



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**“ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**  
**ORGÁNICOS E INORGÁNICOS EN EL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA,**  
**APLICANDO EL MODELO WARM, 2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORAS:**

Carrillo Ramírez, Luisa Giovanna (ORCID: 0000-0002-0104-4609)

Saenz Huaman, Astrid (ORCID: 0000-0001-6154-1730)

**ASESOR:**

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas de Gestión Ambiental

LIMA-PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

A nuestros padres, por llenar nuestra vida de tanta dicha y por su apoyo incondicional en todo este proceso que conllevo la realización del presente trabajo de titulación, dándonos la fuerza necesaria para seguir adelante y ser quien nos motivaron a lograr esta meta.

## **Agradecimiento**

A pesar de las dificultades y las circunstancias en las que nos encontramos, con perseverancia pudimos lograr el objetivo damos gracias a Dios por darnos salud, fuerza para seguir adelante; gracias a nuestros padres y hermanos por el amor, dedicación, paciencia y apoyo incondicional en todo momento. Gracias a nuestro asesor el doctor Elmer Gonzales Benites Alfaro por su dirección y apoyo en el desarrollo de nuestra tesis. Agradecer también a la Municipalidad de Punta Hermosa por brindarnos la información requerida para lograr los objetivos planteados en nuestra tesis. Finalmente, a todos nuestros amigos, colegas y personas que aportaron al desarrollo de nuestra investigación.

## Índice

RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
I. INTRODUCCIÓN.....	1
I. MARCO TEÓRICO .....	3
II. METODOLOGÍA.....	28
2.1 Tipo y diseño de investigación .....	28
2.2 Variables y operacionalización .....	28
2.3 Población, muestra y muestreo .....	28
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
2.5 Procedimiento .....	29
2.6 Método de análisis de datos .....	38
2.7 Aspectos éticos .....	38
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
REFERENCIAS .....	52
ANEXOS.....	59

## Índice de tablas

Tabla N° 1. Otras herramientas metodológicas para medir las emisiones de gases de efecto invernadero. ....	22
Tabla N° 2. Variables. ....	28
Tabla N° 3. Composición porcentual de los residuos sólidos. ....	30
Tabla N° 4. Clasificación y cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos.....	32
Tabla N° 5. Cantidad de residuos reciclados mediante la implementación de valorización de residuos sólidos inorgánicos municipales del distrito de Punta Hermosa en el año 2019.....	33
Tabla N° 6. Cantidad de residuos valorizados mediante la implementación de valorización de residuos orgánicos municipales.....	34
Tabla N° 7. Clasificación de los residuos sólidos por tipo para el escenario base del WARM. ....	34
Tabla N° 8. Cantidad y tipo de residuo en el escenario alternativo de la implementación de valorización de residuos sólidos inorgánicos del distrito de Punta Hermosa del año 2019.....	35
Tabla N° 9. Emisiones de gases de efecto invernadero del escenario base del distrito de Punta Hermosa en el año 2019.....	39
Tabla N° 10. Emisiones de gases de efecto invernadero del escenario alternativo del distrito de Punta Hermosa en el año 2019.....	40
Tabla N° 11. Clasificación y cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos generados en el distrito de Punta Hermosa en el año 2019.....	42
Tabla N° 12. Clasificación de los residuos mediante la implementación de la valorización de residuos sólidos municipales recolectados en el distrito de Punta Hermosa. ....	43

## **Índice de gráficos**

Gráfico N° 1. Composición porcentual de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos del distrito de Punta Hermosa en el año 2019.....	41
Gráfico N° 2. Clasificación y cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos generados en el distrito de Punta Hermosa en el año 2019.....	42
Gráfico N° 3. Cantidad porcentual de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos por su clasificación del distrito de Punta Hermosa del año 2019.....	44

## Índice de figuras

Figura N° 1. Reducción de Residuos por tipo de residuo a evaluar.....	36
Figura N° 2. Representación del Transporte de los residuos.....	37
Figura N° 3. Característica del relleno del Modelo de Reducción de Residuos. ...	37
Figura N° 4. Disminución de la huella de carbono en el distrito de Punta Hermosa en el año 2019. ....	45

## Índice de Anexos

Anexo 1. Instrumento de medición N° 1 - Residuos sólidos inorgánicos. ....	59
Anexo 2. Instrumento de medición N°2 - Residuos orgánicos. ....	61
Anexo 3. Instrumento de medición N° 3 - Huella de carbono. ....	62
Anexo 4. Validación de instrumento 1 - Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez. ....	64
Anexo 5. Validación de instrumento 2 - Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez. ....	65
Anexo 6. Validación de instrumento 3 - Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez. ....	66
Anexo 7. Validación de Instrumento 1 - Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera. ...	67
Anexo 8. Validación de instrumento 2 -Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera. ....	68
Anexo 9. Validación de Instrumento 3 - Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera. ...	69
Anexo 10. Validación de instrumento 1 - Dr. Elmer Benites Alfaro. ....	70
Anexo 11. Validación de instrumento 2 - Dr. Elmer Benites Alfaro. ....	71
Anexo 12. Validación de instrumento 3 - Dr. Elmer Benites Alfaro. ....	72
Anexo 13. Matriz de operacionalización de las variables. ....	73
Anexo 14. Matriz de consistencia. ....	75
Anexo 15. Solicitud de información a la Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión ambiental del distrito de Punta Hermosa. ....	77
Anexo 16. Respuesta a solicitud de información a la Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión ambiental del distrito de Punta Hermosa. ....	78
Anexo 17. Resolución de Alcaldía del Plan Anual de Valorización de Residuos Inorgánicos Municipales 2019. ....	79
Anexo 18. Resolución de Alcaldía del Plan Anual de Valorización de Residuos Orgánicos Municipales 2019. ....	81
Anexo 19. Resolución de Alcaldía del Estudio de Caracterización de Residuos Municipales. ....	83
Anexo 20. Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental. ....	85
Anexo 21. Planta de reciclaje del distrito de Punta Hermosa. ....	85
Anexo 22. Vivero Municipal del distrito de Punta Hermosa. ....	86
Anexo 23. Planta Piloto de Compostaje del distrito de Punta Hermosa. ....	86
Anexo 24. Reporte de resultados del WARM. ....	87

## RESUMEN

Es necesario tener conocimiento acerca de los impactos negativos que se generan por la presencia de los residuos gestionados inadecuadamente en los municipios por lo tanto el objetivo principal de la presente investigación fue estimar la huella de carbono de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos del distrito de Punta Hermosa aplicando el modelo WARM, para ello fue necesario estimar las emisiones de gases de efecto invernadero del escenario base y la gestión alternativa de los residuos (reciclaje y compostaje) que se realizó en la municipalidad y dispuestos en el relleno sanitario. Se consideró data de la cantidad total de residuos generados del estudio de caracterización que fue 5397,11 ton/año en el año 2019. Se analizaron 15 tipos de residuos de los 60 que puede analizar el modelo. Finalmente, el modelo dio como resultados que la estimación para el escenario base fue 5532,63  $\text{TMCO}_2\text{E}$  y para el escenario alternativo fue 5210,97  $\text{TMCO}_2\text{E}$ , resultando una disminución de -321,66  $\text{TMCO}_2\text{E}$  equivalentes a la eliminación de las emisiones de  $\text{CO}_2$  anuales de 66 vehículos de transporte público, al no uso de 36,194 galones de gasolina y 13,402 cilindros de propano. El modelo aplicativo del software WARM es una herramienta de planificación y apoyo en la toma de decisiones para alcanzar los objetivos propuestos en la adecuada gestión de residuos sólidos.

Palabras clave: Huella de carbono, modelo de reducción de residuos, gases de efecto invernadero, residuos sólidos.

## **ABSTRACT**

It is necessary to have knowledge about the negative impacts generated by the presence of inadequately managed waste in municipalities therefore the main objective of this research is to estimate the carbon footprint of organic and inorganic solid waste of the Punta Hermosa district applying the WARM model for this it was necessary to estimate the greenhouse gas emissions of the base scenario and the alternative management of waste (recycling and composting) that was carried out in the municipality and arranged in the landfill. It was considered to date from the total amount of waste generated from the characterization study which was 5397.11 ton/year in 2019. 15 types of 60 waste that the model can analyze were analyzed. Finally, the model resulted in the estimate for the base scenario being 5532.63 TMCO<sub>2</sub>E and for the alternative scenario was 5210.97 TMCO<sub>2</sub>E, resulting in a decrease of -321.66 TMCO<sub>2</sub>E equivalent to the elimination of annual CO<sub>2</sub> emissions from 66 public transport vehicles, with the non-use of 36,194 gallons of petrol and 13,402 propane cylinders. The warm software application model is a decision planning and support tool to achieve the objectives proposed in proper solid waste management.

Keywords: Carbon footprint, waste reduction model, greenhouse gases, solid waste.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, BENITES ALFARO ELMER GONZALES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS EN EL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA, APLICANDO EL MODELO WARM, 2019", cuyos autores son CARRILLO RAMIREZ LUISA GIOVANNA, SAENZ HUAMAN ASTRID, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 24 de Diciembre del 2020

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
BENITES ALFARO ELMER GONZALES <b>DNI:</b> 07867259 <b>ORCID</b> 0000-0003-1504-2089	Firmado digitalmente por: ELBENITESALF el 24-12- 2020 17:56:13

Código documento Trilce: TRI - 0097799