

Diagnóstico ambiental preliminar y oportunidades de prevención de la contaminación en la Fábrica de Helados Mayarí, Cuba

Preliminary environmental diagnosis and pollution prevention opportunities at the Mayarí Ice Factory. Cuba

*MSc. Liset Magaña-Irons^I, Dra C. Yudith González-Díaz^{II},
Ing. Liset Nápoles-Meléndez^I, Dra.C. Elaine Ojeda-Arnaignac^{II}*

yudith@uo.edu.cu

*^IEmpresa de Servicios Comandate René Ramos Latour NICAROTEC, Holguín, Cuba; ^{II}Facultad de
Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba*

Resumen

El presente trabajo se realizó en la Fábrica de Helados Mayarí con el objetivo de evaluar los impactos ambientales generados y proponer Oportunidades de Prevención de la Contaminación en dicha entidad. Se identificaron los problemas ambientales existentes teniendo en cuenta varios aspectos como agua, residuales, ruido, energía, etcétera, identificando como problemas, generación de residuales, consumo de agua y energía, generación de ruidos y gases. También se evaluaron, mediante una matriz de importancia las acciones impactantes sobre los factores agua, suelo, atmósfera, factor humano y factor socioeconómico. Las acciones más impactantes son, generación de residuales líquidos y consumo de agua, teniendo un impacto severo sobre el factor agua. Los demás factores son impactados moderadamente en el orden factor socioeconómico, factor humano, atmósfera y suelo. La evaluación de dichos impactos permitió la proposición y descripción de 14 Oportunidades de Prevención de la Contaminación (OPC) con el objetivo de prevenir la contaminación que aporta al ambiente esta industria, para las cuales se tuvieron en cuenta las acciones más impactantes, por lo que de estas, 10 OPC son propuestas en función de dichas acciones. La propuesta elaborada sirve como base para conformar una organización sustentable que catalice la aplicación de tecnologías limpias en el sector productivo, estableciendo las metas, y un plan de actividades a mediano plazo.

Palabras clave: impactos ambientales, helado, diagnóstico ambiental, oportunidades de prevención de la contaminación.

Abstract

The present work was carried out at the Mayarí ice cream factory with the objective of evaluating the environmental impacts generated and proposing Pollution Prevention Opportunities in this entity. Existing environmental problems were identified taking into account several aspects such as water, waste, noise, energy, etc., leaving existing problems as waste generation, water and energy consumption, generation of noise and gases. Impacting

actions on the factors water, soil, atmosphere, human factor and socioeconomic factor were also evaluated through a matrix of importance. The most striking actions are liquid waste generation and water consumption, having a severe impact on the water factor. The other factors are moderately impacted in the order socioeconomic factor, human factor, atmosphere and soil. The evaluation of these impacts allowed the proposal and description of 14 Pollution Prevention Opportunities (PPO) with the objective of preventing the pollution that this industry contributes to the environment, for which the most impactful actions were taken into account. Of these, 10 PPOs are proposals based on these actions. The elaborated proposal serves as the basis for forming a sustainable organization that catalyzes the application of clean technologies in the productive sector, establishing the goals, and a plan of activities in the medium term.

Keywords: environmental impacts, ice cream, environmental assessment, opportunities for pollution prevention.

Introducción

La creciente actividad industrial ha ido modificando severamente al ambiente, relacionándose cada vez más como una de las principales causas de contaminación ambiental: La variable ambiental comienza a internalizarse paulatinamente en los distintos procesos productivos. Dentro de los programas de protección del medio ambiente a nivel global se encuentra el manejo de los residuos sólidos y líquidos, el cual funciona como un plan integrado mediante la aplicación de diferentes actividades relacionadas con el manejo integral de residuos en busca de alternativas para minimizar la generación de estos, así como, el máximo aprovechamiento de estos, de tal forma que haya compatibilidad con el medio ambiente y la salud pública, entendiendo la naturaleza como un préstamo que hay que devolver para garantizar un desarrollo sostenible de quienes posteriormente se beneficiarán de ella.

La industria alimentaria es uno de los sectores productivos que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente, bien sea por la naturaleza de sus tecnologías o por las características de las entradas y salidas de sus procesos [1].

El reto se encuentra hoy en el interior del proceso productivo, en el tanto es posible realizar cambios que permiten reducir los desechos y el consumo de recursos como el agua y la energía. En nuestras empresas se podrá entonces traducir los cambios a favor del medio ambiente o de la eficiencia en beneficios económicos. Es en tal momento cuando estaremos en camino hacia una competitividad más duradera: la competitividad sostenible, pues la principal vía

para alcanzar el desarrollo sostenible es mediante la aplicación de tecnologías de producción más limpias [2].

En procesos productivos, la producción más limpia involucra la conservación de materias primas, agua y energía con la disposición de materiales tóxicos y peligrosos y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos en la fuente, el proceso. En productos, la producción más limpia ayuda a reducir el impacto ambiental, en la salud y en la seguridad de los productos durante todo su ciclo de vida [3].

Las Oportunidades de Prevención de la Contaminación se clasificaron en función de los siguientes puntos:

- ✓ Reducción en origen: Se considerará cualquier modificación de proceso, instalaciones, procedimientos, composición del producto o sustitución de materias primas que comporte la disminución de la generación de corrientes residuales (en cantidad y/o peligrosidad potencial), tanto en el proceso productivo como en las etapas posteriores a su producción.
- ✓ Reciclaje: Se considerará aquella opción de valorización que implica volver a utilizar una corriente residual bien en el mismo proceso o en otro. Si se realiza en el mismo centro productivo donde se ha generado se considera como reciclaje en origen.
- ✓ Valorización: Se considerarán aquellos procedimientos que permitan el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos.

El objetivo general es determinar los principales impactos ambientales y proponer oportunidades para prevenir la contaminación que genera la Fábrica de Helados Mayarí.

Materiales y métodos

A continuación, se precisan las metodologías que se han utilizado para identificar los principales impactos ambientales de la Fábrica de Helados Mayarí y proponer las oportunidades de prevención de la contaminación.

Como herramienta para diagnosticar el grado de conocimiento de la problemática ambiental y de las posibles variantes de solución para el

mejoramiento del desempeño ambiental de la empresa se les aplicaron a los trabajadores una encuesta.

Para la identificación de los aspectos ambientales más significativos se consideraron los conceptos establecidos a través de la norma ISO 14001 analizando cada una de las etapas del proceso productivo y considerando solamente aquellos aspectos relacionados con los objetivos del trabajo.

Mediante la revisión de los archivos, documentos y registros existentes en la empresa relacionados, directa o indirectamente, con los aspectos ambientales, la inspección en campo de las actividades de producción y mantenimiento relacionadas directamente con el medioambiente y la búsqueda bibliográfica se determinaron los principales contaminantes y su efecto sobre el ecosistema generado por la Fábrica de Helados Mayarí.

Una vez identificadas las actividades principales de la institución, se procedió a la parte más importante de este estudio, la identificación y evaluación de los impactos ambientales.

Primeramente, se elaboró una lista de los impactos ambientales que pudieran existir, determinando las consecuencias que las actividades de la empresa causan al relacionarse con cualquier elemento del medio ambiente.

Después de realizar los análisis, se revisó cada actividad para encontrar aquellas que causen un efecto positivo o negativo en el medio ambiente. Es así que se elaboran listas de los aspectos ambientales, pertenecientes a los procesos principales y a las actividades de dirección y apoyo. Finalmente, se elaboró una lista resumen de cada aspecto y de los impactos que pudiesen estar relacionados, dando la posibilidad a cada aspecto de tener más de un impacto ambiental relacionado.

Para la evaluación del impacto asociado a los aspectos ambientales identificados en la fábrica se utilizó la “Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental” [4] la cual evalúa el impacto en función de su importancia o significancia.

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, la matriz de importancia nos

permitirá obtener una valoración cualitativa al nivel requerido por una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) simplificada.

La valoración cualitativa se efectuará a partir de la matriz de impactos. Cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado. Al determinar la importancia del impacto, de cada elemento tipo, se construyó la matriz de importancia.

La importancia (I) de cada impacto que se registra en cada cruce de la matriz es determinada de manera cualitativa a través de la siguiente ecuación.

$$I = \pm (3IN + 2Ex + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \quad (1)$$

En la ecuación, el signo corresponde al carácter del impacto, IN representa la intensidad, EX la extensión, MO el momento, PE la persistencia, RV la reversibilidad, SI, la sinergia, AC la acumulación, EF el efecto, PR la periodicidad y MC la recuperabilidad.

La calificación de la importancia del impacto se calcula con los valores asignados a los atributos (tabla 1), los valores de la importancia que se obtienen varían entre 13 y 100. De acuerdo a la calificación el impacto se cataloga como Irrelevante ($0 \leq I < 25$), moderado ($25 \leq I < 50$), severo ($50 \leq I < 75$) o crítico ($75 \leq I$).

Para cada factor ambiental se establece una medida de importancia relativa al entorno, expresada en Unidades de Importancia (UIP); la asignación de los valores de UIP se realizó teniendo en cuenta valores estandarizados como los del sistema de ponderación de la metodología de Battelle o mediante consulta a expertos.

Las Unidades de Importancia (UIP) que se asignaron a cada factor permitieron realizar ponderaciones de los efectos globales. Para facilitar esta tarea, así como para facilitar la interpretación de las UIP la suma de las importancias de los factores debe ser 100.

Efectuada la ponderación de los factores ambientales, se procedió a valorar de manera cualitativa, en base a la importancia (I_{ij}) de los impactos, que cada acción (A_i) del proyecto genera en cada factor ambiental (F_j).

Tabla 1

Criterios empleados en la evaluación de impacto ambiental

Criterio		Definición
MAGNITUD	Intensidad	<u>Bajo (2)</u> . Su efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado. <u>Medio (5)</u> . Su efecto se considera una alteración del factor considerado. <u>Alto (10)</u> . Expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el efecto
	Extensión	<u>Predial (2)</u> . La acción produce un efecto dentro del predio destinado al emplazamiento del proyecto. <u>Local (5)</u> . El efecto se detecta a una distancia menor a 100m alrededor del predio destinado al emplazamiento del proyecto <u>Entorno (10)</u> . El efecto se detecta a una distancia mayor a 100m alrededor del predio destinado al emplazamiento del proyecto
	Duración	<u>Discontinuo (2)</u> . El efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia. <u>Periódico (5)</u> . El efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo. <u>Continuo (10)</u> . El efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.
Reversibilidad		<u>Total (2)</u> . El impacto puede revertirse en un corto plazo (0 a 2 años). <u>Parcial (5)</u> . El impacto puede revertirse en un largo plazo (2 a 10 años). <u>Nulo (10)</u> El impacto puede revertirse a muy largo plazo (10 años o más).
Riesgo o probabilidad de ocurrencia		<u>Bajo (2)</u> La probabilidad de que ocurra el impacto es menor al 10 %. <u>Medio (5)</u> La probabilidad de que ocurra el impacto varía entre el 10 y 50 %. <u>Alto (10)</u> La probabilidad de que ocurra el impacto es mayor al 50 %.

La suma ponderada de la importancia del impacto, ubicada en las filas (IR_j), permitió identificar los factores ambientales que sufren, en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad considerando su ponderación específica, lo que significa el grado de participación de los factores ambientales en el deterioro del ambiente.

La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada una de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados.

Teniendo en consideración los impactos ambientales generados se propusieron 14 alternativas de Oportunidades de Prevención de la Contaminación (OPC) en la Fábrica de Helados Mayarí, con el objetivo de reducir los consumos y el vertido final sin que por ello se vea afectada la producción.

Cada Oportunidad de Prevención de la Contaminación se recogió recoge en una ficha (CAR/PL, 2002) [5], donde se indican los puntos que aparecen en la tabla 2.

Tabla 2
Ficha para la presentación de Oportunidad de Prevención de la Contaminación

OPC-N: Nombre Oportunidad de Prevención de la Contaminación	
Tipo de Oportunidad: Aquí se recoge como se clasifica la OPC: reducción, reciclaje o valorización.	Re-diseño de procesos: Las posibilidades de reducción se clasifican también en función de que la OPC afecte a los productos o procesos.
Proceso: Proceso productivo en el cual se desarrolla la OPC.	Etapas/Operación: Operación sobre la que actuara la OPC.
Problemática medioambiental: Situación medioambiental que provoca la necesidad de mejora.	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Breve descripción de la OPC.	
Implantación: Se indican en este apartado las acciones o actuaciones a realizar para llevar a cabo la prevención de la contaminación.	Balance económico Se indica así cuando el resultado indica un beneficio económico. Se indica así que la implantación de la OPC supone un costo económico.
	Balance medioambiental: Se indica con este símbolo que el resultado de la OPC supone un aspecto medioambiental positivo. Se indica con este símbolo que el resultado de la OPC supone un aspecto medioambiental negativo.

Resultados y análisis

A continuación, se exponen los resultados obtenidos de la aplicación del diagnóstico ambiental preliminar en la Fábrica de Helados Mayarí.

En la tabla 3 se presenta un resumen de los aspectos ambientales más significativos de la empresa.

Tabla 3
Aspectos e impactos ambientales identificados en la producción de helados

Aspectos ambientales	Impactos
Generación de residuos líquidos	Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.
Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
Consumo de agua	Agotamiento del recurso agua
Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de las fuentes de energía no renovables.
Generación de gases	Contaminación atmosférica
Generación de ruidos	Afectación a la salud de los trabajadores

En la tabla 4 se muestra el resumen del cálculo de la Importancia (I) de los impactos provocados durante la producción de helados en la fábrica, para ello se utilizaron hojas de cálculo de Microsoft Excel.

Tabla 4
Matriz para la valoración de la importancia del impacto

Factores del medio	UI	Acciones Impactantes							Ij	IRj
		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇		
F ₁	40	-58	-15	-53	-13	-13	-13	-13	178	71,2
F ₂	10	-32	-26	-17	-13	-13	-13	-13	127	12,7
F ₃	15	-14	-14	-13	-15	-13	-33	-15	117	17,5
F ₄	15	-15	-16	-18	-14	-13	-25	-38	139	20,8
F ₅	20	-16	-14	-35	-23	-20	-13	-13	134	26,8
Ii	100	135	85	118	78	72	97	92	635	

donde

Aspectos ambientales negativos (Acciones):

A1– Generación de residuales líquidos.

A2– Generación de residuales sólidos.

A3 – Consumo de agua.

A4– Consumo de energía eléctrica.

A5– Utilización de gas refrigerante.

A6– Generación de gases.

A7– Generación de ruido.

Factores impactados:

F1– Agua

F2– Suelo

F3 – Atmósfera

F4– Factor humano

F5– Factor socioeconómico

Realizando una valoración de los resultados obtenidos en el resumen del cálculo de importancia (I), se llega a la conclusión que los aspectos ambientales de la fábrica deben ser evaluados considerando el siguiente orden de importancia:

1. Generación de desechos líquidos.
2. Consumo de agua.
3. Generación de gases.
4. Generación de ruido.
5. Generación de desechos sólidos.
6. Consumo de energía.
7. Utilización de gas refrigerante.

Según los resultados obtenidos por la matriz de importancia, los aspectos ambientales que provocan un impacto severo (valor de Importancia del Impacto mayor que 50) son el consumo de agua, debido a la cantidad elevada que se utiliza por las características del proceso productivo y la generación de residuales líquidos por el impacto de este sobre el agua.

Por los resultados obtenidos en la evaluación de impacto ambiental se propusieron las siguientes oportunidades de prevención y reducción de la contaminación:

- OPC 1: Control de las materias primas.
- OPC 2: Recuperación energética del tratamiento térmico de la mezcla.

- OPC 3: Control del consumo de agua.
- OPC 4: Limpieza en seco de la superficie.
- OPC 5: Instalación de sistema de cierre instantáneo en las mangueras de agua.
- OPC 6: Utilización de agua a presión para la limpieza de superficies.
- OPC 7: Recuperación de las soluciones de limpieza.
- OPC 8: Evitar las fugas de los fluidos frigoríficos.
- OPC 9: Segregar adecuadamente los residuos sólidos.
- OPC 10: Neutralización de las corrientes ácidas y básicas antes del vertido.
- OPC 11: Buenas Prácticas para la reducción del consumo de agua.
- OPC 12: Buenas Prácticas para la reducción del consumo de energía.
- OPC 13: Buenas Prácticas para reducir las emisiones de gases.
- OPC 14: Buenas Prácticas para facilitar la gestión de los residuos.

A modo de ejemplo se presenta en la tabla 5 la OPC-6: Utilización de agua a presión para la limpieza de superficies.

Tabla 5

OPC 6: Utilización de agua a presión para la limpieza de superficies

OPC- 6: Utilización de agua a presión para la limpieza de superficies	
Tipo de Oportunidad: Reducción en origen.	Re-diseño de procesos: Buenas Prácticas.
Proceso: Elaboración de helado.	Etapas / Operación: Limpieza de instalaciones.
Problemática medioambiental: Las operaciones de limpieza consumen entre un 25-40 % del agua consumida en la empresa láctea	
Oportunidad de Prevención de la Contaminación: Utilizar agua a presión para la limpieza de superficies, instalando boquillas de presión en las mangueras o mediante unidades móviles de agua a presión.	
Implantación: Instalar boquillas de presión en las mangueras Disponer de unidades móviles de suministro de agua a presión.	Balance económico: Reducción del gasto en agua. Costo de los equipos.
	Balance medioambiental: Menor consumo de agua. Reducción del volumen final del vertido.

Conclusiones

1. Con la identificación y valoración de los impactos ambientales de la Fábrica de Helados Mayarí se pudieron organizar los mismos según su intensidad de impacto quedando en el siguiente orden:

- **Generación de desechos líquidos.**
- **Consumo de agua.**
- **Generación de gases.**
- **Generación de ruido.**
- **Generación de desechos sólidos.**
- **Consumo de energía.**
- **Utilización de gas refrigerante.**

La acción más impactante es la generación de residuales líquidos, estos, son vertidos con un alto contenido orgánico sin un tratamiento previo. El consumo de agua impacta severamente sobre el factor agua debido a la cantidad de consumo de la misma. Los demás factores son impactados moderadamente en el orden, factor socioeconómico, factor humano, atmósfera y suelo.

2. El consumo de agua y energía se minimizarán aplicando las siguientes Oportunidades de la Prevención de la Contaminación:

- ***Control del consumo de agua.***
- ***Limpieza en seco de la superficie.***
- ***Instalación de sistema de cierre instantáneo en las mangueras de agua.***
- ***Utilización de agua a presión para la limpieza de superficies.***
- ***Recuperación energética del tratamiento térmico de la mezcla.***
- ***Evitar las pérdidas de fluidos frigoríficos.***
- ***Buenas Prácticas para la reducción del consumo de agua.***
- ***Buenas Prácticas para la reducción del consumo de energía.***

3. Permitirán minimizar el volumen y la carga contaminante del vertido final la aplicación de las siguientes Oportunidades de la Prevención de la Contaminación:

- ***Limpieza en seco de la superficie***
- ***Instalación de sistema de cierre instantáneo en las mangueras de agua.***
- ***Utilización de agua a presión para la limpieza de superficies.***
- ***Recuperación de las soluciones de limpieza.***
- ***Neutralización de las corrientes ácidas y básicas antes del vertido.***
- ***Buenas Prácticas para facilitar la gestión de los residuos.***

Referencias bibliográficas

1. RESTREPO, M. Producción más Limpia en la Industria Alimentaria. *Producción + Limpia*. enero-junio 2006, 1(1), pp. 87- 101.
2. GÓMEZ, P. Oportunidades de Prevención de la Contaminación que aporta la Empresa de Productos Cárnicos de Holguín UEB Frank País. Tutor: Yudith González Díaz. Trabajo de Diploma, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba, 2016.
3. RESTREPO G. M. *Producción más limpia en la industria alimentaria*. [en línea] [consultado 10 de marzo 2016]. Disponible en Web: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/217/1/PL_V1_N1_87_PL_INDUSTRIA_ALIMENTARIA.pdf.
4. CONESA, F. V. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi Prensa (España.). 2000. [en línea] [consultado 28 de abril 2016]. Disponible en Web: http://centro.paot.mx/documentos/variados/guia_metodologica_impacto_a_mrbiental.pdf
5. (CAR/PL). Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia Prevención de la contaminación en la industria Láctea. [en línea] [consultado 29 de marzo 2016]. Disponible en Web: http://www.cprac.org/docs/lac_es.pdf