

Sistema de tratamiento para la reutilización del agua de las lavadoras de la industria hotelera

Treatment system for the reuse of water from washing machines in the hotel industry

Elías Haro*

Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

* Autor correspondiente: charoa@unitru.edu.pe (E. Haro)

DOI: [10.17268/rev.cyt.2022.01.12](https://doi.org/10.17268/rev.cyt.2022.01.12)

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es diseñar un sistema de tratamiento y reutilización del agua de las lavadoras de la industria hotelera del distrito de Trujillo. El estudio se realizó con una muestra de 100 hoteles ubicados en el distrito de Trujillo. Para la elaboración del diseño del sistema de tratamiento se elaboró el diagnóstico sobre el consumo de agua mensual en m³, se analizó algunos parámetros de calidad y se formuló el diseño del sistema. Se obtuvo como resultado un sistema con dos tanques, uno para el tratamiento y el otro para la reutilización. Con la implementación del sistema de reutilización del agua de las lavadoras de la industria hotelera se logra un ahorro del 25.5% del consumo total del agua y el 72% de los administradores/encargados de los hoteles manifiesta estar interesados en un sistema de reutilización de agua.

Palabras clave: agua residual; contaminación; tratamiento; calidad de agua; costo beneficio.

ABSTRACT

The objective of this study is to design a system for the treatment and reuse of water from the washing machines of the hotel industry in the Trujillo district. The study was carried out with a sample of 100 hotels located in the Trujillo district. For the elaboration of the design of the treatment system, the diagnosis on the monthly water consumption in m³ was elaborated. Some quality parameters were analyzed and the design of the system was formulated. The result was a system with two tanks, one for treatment and the other for reuse. With the implementation of the water reuse system for the washing machines in the hotel industry, a saving of 25.5% of total water consumption is obtained and 72% of the managers of the hotels state that they are interested in a reuse system of water.

Keywords: residual water; pollution; treatment; water quality; cost benefit.

1. INTRODUCCIÓN

Los establecimientos de hospedaje se vienen incrementando desde hace muchos años en el Perú (Ministerio De Comercio Exterior y Turismo, 2016), y la ciudad de Trujillo no es ajena a este crecimiento (Marquina, 2017), generando más puestos de trabajo de manera directa e indirecta, como la publicidad de paquetes turísticos (Arévalo y Noriega, 2016), y también la inversión en el sector hotelero (Valencia, 2018). Esto se debe en gran parte al crecimiento de visitantes extranjeros al Perú (Pachas y Vélchez, 2015). Este crecimiento de gran valor económico trae consigo grandes productores de vertidos de aguas grises (SALHER, 2021).

En el mundo existen diferentes métodos y formas de realizar tratamientos para el agua, los cuales son implementados según el grado de contaminación que se presente. Las aguas depuradas son aguas residuales que han sido sometidas a un proceso de tratamiento que permita adecuar su calidad a la normativa de vertidos aplicable (Osorio et al., 2010). Tal como se realizó en el sector hotelero Punta Hicacos, donde los hoteles utilizan el tratamiento de aguas reduciendo su impacto ambiental (Cabrera, 2011), en esta misma línea, pero a nivel de laboratorio, también se obtuvo resultados positivos en el proyecto hotelero Calama (Franco, 2007).

El objetivo del presente estudio es diseñar un sistema de tratamiento y reutilización del agua de las lavadoras de la industria hotelera del distrito de Trujillo.



2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio tiene como muestra a 100 hoteles ubicados en el distrito de Trujillo, Perú. El tamaño de la muestra se determinó con un nivel de confianza del 85% y 50% de proporción de los establecimientos de hospedaje que cuentan con lavadoras, con una precisión de 5%.

Elaboración del diagnóstico sobre el uso y reutilización de agua de las lavadoras en los hoteles del distrito de Trujillo

Se analizó el impacto que genera el mal uso de las aguas de las lavadoras en la industria hotelera de la Ciudad de Trujillo. También se determinó el consumo de agua en los hoteles del Distrito de Trujillo usando facturas de consumo. Además, se consultó los diversos usos que le dan al agua de las lavadoras en los hoteles del Distrito de Trujillo y se determinó que cantidad de agua se consume en el proceso de lavado de sábanas, toallas, colchas, edredones y otros; estos datos permitieron analizar de la situación actual, evidenciando el problema y brindando opciones de mejora.

Utilizando la encuesta como instrumento se logró obtener información acerca del beneficio de implementar un sistema de reutilización de agua de las lavadoras en los hoteles del distrito de Trujillo.

Con toda la información recolectada anteriormente, se recopiló y analizó los diferentes aspectos que conlleven al diseño del proyecto de manera más puntual y acertada.

2.1 Elaboración del diagnóstico sobre el consumo de agua mensual en m³ y el costo en los hoteles del distrito de Trujillo

Se utilizó documentación legal de parámetros de calidad del agua, características del agua de la lavadora. Se analizó los datos y resultados sobre consumo de agua de los hoteles del distrito de Trujillo, obtenidos de las investigaciones, tesis, informes realizados, empresa de servicio de agua potable y alcantarillado Sedalib S.A. Con toda la información recolectada anteriormente recopilar los datos y analizar los diferentes aspectos que conlleven al diseño del sistema de reutilización de agua de las lavadoras de los hoteles del distrito de Trujillo de manera eficiente y de calidad.

2.2 Análisis de algunos parámetros de la calidad de agua

Se determinó el análisis de algunos parámetros de calidad de agua como DBO5, DQO, además de recopilar muestras de agua de las lavadoras para su caracterización (cloruros, fluoruros, nitratos, pH, turbidez, etc.).

2.3 Formulación del diseño del sistema de reutilización de agua de las lavadoras de la industria hotelera del distrito de Trujillo

Se presentó mediante un esquema que muestra el sistema con todas sus características, sus componentes y la función de cada uno. Además, se determinó materiales y estructuras viables. Por último, se analizó el costo de inversión y la disminución en el valor de la factura tomada como beneficio económico del proyecto. También se determinó el tiempo de retorno de la inversión y analizar el costo de oportunidad.

2.4 Evaluación costo-beneficio

Se determinó los resultados del uso del diseño del sistema de tratamiento de las aguas de la lavadora de la industria hotelera.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la encuesta aplicada de manera virtual, a los 100 administradores, se determinó que el 54% de los establecimientos de hospedaje tienen entre 21 a 40 habitaciones, mientras que el 46% tiene entre 10 a 20 habitaciones. Un 30% paga por consumo de agua entre S/601.00 a S/.800.00 soles, mientras que más del 20% están los 2 grupos que pagan entre S7 801 a s/. 1000 soles y S/.1001 soles a más. También se evidencia que es un 2% de establecimientos que pagan entre S/.200.00 a S/.400.00 soles, y un 12% aproximadamente paga entre S/.401 a S/.600.00 soles. Si se tiene en cuenta que el número de establecimientos de hospedaje supera los 600 en el distrito de Trujillo por S/.800 soles mensuales estamos hablando de un promedio de S/480,000.00 soles. También la encuesta arrojó que el 64% tiene entre 1 y 2 lavadoras, mientras que el 35% tiene entre 3 a 4 lavadoras, y solo el 1% tiene de 5 a más lavadoras. El 98% quisieran reutilizar el agua, es decir tienen la necesidad de utilizarlo, para recuperar algo de agua. El 20% de encuestados estaría dispuesto a reutilizar el agua de las lavadoras para sanitarios, se evidencia que para la alternativa seguir lavando el % es 0, es decir que

desconocen que el agua se puede tratar y reutilizar nuevamente para el lavado. Un 71% desconocen algún sistema de reutilización del agua de las lavadoras, el 14% respondió que no tiene necesidad de hacerlo, un 7% dice que no afecta a su economía. Respecto al impacto ambiental un 43% le interesa la parte económica, y un 41% mitigar el impacto ambiental. Por último, un 72% está dispuesto a implementar un sistema de reutilización del agua, el 25% está en duda, situación que se puede revertir cuando conozcan las ventajas de este sistema.

Del diagnóstico referente al consumo de agua en los hoteles del distrito de Trujillo se determinó que el consumo promedio de agua en m^3 de los hoteles del distrito de Trujillo es $89.25 m^3$, mientras que el costo promedio mensual es de S/. 324.79 nuevos soles. Esta tendencia de consumo coincide con los resultados de Santa Cruz y Santacruz (2020), quienes determinaron en establecimientos hoteleros de México, del estado de Quintana, un consumo de 30.3% del volumen anual.

Se diseñó el sistema de tratamiento y reúso de aguas de lavadoras de los hoteles del distrito de Trujillo tal como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Sistema de reutilización de las aguas de las lavadoras 2020.

En la Figura 1 se muestra el sistema de reutilización que consta de dos tanques de almacenamiento, uno al costado del otro; cada tanque tiene en su interior mecanismos que contribuyen a la recirculación y limpieza del agua. El tanque N° 1 recibe el agua expulsada por la lavadora, este tanque cuenta con dos dosificadores, uno de floculante y otro de coagulante, además tiene en su parte superior un motor que hace girar una hélice que se encarga de agitar dichos dosificadores. Cuenta también con un aspersor que facilita el aseo del interior del tanque, una salida para drenar hacia el desagüe, y otra salida atada a una bomba de 0.5 HP que dirige el agua hacia los filtros y en seguida al tanque N°2.

El tanque N°2 cuenta en su interior con un aspersor similar al del tanque N°1 para facilitar el lavado, también tiene un flotador, un oxigenador y un dosificador para adicionar el desinfectante cuando sea necesario.

Durante el proceso el agua que arroja la lavadora es acumulada en el tanque N°1 donde se le adiciona el coagulante y el floculante, los sólidos suspendidos se sedimentan, luego el agua es impulsada con ayuda de la motobomba hacia el filtro y en seguida al tanque N°2 donde se deposita y queda lista para ser reutilizada en el siguiente proceso de lavado. El sistema tiene entrada de agua potable para realizar lavado o para almacenar si se requiere, también tiene desagüe para evacuar los lodos obtenidos de la sedimentación, asimismo en la parte superior de los dos tubos hay un escape que dirige el agua al sistema de alcantarillado, lo anterior con el fin de evacuar el agua cuando los tanques se llenen si se presentara el caso.

El costo para el diseño de un sistema de reutilización del agua de las lavadoras de la industria hotelera va a depender de la cotización de los componentes especificados en la propuesta.

Para poder evaluar el tiempo del retorno de la inversión, es necesario conocer el monto del recibo de agua de los hoteles del distrito de Trujillo.

El costo de implementación de un sistema de reutilización del agua de las lavadoras de la industria hotelera está promediando los S/. 2240.00 nuevos soles, dicha inversión se vería reflejada en la disminución del monto del recibo del agua en el 25%.

Para efecto de cálculo se ha tomado como ejemplo el consumo del hostel Alameda de los Olivos, que consume en promedio $41 m^3$ al mes, ya que el proceso de lavado de sábanas, toallas, frazadas se hace en 4 ciclos, y el costo por m^3 según la empresa de agua potable y alcantarillado Sedalib S.A. es de S/. 10 nuevos soles (Tabla 1). Con base a la Tabla 1 se determina el tiempo de retorno de la inversión y se concluye la rentabilidad de la misma. Sin embargo, hay algo importante aclarar, mientras los hoteles tengan mayor consumo de agua en m^3 ,

mayor será el ahorro y por tanto el tiempo de retorno de la inversión será menor, situación que se aprecia en la encuesta en la pregunta 2, mostrando un 25% que paga más de S/. 1000.00 nuevos soles mensuales.

Tabla 1. Tiempo promedio de recuperación de inversión aplicando un sistema de reutilización de agua en un hotel de Trujillo

Mes	Monto del recibo (41 m ³)	Ahorro (25%) por recibo (10.25 m ³)	Costo de la implementación	Número de recibos	Tiempo de retorno		
Nov	422.80	S/. 105.520	S/. 2,240.00	21	1	año	9 Meses
Dic	422.90	S/. 105.725	S/. 2,240.00	21	1	año	9 Meses
Ene	422.80	S/. 105.520	S/. 2,240.00	21	1	año	9 Meses
Tiempo promedio de retorno					1 año 9 Meses		

Con la implementación del sistema sólo se utilizará el agua de un ciclo, en los 4 lavados. Cada ciclo consume el 8.5% del consumo total. Es decir que el ahorro sería equivalente al consumo de 3 ciclos ($3 \times 8.5 = 25.5\%$). Por tanto, se estaría ahorrando 10.25 m³ mensuales, haciendo un total de S/. 100.00 nuevos soles al mes.

Los resultados obtenidos son similares a los obtenidos por Cabrera (2011), quien determina un ahorro de agua en una cadena hotelera, con un ahorro total de agua potable de 20670.10 m³ /año y un ahorro de 19636.68 dólares/año (Cabrera, 2011). Lo mismo ocurre en un hotel de Tenerife, que mediante una gestión eficiente se obtuvo un impacto en el ahorro de consumo de agua, reduciendo sus costos (Ruiz-Rosa, et al., 2021).

4. CONCLUSIONES

Con la implementación del sistema de reutilización del agua de las lavadoras de la industria hotelera se obtiene un ahorro del 25.5% del consumo total del agua, siendo rentable la medida que la sociedad otorgue un valor realmente significativo al beneficio ambiental. También se determinó que mientras mayor sea el costo del recibo de agua más rápido será el retorno de la inversión.

El 72% de los administradores/encargados de los hoteles manifiesta estar interesados en un sistema de reutilización de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arévalo, T.; Noriega, M. 2016. Minería de datos para la identificación de patrones de consumo de servicios turísticos para orientar la oferta en el sector hotelero de la ciudad de Trujillo. Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego.
- Cabrera, A. 2011. Propuesta de reutilización del efluente de la planta de tratamiento Tryp Península en fuentes ornamentales y espejos de agua de los hoteles ubicados en el sector Punta Hicacos. Revista de Arquitectura e Ingeniería 5(1): 1-68.
- Franco, M. 2007. Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación a casos en Chile. Tesis de pregrado, Universidad de Chile.
- Pachas, C.; Vílchez, F. 2015. Planeamiento Estratégico de la Industria Hotelera para el Turismo Receptivo. Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- SALHER. 2021. Aguas urbanas y reutilización. Soluciones para el tratamiento de aguas para hoteles. Disponible en: <https://www.salher.com/aguas-urbanas-y-reutilizacion/tratamiento-de-aguas-para-hoteles/>
- Marquina, A. 2017. Condiciones de trabajo de los egresados y titulados en turismo de los hoteles tres estrellas del centro histórico de Trujillo. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo.
- Ministerio De Comercio Exterior y Turismo. 2016. Evolución de la oferta aérea y hotelera. Disponible en: [Evolución Oferta Aérea Hotelera.pdf \(mincetur.gob.pe\)](#)
- Osorio, F.; Torres, J.; Sánchez, M. 2010. Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes. 1era. ed. MADRID, Ediciones Díaz de Santos.
- Ruiz-Rosa, I.; García-Rodríguez, F.; Santamarta-Cerezal, J. 2021. Gestión eficiente del agua en un destino turístico maduro: un estudio de caso. Disponible en: <https://www.aecit.org/files/congress/18/papers/84.pdf>
- Santacruz, E.; Santacruz, G. 2020. Consumo de agua en establecimientos hoteleros de México. Estudios y Perspectivas en Turismo 29: 120-136.
- Valencia, L. 2018. Principales factores que determinan la decisión de inversión en la industria hotelera en la provincia de Huamanga – centro histórico - año – 2017. Tesis de pregrado, Universidad San Martín de Porres.