

LA CARACTERIZACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DEL EFLUENTE EN EL DISEÑO A NIVEL PILOTO DE UN PROCESO DE TRATAMIENTO DE VERTIMIENTOS DE LAVANDERÍAS, DISTRITO HUACHO, PERÚ

THE CHARACTERIZATION AND DISPOSAL OF EFFLUENT INTO THE DESIGN OF A PILOT TREATMENT PROCESS SPILLS LAUNDRIES, HUACHO DISTRICT, PERU LEVEL

Fuente: www.5septiembre.cu

Recibido: 24/02/2014

Revisado: 15/11/2014

Aceptado: 23/12/2014

Jesús Ego Amaro Palomino¹, Jhon Herbert Obispo Gabino²,
Edison Goethe Palomares Anselmo¹, Luis Rolando Gonzales Torres², Jorge Luis Rojas Paz³,

RESUMEN

Objetivo: Estudiar la caracterización y disposición final del efluente y su efecto en el diseño a nivel piloto de un proceso de tratamiento de vertimientos de lavandería, distrito Huacho, Perú. **Materiales y Métodos:** Se realizó: **a) Caracterización de aguas residuales:** Se identificó los parámetros físicos, químicos y microbiológicos a evaluar. Lugares de generación de efluentes, los puntos de aforo toma de muestras: lavado 1 y 2, enjuague 1 y 2, se muestreó y analizó los parámetros relevantes. **b) Disposición final del Efluente:** Se recabó información de la legislación vigente en materia ambiental, referente a la descarga de efluentes líquidos, entre ellos el Decreto Supremo N° 021—2009, aprueba los valores máximos admisibles para descarga de los efluentes al sistema de alcantarillado aplicable a la empresa en Lavandería Burbujas. **c) Proceso de tratamiento:** Determinó los mayores contaminantes para ver el diseño adecuado diseñándose las siguientes etapas a nivel piloto: Tanque de homogenización y oxigenación, Sistema decantador de neutralización y precipitación química, Lecho de arena, Columna de carbón activado, Tanque ozonizador. **Resultados:** En base al Decreto Supremo N° 021—2009, la caracterización de aguas residuales dan valores muy por debajo de los límites máximos permisibles. El tratamiento del efluente propuesto, es integral y busca una alternativa de un uso eficiente del recurso hídrico en la empresa, como es el reúso. Se buscó obtener agua de buena calidad que puede ser reusada en las lavadoras de la empresa. **Conclusiones:** La caracterización y disposición final del efluente permitió el diseño a nivel piloto de un proceso de tratamiento de vertimientos de lavandería, distrito Huacho, Perú. El diseño a nivel piloto puede ser dimensionado a diferentes empresas de la localidad, con tecnologías y equipos disponibles en el mercado nacional e internacional.

Palabras clave: Efluente, vertimiento, tratamiento, lavandería.

ABSTRACT

Objective: To study the characterization and disposal of effluent and its effect on the design of a pilot treatment process discharges Laundry, Huacho, Peru district level. **Materials and Methods:** We performed: **a) Characterization of wastewater:** the physical, chemical and microbiological parameters to evaluate identified. Places generation of effluents, gauging points sampling: washing 1 and 2, rinse 1 and 2 was sampled and analyzed the relevant parameters. **b) Disposal of Effluent:** information of current legislation concerning the discharge of liquid effluents, including the Supreme Decree No. 021-2009, was collected in environmental matters approve the maximum permitted for discharge of effluents into the sewer system applicable to the company Bubbles Laundry values. **c) Treatment process:** Determined the biggest polluters to see the proper design being designed the following steps at the pilot level: Tank homogenization and oxygenation, Decanter System neutralization and chemical precipitation, bedding sand, activated carbon column, ozonator tank. **Results:** Based on the Supreme Decree No. 021-2009, characterization of wastewater give values well below the maximum permissible limits.

The proposed effluent treatment is comprehensive and seeks an alternative for efficient use of water resources in the enterprise, such as reuse, we sought to obtain good quality water that can be reused in washing company. **Conclusions:** Characterization and disposal of effluent pilot allowed the design of a treatment process discharges Laundry, Huacho, Peru district level. The design at pilot level can be sized to different local companies, technologies and equipment available in the national and international market.

Keywords: Effluent, shedding, treatment, laundry.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la contaminación de las aguas es uno de los factores más importantes que rompen la armonía

¹Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

²Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

³Facultad de Ciencias, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

entre el hombre y su medio, no sólo de forma inmediata sino también a mediano y largo plazo; por tanto, la prevención y lucha contra dicha contaminación constituye actualmente una necesidad de importancia prioritaria.

El agua dulce es el recurso renovable más importante, pero la humanidad está utilizándolo y contaminándolo más rápidamente de lo que necesita para reponerse. El ciclo hidrológico es cada vez menos previsible ya que el cambio climático altera los patrones de temperatura establecidos en todo el mundo.

Romero (2010), sostiene que las aguas residuales son producto de la actividad humana, compuesta de aguas usadas y sólidos que por uno u otro medio se introducen en el desagüe y son transportadas por el sistema de alcantarillado. Las aguas residuales domésticas (ARD) son líquidos provenientes de las viviendas o residencias, edificios comerciales e institucionales. También se acostumbra nombrar aguas negras, son aguas residuales provenientes de inodoros, es decir, aquellas que transportan excrementos humanos y orina, compuesta de sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales; también están las aguas grises, provenientes de duchas, lavamanos y lavadoras, aportantes de demanda Bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos, fosforo, grasas y coliformes fecales.

Asimismo indica que, toda caracterización de aguas residuales implica un programa de muestreo apropiado para asegurar representatividad de la muestra y un análisis de laboratorio acreditado que asegure precisión y exactitud en los resultados. Aunque en la práctica, existen caracterizaciones típicas de aguas residuales, las cuales son muy importantes como referencia de los parámetros de importancia por analizar y su magnitud.

Además, Gunther (2011), expresa sobre el agua: a la vista de mucha gente, este recurso vital para todas las formas de vida todavía parecer ser infinito. Pero el hecho es que, de la enorme cantidad de agua en nuestro mundo, solamente una pequeña parte se limpia y renueva mediante procesos naturales año tras año, porque el equilibrio natural dentro del compartimiento agua de nuestro planeta ya está distorsionado por la actividad humana.

El hombre realmente no gasta el agua, si no que la utiliza. De este hecho se deriva el pensar en la posibilidad de reciclar el agua ya una o varias veces utilizada y así salir del principio de paso y entrar en un nuevo principio de recirculación del agua. Este nuevo principio corresponde a un abastecimiento sostenible del agua.

En todo el mundo existen regiones, países, ciudades y pequeñas comunidades donde la problemática del agua: su cantidad disponible, por un lado, y la calidad con la que cuenta, por otro, ya ha llegado a un nivel inaceptable para una vida normal, o donde la situación por lo menos es crítica y preocupante. Y su número crece.

Restaurar las condiciones y calidad de un río, lago o una presa debe empezar con las fuentes de contaminación, como han mostrado con grandes esfuerzos varios países desarrollados. Es la única posibilidad que garantiza éxito, por que limpiar un cuerpo de agua natural grande o un río con un caudal discontinuo por medio de un tratamiento directo de toda su agua prácticamente es imposible, y no solo por razones económicas.

De todo esto se deriva, la gran importancia de un aprovechamiento integral de las aguas dulces disponibles y la preservación de su calidad, en condiciones óptimas, para su utilización.

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas (ríos, lagos, embalses, acuíferos y mar) es producto de las actividades del hombre; éste agrega al agua sustancias ajenas a su composición, modificando la calidad.

Todos los contaminantes contenidos en las aguas residuales, causarían serios problemas ambientales si se incorporasen directamente a un curso de agua no contaminado. Por ello es necesario que sean tratadas antes de su vertido, con el fin de rebajar lo más posible su carga contaminante, y que estén dentro de unos límites que se consideren adecuados.

Los problemas del agua se centran tanto en la calidad como en la cantidad. La comunidad debe conocer la importancia de la "calidad" y encargarse de su cuidado y preservación.

La contaminación es un factor importante que toma un gran auge en la sociedad, puesto que conforme pasa el tiempo, el deterioro del ambiente también tiende a ir en aumento, en estas consideraciones las diferentes industrias que se encuentran en las zonas urbanas, pueden contaminar el entorno por diferentes vías como la emanación de gases o contaminación por la liberación de aguas residuales, sin contar con un sistema de tratamiento de aguas, ocasionando la liberación de aguas residuales sin tratar, lo cual puede ocasionar diferentes problemas de contaminación.

En este sentido se planteó el problema de investigación:

¿Permite la caracterización y disposición final del efluente el diseño a nivel piloto de un proceso de tratamiento de vertimientos de lavandería, distrito Huacho, Perú?

MATERIALES Y MÉTODOS

Según el análisis y alcance de los resultados, la investigación presenta dos fases: inicialmente es investigación descriptiva en la caracterización y análisis de disposición final del efluente y luego investigación explicativa en el diseño a nivel piloto de un proceso de tratamiento de vertimientos de lavanderías, para lo cual se solicitó autorización a la Lavandería Burbujas, ubicado en Av. San Martín 1027 – Huacho, como estudio de referencia.

La caracterización y disposición final del efluente permitió el diseño a nivel piloto de un proceso de tratamiento de vertimientos de lavanderías en el distrito de Huacho, Perú, de la siguiente manera:

1. Caracterización de los efluentes de lavanderías.
2. Disposición final del Efluente
3. Esquematización el proceso de tratamiento de efluentes de lavanderías para diseñar las unidades de proceso para el tratamiento a nivel piloto.

Materiales

A continuación se presenta una lista de los materiales y equipos que se utilizaron en el momento del muestreo:

- Nevera de tecnopor con suficientes bolsas de hielo para mantener una temperatura cercana a los 4°C.
- Frasco lavador con agua destilada.
- Cinta pegante o de enmascarar, adhesivos, etc.
- Probeta de 500 ml, preferiblemente plástica, para medir el volumen de las muestras al momento de integrarlas o componerlas.
- Balde plásticos de 5 a 10 litros.
- Tubo plástico para homogenización de la muestra.
- Cinta métrica.
- Cronómetro.
- Papel absorbente.
- Guantes
- Formato de toma de muestras
- Etiquetas
- Tabla portapapeles.
- Bolígrafo

- Pipetas.
- Pera de caucho para pipetear.

Procedimiento

Caracterización de aguas residuales

Las aguas residuales domésticas contienen aproximadamente un 99,9% de agua y el resto está constituido por materia sólida, los residuos sólidos están conformados por materia mineral y materia orgánica. La materia mineral proviene de los subproductos desechados durante la vida cotidiana y de la calidad de las aguas de abastecimiento. La materia orgánica proviene exclusivamente de la actividad humana y está compuesta por materia carbonácea, proteínas y grasas, (Rojas, 2002).

Las características físicas del agua residual son los sólidos, compuestos que están flotando en el agua residual, sean suspendidos o disueltos comúnmente expresados en mg/L. La temperatura que es por lo general mayor que el abastecimiento, expresado en °C. El color que es causado por los sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución, si el color es gris oscuro o negro, se trata en general de aguas sépticas que han sufrido una fuerte descomposición bacteriana bajo condiciones anaeróbicas (en ausencia de oxígeno). El color que es producto de la descomposición biológica bajo condiciones anaeróbicas del agua residual, un agua residual fresca tiene un olor desagradable mientras que las aguas sépticas tienen un olor ofensivo, (Crites y Tchobanoglous, 2000).

Los criterios de calidad aplicables a un determinado recurso de agua deben estar basados en la observación científica (bioensayos) de los efectos de los diferentes contaminantes sobre los organismos propios del agua y de acuerdo con las condiciones locales. Es importante anotar que según el tipo de uso, varía la importancia de uno y otro parámetro de calidad. En Colombia no existen estudios particulares sino que los objetivos de la calidad del agua que han adoptado las diferentes autoridades ambientales son réplicas de normas que han sido desarrolladas en otros países, (Sierra, 2011)

Parámetros establecidos en el monitoreo

Según el Ministerio de Salud, los parámetros se seleccionaron en función a las actividades antropogénicas, fuentes contaminantes y teniendo en cuenta la clasificación de los Recursos Hídricos del País.

Parámetros de medición en campo

- pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto.

Parámetros determinados en laboratorio

- Físicos: turbiedad, sólidos totales y sólidos suspendidos.
- Iones principales: (Nitratos, Sulfato, Fosfatos, cianuro WAD y Libre, cloruros, nitritos, dureza total y cálcica, alcalinidad).
- Metales (Ba, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe, Cu Hg y As).

Parámetros Biológicos

- Coliformes Totales.
- Coliformes Termotolerantes.
- Fitoplancton.
- Perifiton
- Parásitos

Parámetros Orgánicos (dependerá de las actividades y usos que tenga el cuerpo de agua)

- Aceites y grasas.
- Hidrocarburos totales de petróleo
- DBO₅

A partir de estos parámetros se establecieron los indicadores que permitieron vigilar de manera permanente las variaciones de la calidad del agua, tanto en los aspectos

sanitarios como ecológicos, permitiendo así tomar las acciones de control que se requieran, (MINSA, 2007).

Se detalla la metodología realizada para las aguas residuales generadas en la línea de lavandería, con el fin de poder determinar el tipo de diseño.

El método consistió en elaborar un diagnóstico de la caracterización de los diferentes lavados de las máquinas de la Lavandería Burbujas, en cuanto a la calidad del agua residual proveniente de la línea de lavandería con el objeto de dimensionar el sistema.

Es importante considerar las limitaciones en cuanto a la medición del caudal en vista que son datos confidenciales de la empresa, siendo no relevante para el diseño piloto del proceso de tratamiento.

Asimismo, de lo observado en la empresa, dentro de la planta se determinó que el agua es el principal insumo para sus actividades, en cuanto a los consumos de agua en la planta son aproximadamente constantes, dada la capacidad de los equipos.



Figura 1. Toma de muestras para análisis de los lavados del efluente de lavandería Burbujas.

Para la caracterización se tomaron una serie de muestreos en ciertos puntos para obtener una muestra representativa de las diferentes etapas de lavado de las máquinas de la empresa, realizándose:

- ✓ Se identificó los parámetros físicos, químicos y microbiológicos a evaluar.
- ✓ Se identificó los lugares causantes de la generación de efluentes.
- ✓ Determinar los puntos de aforo para las toma de muestra

Lavado 1

Lavado 2

Enjuague 1

Enjuague 2

- ✓ Se muestreó el agua residual en los puntos de aforo.

- ✓ Se analizó los parámetros físicos, químicos y microbiológicos considerados.

Disposición final del Efluente

Se recabó información de la legislación vigente en materia ambiental, referente a la descarga de efluentes líquidos, siendo de interés para el estudio los siguientes:

- ✓ El decreto supremo N°003-2010-MINAM. Donde se aprueba los límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.
- ✓ Por otro lado el Decreto Supremo N° 021—2009, aprueba los valores máximos admisibles para descarga de los efluentes al sistema de alcantarillado.

Proceso de tratamiento

Por otro lado Romero (2010), indica sobre las plantas de tratamiento de las aguas residuales que la selección de un proceso de tratamiento de aguas residuales, o de la combinación adecuada de ellos, depende principalmente de:

- Las características del agua cruda.
- La calidad requerida del efluente.
- La disponibilidad del terreno.
- Los costos de construcción y operación del sistema de tratamiento.
- La confiabilidad del sistema del tratamiento.
- La facilidad de optimización del proceso para satisfacer requerimientos futuros más exigentes.

Para ello se realizó:

- ✓ Se determinó los mayores contaminantes para ver el diseño adecuado.
- ✓ Se diseñó un proceso de tratamiento a nivel piloto.
- Tanque de homogenización y oxigenación:
 - Asegurar que la salida del tanque de homogenización debe estar cerrada.
 - Introducir agua residual proveniente del proceso de la lavandería en el tanque de homogenización.
 - Se airea por espacio de 2 horas al día a 15 psig.
- Sistema Decantador de neutralización y precipitación química:
 - Se mide el pH para cuantificar la cantidad de cal hasta llevarlo a pH 12 (1,25 g / litro Efluente).
 - Con agitación y un tiempo de retención de 2 horas como mínimo, se ajusta el pH a 6,5 – 7,5 con ácido sulfúrico.
 - Se agrega coagulante como el Sulfato de aluminio en dosis de 4 ppm, agitándose y dando un tiempo de retención de 20 minutos para la precipitación de impurezas.
- Lecho de arena:
 - Inicialmente humedecer con agua limpia el filtro de arena hasta su saturación.
 - Se gradúa el flujo de efluente a pasar por el filtro de arena.
 - El flujo dependerá de la calidad del efluente.
- Carbón activado:
 - Adquirir un carbón activado que tenga altas capacidades de adsorción, velocidades de adsorción y resistencia a la tricción o dureza.
- Tanque para ozono:
 - Garantizar la inocuidad y la eliminación de flora microbiana del agua para ser reusada en la lavandería.

RESULTADOS

Caracterización de aguas residuales

Tabla 1. Caracterización de las diferentes etapas de lavado Lavandería Burbujas.

PARÁMETROS	UNIDADES	LAVADO		ENJUAGUE		COMPOSITO
		1	2	1	2	
Color		Turbio	Ligeramente Turbio	Ligeramente Claro	Claro	Ligeramente Turbio
Olor		A detergente	A detergente	A detergente	A enjuague	A detergente
Temperatura		23,8	23,8	23,5	23	23,1
pH		8,73	9,37	7,25	6,99	8,87
Conductividad	us/cm	2043	2970	1682	1745	2380
Oxígeno Disuelto	mg/L	8,51	8,03	7,27	8,49	8,73
Sólidos Disueltos	mg/L	922	1345	779	793	1064
DQO	mg/L	15	8,36	11,47	11,02	10,55
DBO5	mg/L	9,00	7,32	9,18	8,52	8,34
Sólidos Suspendidos	mg/L	4,00	3,85	2	0,5	2,75
Presencia de Tenso activos		SI	SI	SI	NO	SI

Fuente: Elaboración propia.

Disposición final del Efluente

A manera de comparación se indica la normativa vigente en el Perú de acuerdo al cuerpo receptor a descargar el efluente:

El decreto supremo N 003-2010-MINAM. Aprueba los límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales:

Tabla 2: Límites máximos permisibles para los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

PARÁMETROS	UNIDAD	LMP vertidos a cuerpos de agua
Aceites y grasas	mg/L	20
	NMP/100	
Coliformes termotolerantes	ml	10 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	Und.	6,5 - 8,5
Sólidos totales en suspensión	mg/L	150
Temperatura	°C	< 35

Fuente: MINSA

Por otro lado el Decreto Supremo N°021—2009, aprueba los valores máximos admisibles para descarga de los efluentes al sistema de alcantarillado, siendo relevantes:

Tabla 3: Valores máximos admisibles descarga para alcantarillado —Decreto Supremo N° 0212009

PARÁMETROS	UNIDAD	VMA para descargas al sistema alcantarillado
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1000
Sólidos suspendidos totales	mg/L	500
Aceites y grasas	mg/L	100

Proceso de tratamiento

Dado los resultados expuestos, el diseño propuesto se orienta a tratar a nivel piloto los efluentes de la empresa, que puede ser dimensionada a los requerimientos de las empresas de la localidad.



Figura 2. Diagrama de proceso de tratamiento de efluentes Lavandería para reúso

Tanque de homogenización y oxigenación

Para un mejor tratamiento de los efluentes que varían durante el día es necesario un tanque homogenizador, que permita homogenizar el material a tratar y que el diseño de esta unidad realice la función de diseño. Se deberá contar con un equipo de aireación para depurar la carga orgánica que mate las bacterias anaeróbicas e incremente las aeróbicas quienes aumentan la disminución de la carga orgánica.

Sistema Decantador de neutralización y precipitación química

Su función es reducir más la carga orgánica, a través de hidrólisis con cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) en medio alcalino y con ayuda de floculantes (FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) aumentar la precipitación de las partículas en suspensión, obteniéndose un líquido decantado.

Lecho de arena

Cuyo propósito de remover los sólidos en suspensión finos que pueda contener el efluente a la salida del agua y que no hayan decantador.

Carbón activado:

Cuyo propósito es remover sustancias orgánicas muy finas y que no hayan sido retenidas en el proceso anterior, así como turbiedad, colores y posibles olores remanentes.

Tanque de Ozono:

Cuyo propósito es garantizar que el agua que recircule en el proceso de lavado tenga las cargas microbianas negativas.

Observaciones:

La empresa evaluada dispone sus efluentes al sistema de alcantarillado de la localidad, por lo que es aplicable el Decreto Supremo N° 0212009, donde aprueba los valores máximos admisibles para descarga de los efluentes al sistema de alcantarillado.

La caracterización de aguas residuales, mostradas en la tabla 1, nos da valores muy por debajo de los límites máximos permisibles.

El tratamiento del efluente propuesto, es integral y busca una alternativa de un uso eficiente del recurso hídrico en la empresa, como es el reúso, por las consideraciones del párrafo anterior, se buscó obtener agua de excelente calidad que puede ser reusada en las lavadoras de la empresa.

DISCUSIÓN

La lavandería evaluada, por los análisis realizados cumple con disponer sus efluentes al sistema de alcantarillado con los límites máximos permisibles vigentes.

Es importante considerar que con el correr de los años se irá dando mayores exigencias en los Límites Máximos Permisibles de descarga de la empresa, por lo que el tratamiento del efluente propuesto, es integral y busca una alternativa de un uso eficiente del recurso hídrico en la empresa, como es el reúso que obtendrá agua de buena calidad que puede ser reusada en las lavadoras de la empresa.

Conclusiones

Los lineamientos de una auditoría energética a la distribución de vapor permiten detectar las potencialidades de ahorro económico en la industria azucarera en orden de importancia. El diseño a nivel piloto puede ser dimensionado a diferentes empresas de la localidad, con tecnologías y equipos disponibles en el mercado nacional e internacional.

La caracterización y disposición final del efluente permitió el diseño a nivel piloto de un proceso de tratamiento de vertimientos de lavandería, distrito Huacho, Perú. El diseño a nivel piloto puede ser dimensionado a diferentes empresas de la localidad.

Agradecimiento

A la Lavandería Burbujas, representado por su gerente General, por su apoyo desinteresado en la visita a sus instalaciones y muestro des sus efluentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gunther, M. (2011). El agua como un recurso natural renovable. México: Trillas S.A. de C.V.
- Romero, J. (2010). Tratamiento de aguas residuales. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA) (2003). Manual de Legislación Ambiental - Compendio de Normas Ambientales para Diferentes Actividades. Lima.
- Servicio de Tratamiento de Aguas Residuales, Industriales y Potable (SETARIP S.R.L.) (2004). Elaboración del Estudio Definitivo del Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado y Disposición Final de las Aguas Residuales de la DOE RUN PERU". La Oroya.
- Sierra, C. (2011). Calidad de agua. Bogotá: Ediciones de la U.
- Universidad de Oklahoma. Canter W., Larry. (1998), "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental- Técnicas para la Elaboración de Estudios de Impacto". Bogotá.



Fuente: www.servicaba.com