

MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN UNA FÁBRICA DE VEHÍCULOS A MOTOR

Dra. Esther Guervos ^(a), Dra. Ana Isabel Velasco ^(b) Dr. David Domínguez Amillano ^(c),

- (a) Dra. Ingeniería Industrial por la UNED. Licenciada en Ciencias Físicas. Universidad Alfonso X el Sabio. Tf. 918109150. Email: guervos@uax.es
- (b) Dra. por la Universidad Camilo José Cela. Licenciada en Ciencias Físicas. Universidad Alfonso X El Sabio.
- (c) Dr. por la Universidad Alfonso X El Sabio. Ingeniero Mecánico.

RESUMEN

Las empresas del sector de la automoción tratan de fortalecer en la actualidad sus políticas medioambientales que pretenden entre otros objetivos, la mejora de la eficiencia energética de sus instalaciones. Para el desarrollo del presente trabajo se ha considerado una de las naves de producción de una empresa de fabricación de vehículos a motor, denominada “instalación de prueba de estanqueidad”: Se aborda la reducción del consumo de agua empleada, mediante el estudio del flujo y el análisis del sistema de reciclado existente.

El principal objetivo de esta investigación ha sido minimizar el consumo de agua de la instalación bajo las premisas de calidad referentes a las condiciones de exposición del vehículo a una simulación climatológica de lluvia extrema. Se ha conseguido definir el consumo mínimo necesario para alcanzar un buen funcionamiento de la instalación, proponer medidas de reducción del consumo de agua y con ello hacerla más sostenible con el medioambiente.

PALABRAS CLAVE

Agua, consumo, reducción, reciclaje, eficiencia.

1. Introducción

Son muchas las empresas de automoción que analizan los impactos medioambientales en sus procesos productivos y desarrollan estrategias que los minimizan definiendo mecanismos de reducción de consumos de agua, gas o electricidad [1]. En este trabajo se plantea la optimización del consumo de agua en una instalación de prueba de estanqueidad (P.E.) de una fábrica de ensamblaje de vehículos a motor.

Las instalaciones dedicadas a la comprobación de la estanqueidad de los vehículos, simulan inclemencias meteorológicas severas mediante la exposición de los vehículos a una lluvia artificial intensa, para asegurar que el habitáculo queda completamente estanco y así garantizar la calidad del producto ensamblado. Precisan de un elevado consumo de agua y se ubican al final del proceso productivo de las fábricas de vehículos, como paso previo a la entrega al cliente.

Una instalación de P.E. o también conocida como prueba de lluvia, se compone de varias zonas diferenciadas que a continuación se describen. Se trata de un túnel que está segmentado de acuerdo a los procesos a los que son sometidos los vehículos con distintos consumos de agua, como se muestra en la Figura 1.

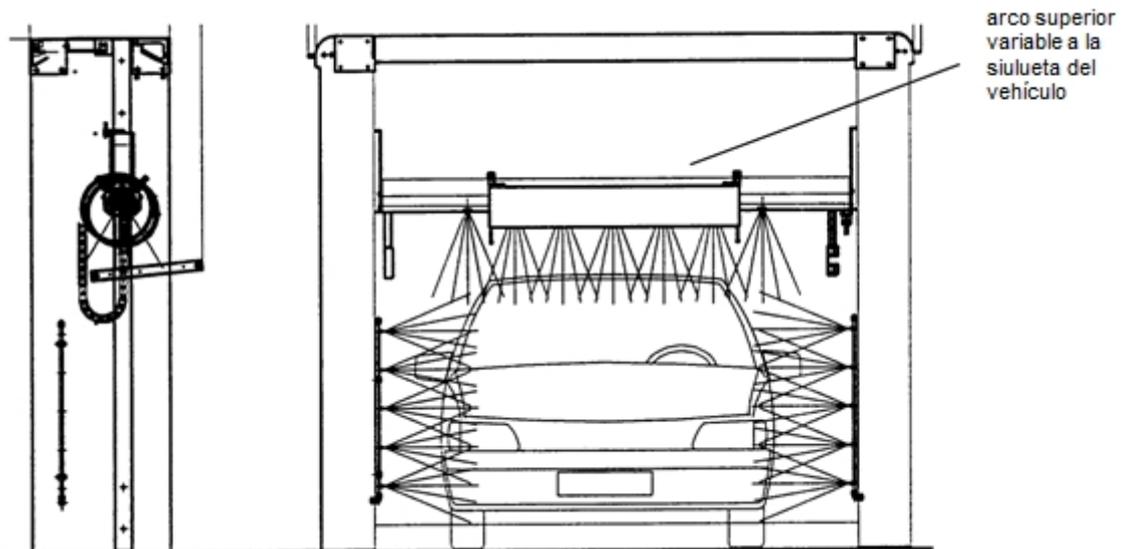


Figura 1. Esquema simplificado sobre la aplicación de agua en una prueba de estanqueidad. Fuente: Prozesstand, premisas de calidad 2013 [2]

Suele comprender cuatro zonas:

- pre tratamiento o prelavado, aplicación isoparafina con su aclarado
- rociado (prueba de estanqueidad propiamente dicha)
- lavado, aporte productos limpieza y limpieza mediante rodillos o cepillos
- aclarado y secado

El vehículo es trasladado sin accionamiento de motor y en punto muerto mediante una cadena de arrastre o cadena transportadora a lo largo del túnel.

A la entrada de la instalación, la superficie es tratada con una aplicación a base de isoparafina mediante un arco de boquillas difusoras. La película aplicada facilita que las suciedades depositadas sobre la carrocería desde su origen (posterior al pintado de la carrocería), hasta llegar a la instalación de estanqueidad, como son polvo, suciedades varias y trazas de aceite y/o grasas, sean posteriormente retiradas sin rayar o dañar la superficie de la carrocería. Este proceso tiene su importancia para

evitar micro rayas en un proceso posterior dónde se realiza la limpieza del vehículo con la acción de los rodillos de limpieza. No todas las instalaciones o fabricantes incorporan este tratamiento previo ni tampoco un proceso de limpieza, de ello dependerá la mayor o menor longitud del túnel.

La siguiente zona trata precisamente de retirar la película de isoparafina con las suciedades comentadas anteriormente. Se aplica también mediante un arco bajo el cual rueda el vehículo. Se aplica agua aproximadamente a presión de 15 bar y temperatura de 70°C. Su objeto es eliminar de la superficie las trazas de suciedades “pegadas o incrustadas” y como segunda función, comprobar la estanqueidad de la carrocería en determinados puntos, más sensible de no ser estanco como son las pestañas de las diferentes chapas engrapadas, soldadas o con aplicación de masilla y las zonas de unión como son las holguras entre elementos móviles, en el argot de la automoción, puertas. El motivo de emplear agua a presión y a alta temperatura aumenta la probabilidad de entradas de agua por lo que esta etapa es muy importante para evitar el riesgo a una entrada de agua una vez que el vehículo ha sido entregado al cliente.

A continuación se encuentra la zona donde realmente se lleva a cabo la P.E, donde el vehículo es sometido mediante boquillas a una lluvia intensa desde todas las partes posibles, la parte superior o techo, los laterales y desde los bajos. Los volúmenes de agua están definidos por las premisas de calidad y está asegurado por unos caudalímetros para cada circuito de rociado. Para garantizar estos caudales se realizan controles y calibraciones de los propios aparatos de medición según un procedimiento de calibración. Las disposición de las boquillas, fijas y con ángulos de incidencia definidos, su proyección simula lluvia muy intensa desde el techo mientras que las situadas en laterales y bajos sirven para comprobar respectivamente, la estanqueidad entre diferentes elementos (puertas entre sí, portón y capó, pilotos posteriores en unión con la carrocería y elementos móviles con sus burletes) que son puntos posibles de entrada de agua.

La siguiente zona de proceso y que no todas las instalaciones o fabricantes la incorporan es la zona de limpieza. Se compone de varios arcos de aplicación mediante boquillas y rodillos giratorios que son idénticos a los que se pueden encontrar en lavaderos externos ubicados en gasolineras o centros de limpieza de vehículos. Se produce la suficiente presión de contacto entre rodillos y carrocería para que se lleve a cabo la limpieza de la superficie. A continuación se aplica cera, que tiene como función, por una parte abrillantar la superficie y por otra muy importante, la de agrupar, juntar gotas de agua a lo largo de toda la superficie para que sean retiradas posteriormente con mayor facilidad y eficacia mediante ventiladores o sopladores forzados.

Finalmente se encuentra la zona de aclarado y secado. Entre la aplicación de la cera y los secadores se encuentran dos arcos de agua que, al igual que en todos los procesos anteriores, impulsa agua de red por medio de boquillas y cuya misión es realizar un aclarado de la carrocería para retirar restos de suciedades y cera que pudiera quedar. Este proceso es el mayor consumidor de agua de red no pudiendo ser utilizada agua reciclada o recirculada.

2. Objetivo de optimización de la instalación

Los diseños de las instalaciones para la comprobación de estanqueidad de vehículos, son específicos para cada caso, debido a la existencia de premisas particulares como son: la relación directa sobre el volumen del vehículo, su tamaño, número de vehículos que deben ser comprobados en un ciclo de tiempo determinado, tipo de ensamblaje de la carrocería (referido al tipo de uniones, como son la aplicación de masilla estructural en los que se detectan pequeños poros en los sellados por masilla y que son una causa de las entradas de agua, las holguras de los elementos móviles como son puertas, piezas exteriores que deben garantizar por su montaje la estanqueidad, etc.), la adaptación de la propia instalación a las premisas de calidad de cada fabricante y a la superficie útil de emplazamiento de la misma. Al diseño físico de la instalación se suman los diferentes tipos o conceptos para tratar el agua utilizada, que a su vez requieren de una mayor o menor inversión.

Por lo comentado anteriormente, los elementos mecánicos como son motores, bombas o rodillos de limpieza, sí son productos de consumo habitual y de uso estándar, si bien el número de proveedores para ciertos elementos como por ejemplo los rodillos de limpieza son reducidos. No existe un abanico de proveedores por la falta de necesidad en generar competencia y competitividad, por lo que los diseños de estas instalaciones son específicos para cada caso y se suelen fabricar a medida.

Para este estudio, se ha considerado una instalación tipo que tenga un túnel segmentado en cuatro zonas (prelavado, rociado, lavado y aclarado) donde se realizan procesos con diferentes consumos de agua. La revisión de instalaciones de P.E. [3-10], nos permite considerar para este estudio una instalación de P.E. que cumple los estándares o premisas de calidad, bajo las siguientes suposiciones iniciales:

- El porcentaje que representa el agua consumida en la instalación de P.E. puede alcanzar aproximadamente entre el 6 y el 7% sobre el total de agua consumida en una fábrica de vehículos a motor.
- El ratio de agua consumida por vehículo está entre los 70 y los 90l/coche.

Como los ciclos de trabajo en las instalaciones de P.E. son con frecuencia de 24h/día, se suelen sobredimensionar todas las partes que la constituyen, por el riesgo a la fatiga o el desgaste, y para no poner en peligro el ciclo productivo. Esto supone uno de los mayores problemas de la gestión del agua necesaria para el correcto funcionamiento de la instalación. Los consumos diarios de agua en la instalación están directamente asociados al número de vehículos y días de producción. La situación de los recicladores y su control, resulta fundamental en cuanto a su correcto funcionamiento para mantener y disponer del agua reciclada necesaria. Las mayores interferencias son las propias de la instalación, tal como la detección tardía de averías, aunque todas las averías se consideren como normales de funcionamiento y se tengan en cuenta para reducir la repetición de ellas.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones expuestas, se ha supuesto razonable tomar como objetivo de optimización para la instalación de P.E., el reducir el consumo de agua hasta aproximadamente algo menos de la mitad de lo que consumiría habitualmente, esto significa entre los 35 y 45 l/coche.



3. Medidas de reducción del consumo de agua

A las medidas que se explican a continuación, se les ha realizado un seguimiento de valoración de la optimización conseguida y han quedado registradas y documentadas en su conjunto en una base de datos. El conjunto de medidas propuestas para alcanzar el objetivo de reducción del consumo de agua, está compuesto por las que se describen a continuación:

1. **Optimizar los niveles de los fosos**

El funcionamiento de las bombas no estaba relacionado con los niveles de los fosos. Se definen las cotas de nivel en los fosos, en su posición inferior o baja y en cota alta. El mínimo para garantizar el cebado de las bombas y la cota alta para evitar reboses con pérdida de agua por trasvase a colector. (El descebado produce un fallo de funcionamiento de la bomba que no impulsa el agua a la parte alta del sistema de reciclado. El agua asciende acabando por rebosar al colector).

2. **Evitar paradas de funcionamiento de las bombas de impulsión**

Los continuos descebados de las bombas producen una interrupción de la impulsión de agua a la zona de reciclado de agua. Se desborda agua y se para el reciclado por falta de agua. Se soluciona montando y/o sustituyendo las válvulas anti retorno.

3. **Disminuir tiempos de fugas continuas de agua en los recicladores**

La arena de los recicladores es arrastrada por el caudal de agua que queda retenida en las juntas de las electroválvulas de los recicladores, de tal manera que quedan activas (abiertas) permitiendo el paso de agua y por tanto fugas de agua. Dilatado en el tiempo produce paradas de la instalación.

La solución consiste en colocar Led's rojos en cada una de las electroválvulas. Permite comprobar su funcionamiento de forma visual. Si se quedan encendidos significa que la electroválvula no se ha cerrado, con el consiguiente paso de agua y mayor consumo de agua de red. El motivo está relacionado con el colmado de los filtros y origina el incorrecto funcionamiento de las electroválvulas.

4. **Cortar la impulsión del aclarado con la cadena transportadora parada**

Las electroválvulas de aclarado no cierran cuando hay paradas en la cadena de transporte inferiores a 2 min. Tampoco cortan la impulsión en caso de la existencia de huecos en la cadena. Conseguir que las electroválvulas cierren la impulsión de agua de aclarado (que es 100% agua de red) se consigue colocando unos sensores de proximidad. Los sensores detectan la presencia o no de un vehículo y se reduce el tiempo de actuación de 2min a 1min de parada de las cadenas.

5. **Registrar los datos mediante las señales de sondas y sensores**

Los sensores y señales se han conectado al PLC pero no se dispone de la posibilidad de consultar datos de funcionamiento anteriores, es decir, un registro de datos con el que realizar la trazabilidad de funcionamiento de la instalación para su análisis y poder tomar decisiones de mejorar. Falta la herramienta para diagnosticar derroches. Para disponer de datos con los que observar el funcionamiento hay que registrar todos los movimientos por turno (niveles fosos, depósitos, tiempo actuación de las diferentes electroválvulas). Se ve la necesidad de crear una tabla de seguimiento mediante una macro Excel. Sirve para analizar datos, plantear medidas y poder realizar su seguimiento. La modificación permite realizar una monitorización de las diferentes zonas de la instalación. Es fundamental el control de los fosos con

respecto a los niveles de los depósitos de pre tratamiento.

Esta medida hay que realizarla en orden cronológico de funcionamiento a lo largo de las 4 zonas (prelavado, rociado, lavado y secado) de la instalación.

6. Mejorar los intervalos de las limpiezas de los filtros recicladores

Se constata que la limpieza de los filtros de recicladores se realiza vía PLC de forma descontrolada. Se ve la necesidad de estandarizar las limpiezas repartiéndolas por turnos, siendo lo más aconsejable que éstas se produzcan en los respectivos descansos. De lo contrario, durante las limpiezas se requiere aporte de agua de red ya que no hay disponibilidad durante aproximadamente los 10 minutos que dura cada limpieza.

7. Aumentar la disponibilidad de agua reaprovechando el agua de la zona de secado para aumentar el volumen de agua disponible en el sistema

Se ha observado la necesidad de disponer de mayor volumen de agua para disminuir la conexión al sistema de agua de red. Se ha visto la posibilidad de tomar agua de la zona de secado, zona que inicialmente está concebida para reciclar el agua sobrante por rebosaderos y reutilizarla. Aunque esto se desestima ya que a raíz de la mezcla de todas las zonas, el reciclador no es capaz de reciclar el agua con una calidad suficiente siendo desconectado del sistema. El depósito de la zona de secado se puede transformar en una albarca de agua que por rebose comunica con el colector de vertidos. Así se puede reutilizar conectándose al agua procedente de lavado, aumentando el volumen de agua disponible a reciclar y minimizando la dependencia de aporte de agua de red.

8. Evitar el exceso de fugas durante los ciclos de limpieza en los recicladores

Esta medida es complementaria a la ya mencionada nº3 y que se ha abordado para minimizar las fugas por problemas con la electroválvulas. Se producen derroches por fugas de agua de los recicladores sobre la bandeja de recogida tramex con destino final al colector. Al realizar las tareas de mantenimiento y desmontar las electroválvulas se observa con cierta frecuencia restos de arena. Analizado el problema se ha confirmado que los recicladores se colmatan si los elementos filtrantes no son regenerados. El agua precisa entrar a más presión para poder salir del reciclador y arrastra las partículas de arena.

En la medida nº 3 la solución fue montar LED's rojos. Estos se mantienen iluminados en rojo, avisando que la electroválvula no está en modo cerrado. El inconveniente de ésta medida es la falta de señal al PLC para la visualización de la lámpara. Con esta medida se solventa el problema por el que se coloca una sonda en cada desagüe de cada reciclador y se cablean todas las señales al autómata. Se programa una alarma mediante un avisador acústico.

9. Evitar la falta puntual de agua por micro paradas en la instalación

Para mantener la presión suficiente y evitar micro paradas por falta de suficiente caudal de agua, se pueden colocar depósitos IBC (1000l/u) para acumulo de stock de agua de red. Las micro paradas originan una desconexión del sistema con múltiples conexiones y este hecho produce averías si ocurre de forma continua. Una solución sencilla es garantizar el stock de agua para momentos puntuales de falta de agua. El inconveniente es que se tiene que incorporar una nueva bomba de impulsión y conexionado al PLC.

4. Resultados

Con todas las medidas propuestas anteriormente y otras de innovación tecnológica [11], se consigue alcanzar el objetivo de optimización y disminuir el derroche del consumo de agua industrial o potable, y se genera un menor impacto medioambiental vertiendo menor volumen de agua al colector, que posteriormente será tratado en una depuradora municipal. En definitiva, se alcanza la reducción de un recurso natural que de por sí tiene una tendencia a su escasez por lo que se debe evitar al máximo los derroches.

Además se consiguen evitar una serie de impactos medioambientales haciéndose la instalación más sostenible en este aspecto, mediante las siguientes mejoras:

- Se reduce el gasto asociado al tratamiento en depuradora del agua de red vertida a los colectores de fecales y el canon de gestión por su vertido al colector.
- Se minimizan los lodos generados por los productos químicos de limpieza usados, cuya vida media suele ser de 6 meses, evitando algunos residuos contaminados que acaban en vertedero con su consiguiente gasto por gestión.
- Se dispone de un sistema de reciclado de agua que minimiza el consumo de agua de red y que lleva asociado una reducción del coste económico de la empresa de transporte y gestor autorizado que retire las arenas y gravas de sílex, antracita y carbón activado.
- Se alcanzan una condiciones de humedad más aceptables en la instalación, disminuyendo los efectos corrosivos del agua en la mecánica de la misma, sus componentes eléctricos y electrónicos. Para minimizar estos problemas se dispone de unos extractores de impulsión y extracción para renovar y mantener el aire con la menor humedad posible.

5. Conclusiones

Mediante este estudio se ha conseguido determinar que los aspectos relevantes que mejoran la eficiencia de instalaciones de P.E. son:

1. Regular la impulsión de agua con respecto a huecos y/o paradas de la cadena transportadora.
2. Usar en el sistema de impulsión agua para su reciclado de las diferentes zonas de la instalación.
3. Contralar en el sistema de reciclaje la filtración/autolimpiezas y condiciones de funcionamiento.
4. Realizar una predicción de averías repetitivas causantes de aperturas de electroválvulas de red.
5. Considerar el apagado/arranque de la instalación y las limpiezas técnicas.

6. Bibliografía

- [1]. Vivancos Bono, J. L., Gómez Navarro, T., & López García, R. C. Revisión de los estudios de análisis de ciclo de vida en la industria del automóvil. Actas de congreso. AIPRO, Pamplona (2003)
- [2]. F.Schulz y M.Meister (2013), Prozesstandard KAP4 Fahrzeugdichtheitsprüfung durchführen v1.0. Departamento Calidad Consorcio VW AG
- [3]. Istobal, S.A.
Fabricante túneles de lavado: Istobal, S.A.



- Disponible: <http://www.istobal.com/es/tunel-de-lavado/>
- [4]. Autoequip Iberica, S.A.
Fabricante túneles de lavado: Autoequip Iberica, S.A
Disponible: <http://www.lavadosams.com/producto.php?id=6>
- [5]. WashTec Technology GmbH
Fabricante de túneles de lavado: WashTec Cleaning Technology GmbH
Disponible: <https://www.washtec.de/waschstrassen/>
- [6]. Kärcher, AG
Fabricante de túneles de lavado: Kärcher, AG
Disponible: <https://www.kaercher.com/es/profesional/sistemas-de-lavado-de-vehiculos/lavado-de-coches.html>
- [7]. Grup Carwash Spain
Fabricante túneles de lavado: Grup Carwash Spain
Disponible: <http://carwashspain.com/mq/treneslavado.html>
- [8]. Eyna Car Wash, S.L.
Fabricante túneles de lavado: Eyna Car Wash, S.L
Disponible: http://www.eyna.eu/index.php/productos/puentes-de-lavado?gclid=CJ_AjaDR79ECFRUo0wodmflFcQ
- [9]. Ceccato, Spa
Fabricante túneles de lavado: Ceccato, Spa
Disponible: <http://www.ceccato.it/de/produkte/waschstrassen>
- [10]. Markus Schleicher
Fabricante túneles de lavado: Markus Schleicher
Disponible: <http://www.maschinenbau-schleicher.de/de/waschanlagen-produkte/einfahrtbogen.html>
- [11]. Diseño y construcción de lámpara LED para el control de carrocería pintada en el sector del automóvil. A.I. Velasco, E. Guervos, D. Domínguez, ISBN 978-84-617-7390-9