. 2.- Activar el modo manual del bombeo. Llevar los acumuladores a máxima presión (4 bar). Cerrar las válvulas aguas abajo de los acumuladores. 3.- Comprobar que estos no pierden presión. 4.- En caso de evidenciar una pérdida de presión anormal, buscar el origen de la fuga.
R201	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Retirar toda la arena y suciedad con agua y cepillo 2.- Equipar el EPI 3.- Con salfumán retirar las manchas de óxido y demás suciedad incrustada. 4.- Aclarar con abundante agua.
R202	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Inspeccionar visualmente cada uno de los lavapiés en busca de defectos (pintadas, óxido, borrado del número). 2.- Identificar los lavapiés que presenten problemas, fotografiarlos y comunicarlo a los estamentos superiores para decidir cómo actuar en cada caso.
R203	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Inspeccionar visualmente cada uno de los lavapiés en busca de fluxores dañados (fugas, enganchados, oxidados). 2.- Una vez localizado un fluxor susceptible de ser reemplazado seguir las instrucciones R203 Sustitución.
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico. 2.- Cerrar la llave de paso a la salida de los acumuladores 3.- Retirar el fluxor dañado. Conservarlo para posterior devolución. 4.- Instalar el nuevo fluxor. 5.- Abrir la llave de paso, verificar que el nuevo fluxor funciona correctamente. 6.- Dar corriente al cuadro eléctrico.

R204	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Inspeccionar visualmente cada uno de los lavapiés en busca difusores dañados. 2.- Una vez localizado un difusor susceptible de ser reemplazado seguir las instrucciones R203 Sustitución.
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Retirar el difusor dañado. Conservarlo para posterior devolución. 2.- Instalar el nuevo difusor. 3.- Verificar que el nuevo difusor funciona correctamente.
R205	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Inspeccionar visualmente cada uno de los lavapiés en busca lavapiés (piedras) fuera de sitio (volcados, girados, desplazados, etc.). 2.- Recolocar si fuera posible la piedra del lavapiés. En caso de necesitar una grúa, realizar una fotografía y comunicarlo a estamentos superiores para decidir cómo actuar.
R206	Inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Inspeccionar visualmente cada uno de los lavapiés en busca de daños mecánicos (Tornillos, golpes, roturas). 2.- Reparar si fuera posible los daños en el cuerpo del lavapiés. En caso de un daño irreparable, realizar una fotografía y comunicarlo a estamentos superiores para decidir cómo actuar.
	Sustitución	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Desconectar la corriente eléctrica del cuadro eléctrico. 2.- Cerrar la llave de paso a la salida de los acumuladores. 3.- Desacoplar el cuerpo del lavapiés de la piedra. Desconectar los tubos. Retirar los fluxores y difusores del cuerpo de lavapiés sustituido. 4.- Instalar el nuevo cuerpo de lavapiés, conectar los tubos y los nuevos fluxores y difusores. 5.- Abrir la llave de paso, verificar que todos los elementos del nuevo lavapiés funcionan correctamente. 6.- Dar corriente al cuadro eléctrico

6.7 MONITORIZACIÓN

Como ya se había mencionado en el punto, los bombeos disponen de la posibilidad de asociarles una tarjeta sim con conexión a internet, empleando la antena conectada al cuadro eléctrico. Actualmente se encuentra totalmente en desuso, y en la mayoría de los casos, se encuentra en un estado paupérrimo.

A pesar del potencial que tendría la monitorización en continuo de determinados parámetros del bombeo, consideramos que **no es el momento adecuado para ser implantado.**

Los motivos para tomar esta decisión son dos. Por un lado el coste económico. Con este nuevo plan de mantenimiento se está buscando reducir los costes al máximo con una inversión contenida. Renovar la infraestructura, la contratación de las redes necesarias para la transmisión de información y coordinar todos estos datos resultaría una gran inversión económica y de esfuerzo humano, que se traduce en horas de sueldo. Además de la compra de la adquisición de equipo que permita medir los diferentes parámetros que se dan en el bombeo. Ciertamente es que simplemente con recibir e interpretar los datos que gestiona el PLC ya se podrían obtener una valiosa información del funcionamiento del bombeo. Aun así el problema de la inversión inicial permanece.

El otro factor que nos hace descartar la monitorización para ser implantada en este nuevo plan de mantenimiento es la complejidad de la gestión de los datos. Actualmente partimos de un mantenimiento 100% correctivo. Sería ciertamente poco sensato ir a un modelo de extrema complejidad sin tener experiencia previa en el mantenimiento preventivo básico, incluyendo un mantenimiento predictivo simple.

7. CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS

7.1 CONCLUSIONES

En estos momentos, el turismo de costa supone un de los principales motores económicos del país, y en especial de la Comunidad Valenciana. Por este motivo, el cuidado de las instalaciones resulta capital. La experiencia global del usuario debe ser la mejor posible, de tal forma que el turista vuelva a elegir nuestra tierra el verano próximo. Por este motivo, la instalación de los lavapiés debe estar siempre en las mejores condiciones, y así conseguir la satisfacción de los usuarios.

El mantenimiento de las instalaciones de las playas tiene dos vertientes muy diferenciadas. Por una parte, si se tiene en cuenta un solo bombeo de agua con su red de distribución, encontramos un sistema de escasa complejidad y bajo nivel de mantenimiento. En cambio, cuando extrapolamos el mantenimiento de un solo bombeo a un conjunto de treinta bombeos repartidos en ciento cincuenta kilómetros de costa, la organización y el control de las operaciones se torna en una tarea que requiere de mayores medios, tanto sean humanos como informáticos.

Como elemento que añade un plus de complejidad al conjunto nos encontramos con el control por parte de la administración pública. Para poder implantar el mejorado plan de mantenimiento es necesario que la relación “administración pública – empresa adjudicataria” cambie por completo. Este es, sin lugar a dudas, el mayor escollo al que nos enfrentamos.

Tras analizar y experimentar el modelo actual de mantenimiento, los **dos pilares** sobre los que sustentar el nuevo modelo deberá en primer lugar ser un **estricto programa de mantenimiento preventivo y predictivo**, el segundo será un **sistema GMAO** capaz de todas las actividades. El mantenimiento preventivo tendrá un efecto muy significativo a la hora de reducir la gran cantidad de fallos imprevistos que se tienen actualmente causando grandes trastornos para el usuario final y para el personal de mantenimiento. El mantenimiento predictivo, aunque simple, sin duda resultara de gran ayuda a la hora de realizar una detección temprana de futuros problemas y a su vez de evitarlos.

Conforme se incluyen más acciones y activos dentro de los planes de mantenimiento, a su vez aumenta la complejidad global del sistema. Llegado a este punto se hace muy recomendable el uso de un software de gestión del mantenimiento asistido por ordenador. Por esta razón se ha incluido el GMAO como uno de los dos pilares fundamentales del nuevo paradigma.

Para terminar, recalcar la importancia del **personal**, tanto en número como en calidad. La estricta aplicación del plan requiere de un número determinado de operarios, con una adecuada formación. A su vez, en el puesto de control se debe disponer de técnicos cualificados en ingenieros, capaces de gestionar las reparaciones y la información de manera correcta y eficiente.

7.2 DESARROLLOS FUTUROS

El presente trabajo supone una mejora sustancial sobre el modelo actual, aunque no definitiva. En una futura revisión, se tendrán que abordar con detenimiento otros aspectos más avanzados del mantenimiento.

La monitorización en continuo de los bombeos debería ser uno de esos aspectos. Conseguir minimizar el número de desplazamientos sería un cambio importante. Además nos daría la oportunidad de llevar un registro del uso y los fallos, poder encontrar causas a fallos de forma sencilla y descubrir vicios ocultos.

La monitorización está muy relacionada con el mantenimiento predictivo. Técnicas como el análisis de ruido, el estudio de las vibraciones o el análisis de corrientes durante el arranque de los motores de las bombas también podrían ayudar a paliar fallos inesperados que suponen un gran coste económico y en esfuerzo del personal interviniente.

Por último, en esta hipotética revisión futura del plan de mantenimiento propuesto. Se tendrían que analizar si los periodos actuales de sustitución e inspección de los elementos son correctos, verificando si realmente se ha conseguido una reducción de costes. En definitiva, volver a plantearlo todo de nuevo partiendo desde una nueva realidad y mucho más bagaje que nos haga mejorar en lo posible.

8. FUENTES

Páginas web

Información PROEMISA:

<http://www.proemisa.com/empresa.php?id=9>

Acumulador (Ilustración 14):

<http://www.ibaiondo.es/productos/details/2193/855/acumuladores-hidroneumaticos/amr-plus-presion-max-10-bar-100-1000-l-5-anos-de-garantia/500-amr-plus.html>

Te (Ilustración 17):

<http://www.leroymerlin.es/fp/12166763/te-de-bocas-iguales-25-mm>

Contador Woltmann (Ilustración 16):

http://www.rsflow.fr/produits.php?id_categ=1&id_produit=130

Difusor (Ilustración 20):

<http://spareparts.astralpool.com/es/kit.php?iddes=22&idkit=4401040104&producto=00095>

Ilustración 23:

<https://sabinarodriguez.files.wordpress.com/2012/10/graficas-costes-mantenimiento.jpg>

Ilustración 24:

<https://www.gruaskonecranes.com/Images/Graficamantenimiento.png>

Catálogos

Bomba aspiración (Ilustración 6):

<https://www.speroni.it/pub/media/pdf/HGM.pdf>

Bomba impulsión (Ilustración 13):

<https://www.sacipumps.com/uploads/productos2/xv-f-info.pdf>

Presostato (Ilustración 15):

https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=DIA4ED2150201EN+%28web%29.pdf&p_Doc_Ref=DIA4ED2150201EN [Página 96]

Fluxor (Ilustración 21):

<http://www.aquafost.com/app/download/11449668/Cat%C3%A1logo+2019+ARU.pdf>
[Página 22]

Google Maps

Localización PROEMISA 1 (Ilustración 1):

<https://www.google.com/maps/place/Proemisa+S.L./@39.2191413,-0.4190988,15z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0xd112acd6194fd521!8m2!3d39.2191413!4d-0.4190988>

Localización PROEMISA 2 (Ilustración 2):

<https://www.google.com/maps/place/Proemisa,+S.L./@39.3074842,-0.4052829,15.13z/data=!4m5!3m4!1s0xd61b33ba9c79bfb:0xc3736eef20c6747d!8m2!3d39.3065272!4d-0.4006681>

Almacén TCV (Ilustración 25):

<https://www.google.com/maps/place/Calle+Cdad.+de+Elda,+19,+46988+Paterna,+Valencia/@39.5101601,-0.458647,15.2m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0xd605ac8c1cfd95b:0x1e0439cee9e7a118!8m2!3d39.5101729!4d-0.4583943>