

1^{ra} edición

Estudios sobre Economía Circular e Industria 4.0

I Congreso Internacional de Ingeniería Industrial Aplicada
23, 24 y 25 de mayo del 2023, Guayaquil, Ecuador.

Tema 2

Determinación de indicadores de gestión de residuos sólidos para un proceso de elaboración de productos farmacéuticos.

Arturo Enrique Sánchez Granja

Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador

arturo.sanchezg@ug.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2449-2428>

Priscilla Elizabeth Moreno Marcial

Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador

priscilla.morenoma@ug.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8213-3533>

Omar Darío Coloma Hurel

Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador

omar.colmah@ug.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-6817-6972>



Resumen

En este artículo se realizó un análisis del manejo de un sistema de gestión de residuos sólidos y se determinaron los indicadores de gestión para una empresa que se dedican a elaborar productos farmacéuticos en Guayaquil. Este estudio contribuye a minimizar el impacto ambiental por causa de una mala gestión de los desechos, el fomentar cada vez más en el entorno empresarial la filosofía de la sustentabilidad creando conciencia sobre los retos que supone la gestión de residuos sólidos. Durante el proceso se identificó información preliminar importante que permitió identificar los residuos sólidos generados por la empresa, la variación que tienen cada uno de los desechos a lo largo del tiempo, empleando el análisis de un balance de masas con las tasas de generación y recolección de residuos. Se describió el proceso del trabajo desarrollado, presentando los resultados obtenidos sobre selección del tamaño del contenedor para el uso de las instalaciones realizando un control de los desechos.

Palabras Claves: Residuos Sólidos, Desechos, Contaminación, Medio Ambiente.

Abstract

In this article, an analysis of the management of a solid waste management system was carried out and the management indicators for a company dedicated to the production of pharmaceutical products in Guayaquil were determined. This study contributes to minimizing the environmental impact due to poor waste management, promoting the philosophy of sustainability more and more in the business environment, creating awareness about the challenges posed by solid waste management. During the process, important preliminary information was identified that allowed identifying the solid waste generated by the company, the variation that each waste has over time, using the analysis of a mass balance with the generation and collection rates of waste. The work process developed was described, presenting the results obtained on the selection of the size of the container for the use of the facilities, carrying out a waste control.

Keywords: Solid Waste, Waste, Pollution, Environment.

Introducción

El deterioro del medio ambiente se ha convertido en una problemática en la actualidad y con el pasar del tiempo ha hecho que las empresas busquen minimizar el impacto ambiental, y a su vez obtener beneficios económicos para generar desarrollo sostenible.

A través de la gestión de residuos sólidos las empresas se enfocan en implementar acciones ambientalmente viables al momento de cubrir una necesidad al momento de crear responsabilidad en preservar la integridad de los recursos y generar conciencia ambiental.

Este estudio pretende analizar el manejo de un sistema de gestión de residuos sólidos y determinar los indicadores de gestión de una empresa dedicada a la fabricación de medicamentos de uso humano y con ello a través de la información obtenida precisa de la basura generada producto de las actividades productivas. El objetivo principal es determinar indicadores de gestión de residuos sólidos para el proceso de elaboración de productos farmacéuticos por esa razón en este trabajo se tomó como referencia teorías usadas en investigaciones previas como:

La teoría de la conservación de la materia que establece que la masa no se crea ni se destruye solo se transforma y la teoría de la gestión ambiental y la sostenibilidad que está enfocada en lograr un equilibrio entre el desarrollo económico, la protección ambiental y la justicia social.

En este trabajo se realizó un diagnóstico de la situación actual evaluando las razones del mal funcionamiento analizando características y determinando las causas de la generación de residuos sólidos.

Se determinó el estado inicial de la gestión de residuos sólidos existente en la planta Guayaquil, evaluando los elementos funcionales de dicho sistema para poder identificar las principales fuentes de desechos y potenciales agentes contaminantes generados durante los procesos productivos de la planta Guayaquil y tener una referencia para la planta Durán.

Sistema de Gestión de Residuos

Sistema de Gestión Integrado (SGI): Parte del sistema de Gestión que incluye la estructura organizacional, la planificación de actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, procesos, recursos para desarrollar, implementar revisar y mantener al día los objetivos y las políticas de los Sistemas de Calidad, que establece un conjunto de características inherentes de un producto o servicio para cumplir con los requisitos establecidos.

Del Sistema Medio Ambiental, que tiene como finalidad proporcionar a las organizaciones los elementos de gestión ambiental (SGA) eficaces para ser integrados con otros requisitos de gestión, ayudando a las organizaciones a lograr metas ambientales y económicas (De la Cruz & Niño, 2016).

El alcance del Sistema de Gestión Ambiental diseñado se circunscribe al proceso de producción farmacéutica, el cual involucra la planta de producción farmacéutica y otras áreas independientes que se relacionan con el proceso productivo, tales como: almacén de materia prima, control de calidad físico-químico, control de calidad biológico y biofermentación, planta de producción de agua destilada y despachos de producto terminado, sin embargo, en algunos programas, procedimientos e instructivos se hizo necesario involucrar otras áreas como el área administrativa, salud ocupacional y seguridad industrial ingeniería – mantenimiento y casio (González Vaca & Rincón López, 2004).

El Sistema de Gestión Integral para el manejo de residuos hospitalarios y similares se entiende como el conjunto coordinado de personas, equipos, materiales, insumos, suministros, normatividad específica vigente, plan, programas, actividades y recursos económicos, los cuales permiten el manejo adecuado de los residuos por los generadores y prestadores del servicio de desactivación y servicio especial de aseo (Quispe Cruz, 2016).

La gestión de residuos sólidos puede ser definida como la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de residuos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética y de otras consideraciones ambientales y que también responde a expectativas públicas (Barros Rosales & Ortiz Solano, 2010).

Los residuos hospitalarios que se generan dentro del ámbito de los servicios del Hospital producto de las atenciones médicas son de riesgo ambiental y sanitario su manejo; para lo cual se ha desarrollado la fase de diagnóstico y caracterización desarrollados en siete días lo que permitirá identificar el impacto ambiental que se produce por el inadecuado manejo.

El análisis del trabajo será primero comparativo luego descriptivo y finalmente prospectivo, esto sobre los elementos de gestión que se encuentren luego de relacionarlos, con el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional modelo Ecuador. Posteriormente se hará la implementación en el plan de acción del sistema de gestión Modelo Ecuador (Fernández Vargas & Lara Satán, 2013).

Situación actual de la empresa

Se realizó un diagnóstico de la situación actual evaluando las razones del mal funcionamiento analizando características y determinando las causas de la generación de residuos sólidos.

Se determinó el estado inicial de la Gestión de Residuos Sólidos existente en la planta Guayaquil, evaluando los elementos funcionales de dicho sistema para poder identificar las principales fuentes de desechos y potenciales agentes.

Actualmente existen modelos de Sistemas de Gestión ambiental aceptados. Así, encontramos dos modelos referentes, estos son la ISO 14001 y el Reglamento Europeo 761/2001. Este último constituye un reglamento en el ámbito de la Unión Europea que dispone de un estatus legal y lleva a cabo una aproximación más prescriptiva en la gestión de los aspectos ambientales que la ISO 14001.

Análisis del cumplimiento legal

En el Ecuador existen normativas ambientales que controlan la gestión de los residuos sólidos, entre ellos se citan las siguientes en la Constitución del Ecuador. R.O. N° 449, 20-10- 2008 Art. 396, Art. 397; donde se expresa que todos tenemos derecho a vivir en un ambiente sano y además sobre la imprescriptibilidad de los daños ambientales.

Código Orgánico Integral Penal publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 180 del 10 de febrero del 2014 Art. 254, en la que se establece la gravedad de la pena a las personas que no se acojan a lo establecido en la normativa ambiental vigente en el país.

Metodología

En este trabajo se realizó una investigación de campo aplicada al obtener los datos de fuentes primarias debido a que los datos obtenidos de la cantidad de residuos registrada en la empresa permiten identificar la tasa de generación de residuos sólidos.

El procedimiento metodológico que se utilizó para recopilación de los datos fue la observación directa al momento de pesar los desechos generados por mes se obtuvo información del volumen de los mismos que permitirá elaborar el balance de masas.

En otras palabras, deberá cumplirse que:

Tabla 6.

Cantidad en el balance de masas.

Descripción	Cantidades (toneladas)
Material almacenado	2,72
Material de entrada	500,40
Material de salida	417,42

Se empleó el esquema para el análisis del balance de masas utilizado para determinar las tasas de generación de residuos y aplicado como un método para cuantificar las cantidades de residuos sólidos.

Se aplicó el análisis documental, lo que permitió obtener datos a partir de las fuentes secundarias y se revisaron artículos científicos y diversa documentación que guarda relación con la gestión de residuos sólidos.

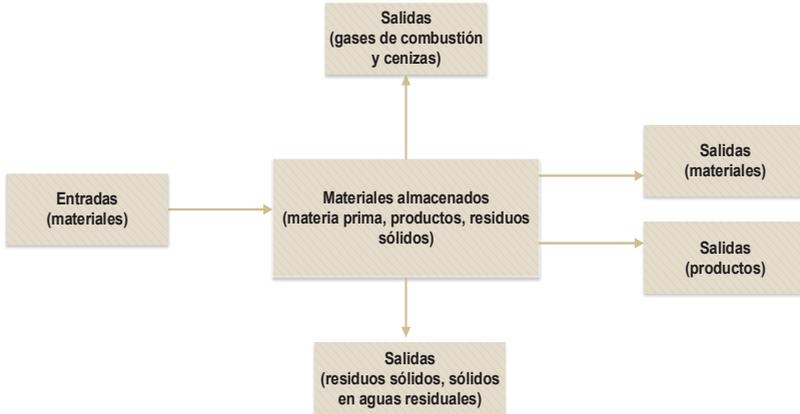
Se utilizaron las técnicas estadísticas para analizar las tasas de generación de residuos al definir un límite de sistema alrededor del proceso que permita simplificar los cálculos de los datos requeridos dentro del proceso de balance de masas.

Luego se determinaron las cantidades de desechos generados mediante las visitas a la planta donde empleando la observación directa se recopiló la información (peso de los residuos sólidos)

Con la información recopilada se realizaron gráficos de línea que permitió visualizar la variación de los desechos en el periodo de tiempo de un año.

Figura 8.

Esquema para el análisis del balance de masas.



Nota. Adaptado de (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1998)

Los siguientes datos corresponden a a varias entrevistas realizadas a la dirección técnica de la compañía proporcionando la siguiente información correspondiente a un año de producción:

La empresa en el año recibió 460,36 toneladas que equivalen a la materia prima para proceso 9,55 toneladas de plástico, 27,15 toneladas de cartones, 3,05 toneladas de otros materiales y 0,29 toneladas de reactivos.

Adicional a eso se laboró diagramas de flujo de entradas y salidas, UNA preparación previa del trabajo de campo (revisión de marco conceptual, recopilación de criterios legales en materia de residuos sólidos) Pre – muestreo (cronograma de visitas a la planta Guayaquil para la determinación de las cantidades de desechos generados).

- Muestreo (levantamiento de información encampo).
- Determinación de los elementos funcionales del sistema generación de residuos a analizar.
- Aplicación de la metodología para la determinación del contenedor óptimo.
- Diseño del centro de acopio de residuos.

Resultados

Los resultados fueron los siguientes

Desechos peligrosos: estos desechos son aquellos que, por sus características corrosivas, reactivas, toxicológica, inflamables, bio peligrosas, representan un peligro para la salud humana y al medio ambiente.

Desechos no peligrosos: aquellos que por sus características no representan peligro a la humanidad ni al medio ambiente.

Los datos tabulados corresponden a la información obtenida del balance de masas, incluida los desechos generados producto de actividades auxiliares.

Desechos peligrosos

$$\begin{aligned} \frac{46,81 \text{ t}}{415,84 \text{ t}} \times \frac{1000 \text{ kg desecho peligroso}}{1 \text{ t desecho peligroso}} \\ = 112,56 \frac{\text{kg desecho peligroso}}{\text{tonelada de producto}} \end{aligned}$$

Lo que significa que la compañía produce 112,56 kg de desecho peligroso por cada tonelada de producto elaborado.

Desechos no peligrosos

$$\begin{aligned} \frac{3,33 \text{ t}}{415,84 \text{ t}} \times \frac{1000 \text{ kg desecho no peligroso}}{1 \text{ t desecho no peligroso}} \\ = 8,01 \frac{\text{kg desecho no peligroso}}{\text{tonelada de producto}} \end{aligned}$$

En términos de desechos no peligrosos, por cada tonelada de producto fabricado, se generan 8,01 kilogramos estos residuos.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los indicadores de residuos calculados:

Tabla 7.

Cuadro de resumen de los indicadores de desechos calculados.

Tasa de Generación por desechos generado	
Residuos generados	Tasa de generación Kg residuo/ton producto
Plástico	0,6
Cartones	2,0
Otros materiales	1,3
Residuos Sólidos MP	110,7
AARRII	77,5
Reactivos puros	0,6
Tasa de Generación por tipo de Desecho generados	
Desechos peligrosos	112,56
Desecho no peligroso	8,01

Discusión

En esta parte se interpretan los resultados realizando un análisis que tiene relación con el problema de investigación, que la empresa pueda establecer un mejor plan estratégico y operativo y mejorar su productividad.

Conclusión

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que es importante para la recopilación de la cantidad de los desechos generados, método de “Análisis del número de cargas” el que se enfoca en anotar durante un periodo de tiempo específico, el número de cargas individuales y las correspondientes características de los residuos.

Existen desechos peligrosos que se generan en la compañía como el ácido acético, metanol puro, solvente dimetilformamida, mezcla de ácidos, desechos de HPLC, reactivos, lámparas fluorescentes, aceite usado, waipes, envases contaminados, frasco de solventes.

De los desechos total generados en la compañía, se obtuvo que el 56% corresponde residuos concebidos en el proceso de elaboración de productos farmacéuticos, y el 39% corresponde a producto mezclado con las aguas residuales, que representan las mayores fuentes de generación de residuos en la compañía.

La compañía no ha implementado medidas orientadas a minimizar las cantidades generadas durante el proceso productivo. Esto debido al desconocimiento de las cantidades de desechos generados en este rubro.

Se generan 110,7 kilogramos de residuos de producción por cada tonelada de producto fabricado, además de 77,5 kilogramos de materias primas se desechan como residuos líquidos al fabricar 1 tonelada de producto.

Por cada tonelada de producto fabricado se generan 0,6 kilogramos de reactivos puros utilizados en el laboratorio de control de calidad.

Referencias

- Barros Rosales, D. G., & Ortiz Solano, J. N. (2010). *Evaluación de rendimientos en el sistema de gestión final de los residuos sólidos del Cantón Mejía*. Ecuador: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <https://repositorio-latinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1055802>
- De la Cruz, F., & Niño, G. L. (2016). *Propuesta de un Sistema de Gestión Integrado para una planta del sector farmacéutico: Sistemas de Gestión de Calidad, Ambiental y Sistema de Gestión en Control en una planta farmacéutica en Cali*. Cali: Universidad del Valle. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10893/10007>
- Fernández Vargas, S., & Lara Satán, Á. M. (2013). *Modelo de sistemas de gestión de seguridad industrial y salud ocupacional basado en el modelo Ecuador para la empresa ecuatoriana de productos*. Maestría en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad, Ambiente y Seguridad. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5337>
- González Vaca, D. M., & Rincón López, A. M. (2004). *Diseño del sistema de gestión ambiental para la planta de producción farmacéutica de la empresa colombiana de productos veterinarios S.A. - Vecol S.A. con base en los requisitos de la NTC ISO 14001*. Bogotá: Universidad de la Salle. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1539
- Quispe Cruz, C. S. (2016). *Sistema de Gestión de Residuos Sólidos Hospitalarios del Centro de Salud CLAS*. Ciudad Nueva - Tacna: Universidad Privada de Tacna. Obtenido de <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/498>

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. A. (1998). *Gestión Integral de Residuos Sólidos, Volumen I*. Mexico, D.F.: McGRAW-HILL.