

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PREDICCIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES BASADO
EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA ISO 14001: 2015 EN EL ESTABLECIMIENTO
DE EXPENDIO Y ALMACENAMIENTO DE CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS EL
REY, DE VALLEDUPAR, CESAR**



AUTORES:

ALITH NICOLE ROJAS PABÓN

LIZETH PAOLA RIVERA CÓRDOBA

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGIAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR
2025-2**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PREDICCIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES BASADO
EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA ISO 14001: 2015 EN EL ESTABLECIMIENTO
DE EXPENDIO Y ALMACENAMIENTO DE CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS EL
REY, DE VALLEDUPAR, CESAR**

AUTORES

ALITH NICOLE ROJAS PABÓN

LIZETH PAOLA RIVERA CÓRDOBA

DIRECTOR:

ADRIANA ROYERO IBARRA

DOCTOR EN CIENCIAS DE LA EDUCACION

ASESOR

TATIANA ECHAVARRIA GIL

ESPECIALISTA EN ENERGÍAS RENOVABLES

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

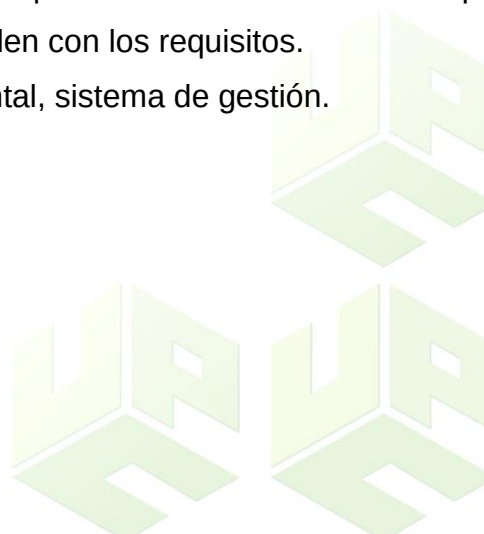
VALLEDUPAR – CESAR

2025-2

RESUMEN

La investigación diseñó un sistema de predicción en tiempo real de riesgos ambientales basado en inteligencia artificial y la Iso 14001: 2015 en el establecimiento de expendio y almacenamiento de carne y productos cárnicos El Rey, de Valledupar, Cesar. Por tres fases: diagnosticar el estado actual de la gestión ambiental del establecimiento de expendio y almacenamiento de carne y productos cárnicos El Rey, según los requerimientos de la norma ISO 14001 – 2015 y la normativa ambiental vigente., desarrollar un modelo de predicción de riesgos ambientales basado en inteligencia artificial y la Iso 14001: 2015 y formular programas del SGA basado en los lineamientos de la ISO 14001: 2015 en el establecimiento de expendio y almacenamiento de carne y productos cárnicos El Rey, con el fin de optimizar el desempeño ambiental. En cuanto a la caracterización cuantitativa, se determinó que los residuos que más se generan en la carnicería son los orgánicos, específicamente huesos, grasas y residuos de carne, con una cantidad aproximada de sesenta kilogramos por semana. Le siguen en importancia las aguas residuales y de limpieza de las cámaras frigoríficas, con un volumen de alrededor de cuarenta litros por semana. El ajuste del modelo ha mostrado mejoras significativas en varias métricas clave. Mejora en la precisión de la clase "Incumple": La precisión de la clase "Incumple" ha aumentado significativamente de 23.08% a 65.00%, lo que indica que el modelo ahora es más capaz de identificar correctamente los casos que no cumplen con los requisitos.

Palabras claves: impacto ambiental, gestión ambiental, sistema de gestión.



ABSTRACT

The research designed a real-time environmental risk prediction system based on artificial intelligence and ISO 14001: 2015 in the El Rey meat and meat products retail and storage establishment in Valledupar, Cesar. In three phases: diagnose the current state of environmental management of the El Rey meat and meat products retail and storage establishment, according to the requirements of ISO 14001 - 2015 and current environmental regulations; develop an environmental risk prediction model based on artificial intelligence and ISO 14001: 2015; and formulate EMS programs based on ISO 14001: 2015 guidelines in the El Rey meat and meat products retail and storage establishment, in order to optimize environmental performance. Regarding the quantitative characterization, it was determined that the most common waste generated in the butcher shop is organic waste, specifically bones, fats, and meat waste, with an approximate amount of sixty kilograms per week. Next in importance is wastewater and cleaning water from the cold storage facilities, with a volume of approximately forty liters per week. Model tuning has shown significant improvements in several key metrics. Improved accuracy of the "non-compliant" class: The accuracy of the "non-compliant" class has significantly increased from 23.08% to 65.00%, indicating that the model is now better able to correctly identify cases that do not meet requirements. Keywords: environmental impact, environmental management, management system.



TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
RESUMEN.....	5
LISTA DE TABLAS	9
LISTA DE FIGURAS.....	9
INTRODUCCIÓN	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. MARCO REFERENCIAL	17
4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
4.2 MARCO TEORICO	19
4.4 MARCO CONTEXTUAL.....	25
4.5 MARCO LEGAL	28
5. MARCO METODOLOGICO.....	30
5.1 LINEA Y SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN	30
5.2 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	30
5.3 ALCANCE DE INVESTIGACIÓN.....	30
5.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	30
5.5 MUESTRA POBLACIONAL.....	031
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	36

7. CONCLUSIONES.....	752
8. RECOMENDACIONES.....	753
BIBLIOGRAFIA.....	754



LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Normativa.....	28
Tabla 2. Caracterización cualitativa de los residuos generados en la empresa.....	37
Tabla 3. Caracterización cuantitativa de los residuos generados en la empresa	38
Tabla 4. Consumo de agua y energía en la empresa	39
Tabla 5. Identificación de riesgos sanitarios en la empresa.....	40
Tabla 6. Verificación del cumplimiento de los procedimientos requeridos de la norma ISO 14001 – 2015.....	49
Tabla 7. Matriz DOFA	14

LISTA DE FIGURAS

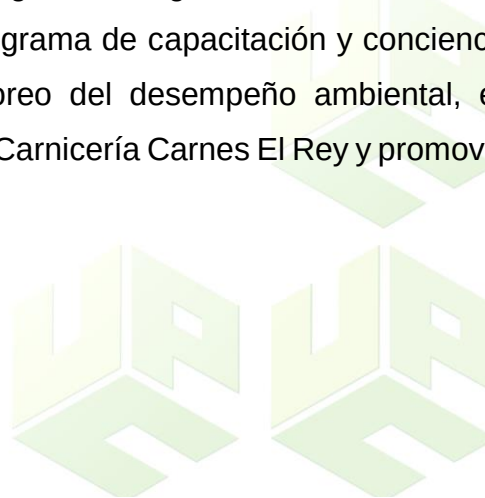
Figura 1 Sistema de gestión.....	21
Figura 2 Ciclo PHVA.....	22
Figura 3 Ubicación de valledupar	27
Figura 4. Residuos generados en la empresa.....	36
Figura 5. Fotografías de la empresa.....	45
Figura 6. Matriz de confusión del algoritmo Random Forest	16
Figura 7. Desarrollo del algoritmo	16
Figura 8. Resultados visualizados del modelo con información proporcionada del diagnóstico	20
Figura 9. Prueba de sensibilidad	22
Figura 10. Procedimiento del algoritmo	23
Figura 11. Procedimiento de ajuste del modelo	25

7. CONCLUSIONES

En cuanto a la caracterización cuantitativa, se determinó que los residuos que más se generan en la carnicería son los orgánicos, específicamente huesos, grasas y residuos de carne, con una cantidad aproximada de sesenta kilogramos por semana. Le siguen en importancia las aguas residuales y de limpieza de las cámaras frigoríficas, con un volumen de alrededor de cuarenta litros por semana. La carnicería, como establecimiento de manipulación de alimentos de origen animal, está expuesta a riesgos sanitarios significativos que pueden afectar la salud del consumidor y la reputación del negocio. El riesgo más crítico es la contaminación microbiológica, dada la naturaleza perecedera y altamente vulnerable de la carne. Para esto, se requieren controles estrictos de limpieza, refrigeración y manipulación.

El ajuste del modelo ha mostrado mejoras significativas en varias métricas clave. Mejora en la precisión de la clase "Incumple": La precisión de la clase "Incumple" ha aumentado significativamente de 23.08% a 65.00%, lo que indica que el modelo ahora es más capaz de identificar correctamente los casos que no cumplen con los requisitos. Mejora en el F1-Score de la clase "Incumple": El F1-Score de la clase "Incumple" ha aumentado de 0.11 a 0.45, lo que sugiere que el modelo ahora tiene un mejor equilibrio entre precisión y recall para esta clase.

El diseño y la posterior implementación de programas de gestión ambiental, como el sistema de gestión de residuos y reciclaje, el programa de capacitación y conciencia ambiental, y el sistema de seguimiento y monitoreo del desempeño ambiental, es fundamental para reducir el impacto ambiental de la Carnicería Carnes El Rey y promover la sostenibilidad.



8. RECOMENDACIONES

La implementación de un sistema de gestión ambiental es un paso crucial para cualquier empresa que busque reducir su impacto ambiental y promover la sostenibilidad. En este sentido, se recomienda que futuras investigaciones se enfoquen en evaluar la efectividad de los sistemas de gestión ambiental en diferentes sectores y empresas, con el fin de identificar mejores prácticas y oportunidades para la mejora continua.

Futuras investigaciones pueden enfocarse en evaluar la relación entre la implementación de sistemas de gestión ambiental y la mejora del desempeño ambiental y económico de las empresas. También pueden explorar las barreras y desafíos que enfrentan las empresas al implementar sistemas de gestión ambiental y cómo pueden superarse. Además, se pueden realizar estudios de caso sobre empresas que hayan implementado sistemas de gestión ambiental exitosos, con el fin de identificar lecciones aprendidas y mejores prácticas que puedan ser aplicadas en otras empresas.

Para la Empresa

La Carnicería Carnes El Rey puede beneficiarse de la implementación de un sistema de gestión ambiental que se integre con sus operaciones diarias. Se recomienda que la empresa establezca metas y objetivos claros para la reducción de su impacto ambiental y que monitoree y evalúe regularmente su desempeño ambiental. Además, es fundamental que la empresa capacite y conciencie a sus empleados sobre la importancia de la gestión ambiental y su papel en la reducción del impacto ambiental de la empresa.



BIBLIOGRAFIA

- Agudelo, A. (2021). PROPUESTA DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA FINCA CHAPOLITO VEREDA LA MARIA. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/797f8408-ee9f-4b8a-a743-fa25095d5fce/content>
- Arias, G., & Gómez, P. (2021). DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL BASADO EN LA NTC ISO 14001:2015 PARA EL GRUPO EMPRESARIAL EL VELADERO S.A.S (VELGRUP). <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/35116/2021ginaarias.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Evangelista, D. y Chávez, L. (2022). Propuesta de un Sistema de Gestión Ambiental basado en la norma ISO 14001:2015 para la Empresa Sertraven Importaciones EIRL, Arequipa - 2022. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Continental, Arequipa, Perú.
- ISO 14001:2015, 2015. ISO 14001 2015 gana peso - Nueva ISO 14001:2015. [en línea]. Disponible en: <https://www.nueva-iso-14001.com/2015/10/la-norma-iso-14001-2015/>.
- ISO 14001:2015, 2016. ¿Qué requisitos se incluye en la nueva norma ISO 14001 2015? [en línea]. Disponible en: <https://www.nueva-iso-14001.com/2016/06/requisitos-se-incluye-la-nueva-norma-iso-14001-2015/>.
- ISO 14001:2015, 2018. ¿Qué son los aspectos ambientales? [en línea]. Disponible en: <https://www.nueva-iso-14001.com/2018/04/que-son-losaspectos-ambientales/>

Leguizamón, V., & Corredor, C. (2017). ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL (S.I.G.A.M) PARA EL MUNICIPIO DE CHOACHI, CUNDINAMARCA

LÓPEZ P, S., (2019). Diseño de un sistema de gestión ambiental (SGA) basado en la norma técnica colombiana ISO 14001-2015 para la empresa avena reyes de Villavicencio, Meta. Universidad Santo Tomás [en línea], pp. 1-81. 2019.

López, S. (2019). DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA) BASADO EN LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA ISO 14001-2015 PARA LA EMPRESA AVENA REYES DE VILLAVICENCIO, META.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/18300/2019stefanylopez?Sequence>

LUCAS ROMAN, V.A (2020)., Diseño de un sistema de gestión ambiental basada en la norma ISO 14001 para minimizar los impactos ambientales en la Empresa Redondos S.A. planta de incubación Supe 2020. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión [en línea], pp. 1-132. 2020. Disponible en:
<http://repositorio.unifsc.edu.pe/handle>

MATA CERCADO, K.V. y GUERRERO CRÚZ, E.R., (2019) Diseño de un sistema de gestión ambiental para la empresa Ecuacoffee S.A. basado en la norma ISO 14001:2015. Universidad de Guayaquil [en línea], pp. 1-191. 2019. Disponible en:
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/47129>

MIÑANO MERA, E.R., (2019). Propuesta de un sistema de gestión ambiental bajo el contexto de la Norma Iso 14001 mediante un modelo de mejora continua en la empresa agroindustrial Pomalca S.A.A. Chiclayo - Lambayeque. Universidad Nacional de Trujillo [en línea], pp. 1-76. 2019. Disponible en:
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11511>

Toro Sandoval, J. C., & Ávila Bermúdez, C. H. (2004). Modelo de implementación de un sistema de gestión ambiental ISO 14001 para la empresa carnes de Los Sauces.

Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1513



ANEXOS

Anexo 1. Creación del algoritmo

Repetimos el proceso tras el reinicio del entorno

```
import pandas as pd
```

```
import numpy as np
```

```
from sklearn.model_selection import train_test_split
```

```
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
```

```
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
```

```
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix
```

conjunto de datos históricos de una empresa ambiental

```
np.random.seed(42)
```

500 registros

```
n_samples = 500
```

Variables

```
data = pd.DataFrame({  
    'Emisiones_CO2': np.random.normal(loc=50, scale=10, size=n_samples),  
    'Consumo_Agua': np.random.normal(loc=300, scale=50, size=n_samples),  
    'Consumo_Energia': np.random.normal(loc=150, scale=30, size=n_samples),  
    'Residuos_Organicos': np.random.normal(loc=70, scale=15, size=n_samples),  
    'Residuos_Peligrosos': np.random.normal(loc=20, scale=5, size=n_samples),  
    'Incumple_ISO14001': np.random.choice([0, 1], size=n_samples, p=[0.7, 0.3]) # 1:  
    Incumple, 0: Cumple  
})
```

Separar variables predictoras y variable objetivo

```
X = data.drop('Incumple_ISO14001', axis=1)
```

```
y = data['Incumple_ISO14001']
```