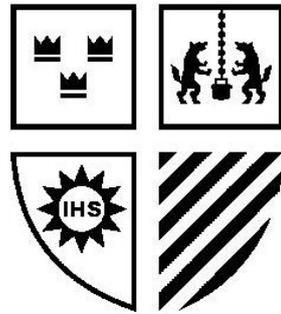


UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA

Facultad de Ciencias Sociales



UARM

Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

MEJORA EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE ANDAHUAYLILLAS, PROVINCIA DE QUISPICANCHI, CUSCO, 2022 BASADO EN LA ECONOMÍA CIRCULAR

Tesis para optar al Título Profesional de Licenciada en Economía y Gestión Ambiental

Presenta la Bachiller

JESICA AICA CHECCA

Presidenta: Karen Ilse Eckhardt Rovalino

Asesor: Manuel Ego Aguirre Madrid

Lector: Daniel Guitian Hernández

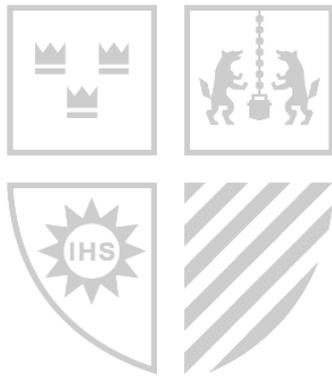
Lima – Perú

Noviembre del 2022

EPÍGRAFE

“Siempre parece imposible hasta que se hace”.

(Nelson Mandela)



UARM

Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

DEDICATORIA

A mis padres Jesusa y Jaime, a mi abuelita Manuela, a mi hermano Edison y a mis primos Heydi y Piero, por todo el cariño, apoyo y confianza que me brindaron durante mi formación profesional, ellos han sido mi gran motivo de superación.

Y a mí por nunca rendirme.



UARM

Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

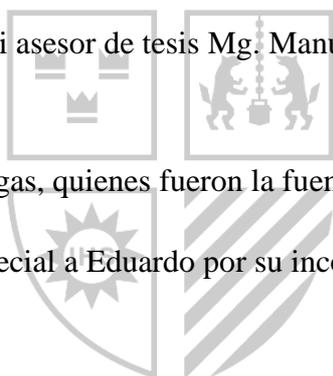
AGRADECIMIENTOS

Al programa BECA18 por haberme dado la oportunidad de poder estudiar en una universidad de prestigio, a los maestros de la facultad de Economía y Gestión Ambiental de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya, quienes contribuyeron con sus experiencias y conocimientos.

A mi asesor de tesis Mg. Manuel Ego Aguirre Madrid, por su tiempo, confianza y persistencia para el logro de mi tesis.

A mis amigas, quienes fueron la fuente de apoyo y alegría en toda esta etapa de mi vida.

En especial a Eduardo por su incondicional apoyo, confianza y comprensión en todo este proceso.



UARM
Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

RESUMEN

La presente investigación pretende evaluar la viabilidad de la implementación de una propuesta de mejora en la gestión de los residuos sólidos, en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022 basado en la economía circular. El diseño fue descriptivo no experimental, para ello se realizó el cálculo de la disposición a pagar mediante el método de valoración contingente por medio de encuestas para la obtención de datos, y la viabilidad de la propuesta se determinó mediante el análisis costo beneficio. En cuanto a la muestra, la población fue constituida por las viviendas del distrito de Andahuaylillas (2313), las técnicas empleadas fueron la observación y encuesta. Se concluyó que considerando una DAP media de S/ 7,51 es viable la implementación de una propuesta de mejora, ya que, los ingresos cubren los costos de la propuesta de mejora y la inversión en la propuesta se cubre al término de 5 años. Asimismo, el biodigestor tiene una vida útil mínima de 10 años, quedando un beneficio de 5 años en los que se va a seguir ahorrando los gastos de energía eléctrica en la planta de tratamiento y se producirán fertilizantes como biol y biosol.

Palabras Clave: Residuos Sólidos, Valoración económica, Disposición económica, Economía Circular, Biodigestor.

PISI PARLAYKUNALLAPI

Kay llank'anaka ruakushan yachayta munaspa imaynata ruwasunman allinkananmaq kay q'opawan Andahuaylillas llaqtapi.

Hinallataq kay q'opata manan munankucho k'ikllukunapi kananta nitaqmi ununchis qellichakunanta, allinta qawarispata t'akakunan.

Kay llank'anataqa ruwakamun tukuy llaqtata tapurispata hayk'ata qhawarisunman qopata oqarinankupaq chayhuanmy yachakunqa chey qolqeta tarpanmanchus, allin proyecto nisqa ruwakunampaq

Kay llaqtapiqa kasqa iskay waranqa kinsapachaq chunka kinsayoc wasicuna, chay wasikunata qhawarispata tapurikun q'opata huñukunmanchu allin kausanankupaq?

Llanqanata tukurispata yachakunqa qanchis pisqa céntimos qolqeta haywarikunman llipi llaqtamasipaq. Kay qolqetaqmi tarpanman allin proyecto nisqa ruwakunampaq. Hinallataqmi q'opata allinta t'akaspata, manaña ñishutañachu q'ellichasun, aswanmi cheymantaqa lloqsinman gas nisqata, wayk'ukunapaq, y wano niskatataq chaqrakuna allin t'ikarinampaq.

Imakunamantan rimakunka: qopamanta, hayq'ata qhawarisunman proyecto niskapaq, q'opata t'aqaspa imallapaqpis kanman y biodigestor nisqa.

ABSTRACT

This research aims to evaluate the feasibility of implementing a proposal for improvement in solid waste management, in the district of Andahuaylillas, province of Quispicanchi, Cusco, 2022 based on the circular economy. The design was descriptive, non-experimental, for which the willingness to pay was calculated using the contingent valuation method through surveys to obtain data, and the viability of the proposal was determined through cost-benefit analysis. Regarding the sample, the population was constituted by the dwellings of the district of Andahuaylillas (2313), the techniques used were observation and survey. It was concluded that considering an average DAP of S/ 7.51, the implementation of an improvement proposal is feasible, since the income covers the costs of the improvement proposal and the investment in the proposal is covered at the end of 5 years. Likewise, the biodigester has a minimum useful life of 10 years, leaving a benefit of 5 years in which the costs of electricity in the treatment plant will continue to be saved and fertilizers such as biol and biosol will be produced.

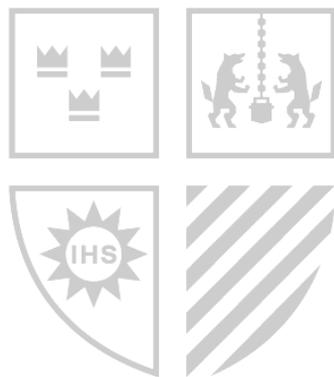
Key Words: Solid Waste, Economic Valuation, Economic Disposal, Circular Economy, Biodigester.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	15
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1 Descripción del Problema	17
1.2 Formulación del Problema.....	21
1.2.1 Problema General.	21
1.2.2 Problemas específicos.....	21
1.3 Objetivos de la investigación.....	21
1.3.1 Objetivo General.....	21
1.3.2 Objetivos específicos	22
1.4 Justificación e Importancia de la investigación.....	22
1.4.1 Justificación:	22
1.4.2 Importancia:.....	23
1.5 Alcances y limitaciones de la Investigación.....	23
1.6 Hipótesis	24
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	25
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	25
2.2 Marco legal	27
2.3 Marco Conceptual.....	27
2.3.1 Residuos sólidos.....	27
2.3.1.1 Manejo de residuos sólidos	29
2.3.1.2 Gestión integral de los residuos sólidos para el desarrollo sostenible	34
a. Objetivos de desarrollo sostenible.....	35
2.3.1.3 Gestión integral de los residuos sólidos para mejorar la calidad de vida	37
2.3.1.4 Factores que influyen en la acumulación de residuos.....	38
2.3.1.5 Factores que influyen en la DAP para disminuir la acumulación de residuos....	38

2.3.1.6 Propuesta de mejora en la gestión de los residuos sólidos.....	43
2.3.2 Economía circular	48
2.3.3 Economía verde.....	50
2.3.4 Gestión Ambiental	51
2.3.5 Valoración económica ambiental.....	54
2.3.5.1 Valoración económica	54
2.3.5.1.1 Valor	54
2.3.5.1.2 Valor de uso	55
2.3.5.1.3 Valor de no uso	55
2.3.5.1.4 Métodos de valoración económica ambiental.....	56
2.3.5.1.5 Método de valoración contingente.....	57
2.3.6 Análisis costo beneficio	58
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	59
3.1 Diseño y tipo de Investigación.....	59
3.2 Métodos, modelo econométrico para el método de valoración contingente.....	59
3.2.1 Métodos.....	59
3.2.2 El modelo econométrico para el método de valoración contingente	60
3.2.3 Modelo de disposición económica a pagar (DAP).....	60
3.2.4 Modelo probabilístico Probit	61
3.2.5 Modelo probabilístico Logit.....	61
3.3 Población y muestra de la investigación	62
3.3.1 Descripción del área de estudio	62
3.3.2 Población.....	65
3.3.3 Muestra.....	66
3.4 Técnicas de recolección de datos y validación del instrumento	66
3.5 Variables de la investigación	68
3.5.1 Variables para estimar la DAP.....	69
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS	71
4.1 Resultados econométricos.....	71
4.1.1 Resultados del método de valoración contingente.....	71
4.2 Respuesta a las hipótesis	74
4.2.1 Respuesta a la primera hipótesis específica	74
4.2.2 Respuesta a la segunda hipótesis específica	84

4.2.3 Respuesta a la tercera hipótesis específica.....	90
4.2.4 Respuesta a la hipótesis general.....	92
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES.....	98
BIBLIOGRAFÍA	99



UARM

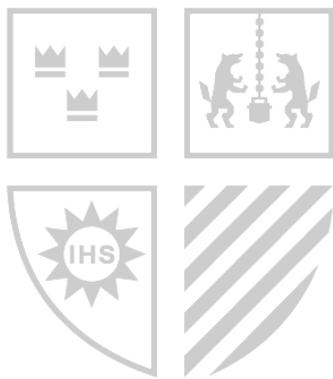
Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1: Procesos de Residuos Sólidos	20
Figura 2: Procesos de Residuos Sólidos	28
Figura 3 Clasificación de los residuos solidos.....	28
Figura 4: Generación total de residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas	31
Figura 5: Objetivos de desarrollo sostenible.....	35
Figura 6: Proceso de digestión anaeróbica	45
Figura 7: Diagrama de un biodigestor tubular de plástico de bajo costo.....	46
Figura 8: Esquema de la generación de biogás, biol, biosol y electricidad.	47
Figura 9 Diagrama del Sistema de la Economía Circular.....	49
Figura 10: Valor económico total (VET).....	56
Figura 11: Métodos de Valoración económica.....	57
Figura 12: Representación gráfica de una función logística.....	62
Figura 13: Ubicación política del Distrito de Andahuaylillas	63
Figura 14: Límites del Distrito de Andahuaylillas.....	64
Figura 15: Datos y valores de la muestra.....	66

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1: Identificación de las variables de la investigación	69
Tabla 2: Identificación de variables del método de valoración contingente.....	70
Tabla 3: Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo	71
Tabla 4: Resumen del modelo	71
Tabla 5: Prueba de Hosmer y Lemeshow	72
Tabla 6: Capacidad predictiva del modelo.	72
Tabla 7: Coeficientes de las Variables del Modelo y Odds ratio.....	73
Tabla 8: ¿A qué actividad económica se dedica?	74
Tabla 9: Respecto a las características del consumo de productos en el hogar	75
Tabla 10: Problemas ambientales que más afectan a las personas del distrito	78
Tabla 11: ¿Cuán ecologista se considera Ud. en una escala del 1 a 5?	78
Tabla 12: Adhesión a los valores culturales	79
Tabla 13: Cultura de reciclaje (hábitos).....	80
Tabla 14: ¿Qué hace habitualmente con la basura que genera en su hogar?	81
Tabla 15: ¿Qué hace con la basura cuando no pasa el camión recolector?	81
Tabla 16: ¿Cuánto es su estimado sobre la basura que genera en su hogar?.....	82
Tabla 17: ¿Qué piensa que sucede con la basura de su hogar?.....	83
Tabla 18: Costos de mano de obra.....	85
Tabla 19: Costos de materiales, equipos y maquinarias	86
Tabla 20: Costo total de la construcción del biodigestor.....	87
Tabla 21: Estadísticos descriptivos de los parámetros del modelo.....	91
Tabla 22: Flujo de caja de la propuesta de mejora	92
Tabla 23: Valor actual neto de la propuesta de mejora.....	93
Tabla 24: Costo Promedio Ponderado de Capital WACC de la propuesta de mejora....	94
Tabla 25: Análisis costo/beneficio de la propuesta	94



UARM

Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

INTRODUCCIÓN

La gestión de residuos sólidos es un reto para las autoridades gubernamentales de los países en vías de desarrollo. En cambio, los municipios son entidades estatales que son responsables de la gestión de residuos y enfrentan el desafío de brindar a los residentes un sistema eficaz y eficiente. No obstante, a menudo afrontan problemas ecológicos, debido a la complejidad, la falta de organización de los recursos financieros y multidimensionalidad (Abarca-Guerrero et al., 2015).

En el contexto actual, se ha podido observar que a pesar de las políticas públicas que se implementan a lo largo de los años, aún existen grandes dificultades en el manejo de los residuos sólidos. Por lo tanto, para la sociedad, en su mayoría, se ha normalizado el botar la basura en las calles, ríos, y quienes sufren las consecuencias, en mayor medida, son los sectores más vulnerables. A ello se le suma el constante crecimiento demográfico, y la relación que se presenta es positiva, ya que, a mayor población, mayor consumo y por ende mayor producción de residuos.

De igual modo, la gestión inoportuna de los residuos está originando la transmisión de enfermedades, contaminación de los ríos y océanos, inundaciones, etc. Además, los gases de efecto invernadero son un factor fundamental que favorece al cambio climático. Por consiguiente, las cifras son alarmantes, se espera que “en el año 2030 a nivel mundial se genere alrededor de 2.59 mil millones de toneladas de residuos al año, y para el año 2050 aumentaría a 3.40”. Este hecho se da en función a dos factores: crecimiento de la población y crecimiento del producto bruto interno (PBI). En tal medida, se hace énfasis en la necesidad de establecer medidas para reducir el nivel de residuos que se está produciendo (Kaza, Yao. Bhada-Tata, & Van Woerden, 2018).

En el distrito de Andahuaylillas, en el año 2019 la Sub Gerencia de Medio Ambiente y Saneamiento de la Municipalidad realizó “El estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales”, donde se estimó que la generación domiciliaria per cápita de residuos sólidos domésticos fue de 0.17 Kg/ hab /día y no domiciliaria fue de 40.09 Kg/día, teniendo como problemática el incremento en la generación y acumulación de residuos, a tal punto de que el espacio que se utiliza para la disposición final de los residuos es insuficiente. Además, no existe un programa de segregación desde la fuente, ni tampoco proyectos que incentiven la educación ambiental y que estos vayan de la mano con temas concernientes a desarrollo sostenible y economía circular (Municipalidad Distrital de Andahuaylillas, 2020).

En ese contexto, el presente estudio, pretende evaluar la viabilidad de la implementación de una propuesta de mejora en la gestión de los residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022 basado en la economía circular, a partir de la estimación de la disposición a pagar de los habitantes del distrito y los costos de la construcción de la planta.

En la tesis se formuló como pregunta de investigación: ¿Cuál es la viabilidad de una propuesta de mejora en la gestión ambiental de los residuos sólidos, en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022 basado en la economía circular, a partir de la estimación de la disposición a pagar?, ello se responderá mediante el método de valoración contingente y el análisis costo beneficio. En ese sentido, la tesis está estructurada en cinco capítulos. En el capítulo I, se presenta la identificación del problema, formulación del problema, objetivos, justificación, alcances, limitaciones y la hipótesis. El capítulo II, contiene los antecedentes de la investigación, el marco legal y marco conceptual. En el capítulo III, se presenta el diseño y tipo de investigación, métodos, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y las variables a utilizar. En el Capítulo IV se muestran los resultados econométricos y la respuesta a la hipótesis. Y al final de la investigación se manifiestan las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del Problema

El manejo de los residuos sólidos es un reto para las municipalidades, por consiguiente, la carga en los presupuestos municipales y el impacto de diversos factores, afecta a las diferentes etapas de la gestión de residuos y los lazos necesarios para permitir el correcto manejo de residuos sólidos. Además, dichos municipios son entidades responsables de la gestión de residuos, por lo que a menudo enfrentan problemas, especialmente en la carencia de recursos financieros, de organización, complejidad, y multidimensionalidad (Abarca-Guerrero et al., 2015).

En el Perú, aún se sobrelleva graves problemas de limpieza pública. Es así que el 75% de los peruanos viven en ciudades y cada día se produce más basura (en promedio se genera más de medio kilo al día por persona). Además, la cantidad de basura está aumentando; es decir, hace 10 años era de 13 mil T/día, hoy se tiene hasta 18 mil T/día. Por tanto, el 50% de estos residuos no se sitúan debidamente, por ende, se tiene ciudades, playas, ríos, quebradas y calles contaminadas (Ministerio del Ambiente, 2022).

Para contrarrestar este problema, es necesario una política pública, implementada con normativa, proyectos, incentivos, tecnologías, nuevas soluciones, asistencia técnica y capacitación a nivel de descentralización, educación de calidad y programas de ciudadanía (Ministerio del Ambiente, 2022). Para efectuar un manejo apropiado de los residuos sólidos no solo basta con que este sea responsabilidad del estado, ni tampoco de las municipalidades. Los actores involucrados en este proceso son la sociedad en su conjunto: Estado, gobiernos locales, grandes y medianas empresas y los ciudadanos, pues este no debería ser un tema ausente en la agenda pública.

En ese sentido, en el distrito de Andahuaylillas, en el año 2019 la Sub Gerencia de Medio Ambiente y Saneamiento de la Municipalidad realizó “El estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales”, donde se estimó que la generación no domiciliaria fue de 40.09 Kg/día y la generación domiciliaria por individuo fue de 0.17 Kg por día. Respecto a la composición de los residuos sólidos, se determinó que el 76% son residuos aprovechables, y están conformados por residuos orgánicos, como, por ejemplo, maleza, poda y residuos de alimentos, y otros representan un 54.40%, los residuos inorgánicos como papel, cartón, vidrios, plásticos, envases tetra brik, entre otros representan el 21.94%, y los residuos no utilizables como residuos sanitarios, bolsas plásticas desechables, Tecnopor, pilas y otros residuos son el 23.67%, teniendo como problemática la acumulación e incremento de residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas (Municipalidad Distrital de Andahuaylillas, 2020).

Respecto a las condiciones de la gestión de residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas, se tienen cinco pares de papeleras públicas de color verde en la Plaza de Armas, el servicio de barrido de calles comprende la limpieza y recojo manual de los residuos que se encuentran en las calles y avenidas principales del área urbana. La recolección de los residuos sólidos municipales se realiza por administración directa y el método utilizado es el de "casa por casa", que consiste en la recolección de los residuos desde la vivienda, los cuales se recolectan sin realizar una previa clasificación según tipo de residuo. El servicio tiene una cobertura del 100% de la zona urbana y 70% en la zona rural. Para el transporte de los residuos sólidos se tiene un carro compactador y un camión de 15 m³. El centro poblado cuenta con una planta de tratamiento para residuos sólidos orgánicos e inorgánicos y la disposición final se realiza en un botadero a cielo abierto el cual ya está en su límite.

Sin embargo, aún existen oportunidades de mejora en cuanto a la recolección diferenciada de residuos, y la ampliación del servicio en la zona rural, así como la ampliación de la planta de tratamiento de residuos y mejora de la disposición final de residuos. En cuanto a los puntos de almacenamiento de la basura, se presentan deficiencias como la existencia de un punto crítico de almacenamiento temporal, el cual se encuentra en el sector Rumicolca, además, no se realiza el barrido del mercado, pero si el recojo de los residuos sólidos por el carro compactador (Municipalidad Distrital de Andahuaylillas, 2020). Por otro parte, mediante una entrevista con algunos pobladores, indicaron estar insatisfechos con el servicio de recolección de residuos, pero, no se tiene

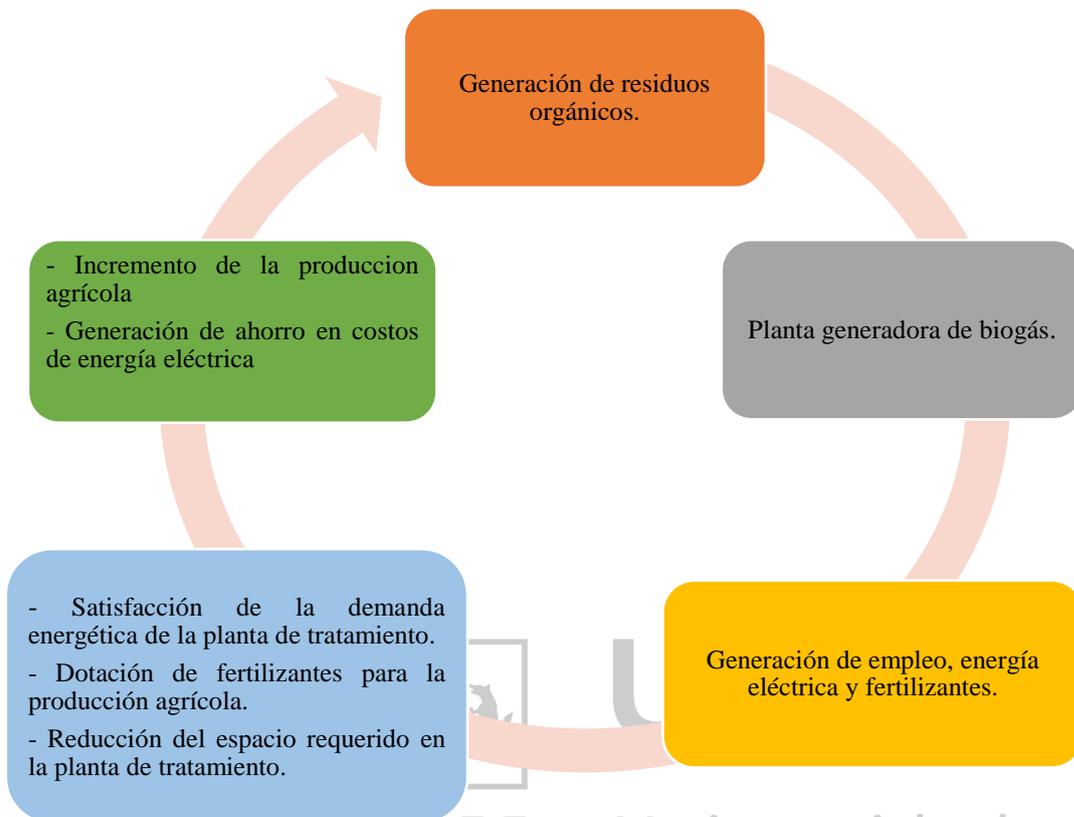
información que demuestre el nivel de satisfacción de los habitantes de las diversas zonas respecto a este hecho, o que indique las acciones de los pobladores respecto a sus residuos sólidos, sus inconvenientes o dificultades.

Asimismo, existe poca sensibilización ambiental, ya que, la población considera importante el cuidado y la preservación del ambiente, sin embargo, sus acciones reflejan lo contrario. En los últimos años, se lleva a cabo actividades que fomentan el reciclaje segregado, como, por ejemplo, el “Eco Andahuaylillas”, para la recolección selectiva de residuos aprovechables y su incorporación en la valorización inorgánica de residuos sólidos, pero ello no es suficiente, puesto que, no existe participación de toda la población en conjunto. Pese a los esfuerzos por crear conciencia ambiental, aun la gente bota los residuos en los ríos, en las calles. La mayoría piensa que, al botar una sola bolsa u otro material, este no va afectar al medio en el que vive, pero, así como esa persona existen otros que también pueden pensar de la misma manera, y como consecuencia está la generación de gran cantidad de residuos en las calles, ríos, etc. que a largo plazo va afectar a las generaciones futuras.

Para mejorar esta situación, la Municipalidad viene ejecutando el proyecto “Mejoramiento del servicio de limpieza pública y la disposición final de residuos sólidos municipales del Centro Poblado de Andahuaylillas”, en el cual se viene realizando acciones para el uso y optimización de un relleno sanitario, sin embargo, por el interés del investigador, se plantea como propuesta de mejora la construcción de una planta generadora de biogás y subproductos como biol y biosol para aprovechar la generación de residuos orgánicos, y en consecuencia suplir la demanda energética del relleno sanitario y la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos que permite aislar y clasificar los residuos en el distrito de Andahuaylillas, vinculándose con los principios de economía circular como la reutilización de residuos y estos no sean derivados directamente a un sitio de disposición final, y empleándolo como fuente de energía renovable.

En ese entender, la planta generadora de Biogás, tendrá múltiples beneficios, promoviendo una economía circular para el distrito de Andahuaylillas, en el siguiente diagrama se observa el proceso de la planta generadora de biogás:

Figura 1: *Procesos de Residuos Sólidos*



Sin embargo, evaluando los recursos con los que cuenta la Municipalidad Distrital de Andahuaylillas se encontró que existen insuficientes equipos de almacenamiento de residuos, no se realizan cobros diferenciados y se tienen escasos recursos financieros para el servicio de limpieza pública, por lo que una mejora en la gestión de residuos, podría estar afectada por la disposición económica a pagar por parte de los pobladores, por lo que, para realizar mejoras significativas en la gestión de residuos sólidos, sería importante saber si existe una disposición a pagar por estar mejoras.

Tampoco se tiene conocimiento respecto a los factores que influyen en la disposición económica a pagar como las características demográficas del hogar, el grado de instrucción, edad u otros factores como la conciencia ambiental, la sensibilidad ambiental, la preocupación personal, la cultura de reciclaje y la conciencia sobre la generación de residuos sólidos.

Asimismo, es necesario detallar los recursos necesarios y los costos de la implementación de la propuesta, así como la aceptación por parte de la población. La Municipalidad no tiene un estudio de determinación del monto de disposición económica

a pagar por una mejora en la gestión de residuos sólidos por parte de los pobladores, desconociendo de esa manera, el monto económico que pueden aportar los pobladores para la mejora de la gestión.

En ese entender, el presente estudio, y considerando la inadecuada gestión de los residuos sólidos, la propuesta de mejora y la falta de determinación de la disposición económica a pagar, pretende determinar la disposición económica a pagar y evaluar la viabilidad de la implementación de una propuesta de mejora en la gestión de los residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022 basado en la economía circular.

1.2 Formulación del Problema.

1.2.1 Problema General.

¿Cuál es la viabilidad de una propuesta de mejora en la gestión ambiental de los residuos sólidos, en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022 basado en la economía circular a partir de la estimación de la disposición a pagar??

1.2.2 Problemas específicos.

- a) ¿Por qué hay una acumulación de residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022?
- b) ¿Cuáles son los costos y recursos necesarios para la propuesta de mejora en la gestión de los residuos sólidos, en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022?
- c) ¿Cuál sería la tarifa óptima para la mejora de la gestión de residuos, en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General

El objetivo general de la tesis es evaluar la viabilidad de la implementación de una propuesta de mejora en la gestión de los residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022 basado en la economía circular, a partir de la estimación de la disposición a pagar.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Identificar los factores que influyen en la acumulación de residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022.
- b) Describir los costos y recursos necesarios para la propuesta de mejora en la gestión de los residuos sólidos, en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022.
- c) Determinar la tarifa óptima por la mejora en la gestión de los residuos sólidos, en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022.

1.4 Justificación e Importancia de la investigación

1.4.1 Justificación:

En el distrito de Andahuaylillas, se pudo evidenciar deficiencias en la gestión de residuos sólidos, asimismo, para una propuesta de mejora, no existe un estudio de determinación de la disposición económica a pagar. Con esta premisa, la investigación se justifica porque aborda una problemática vigente de gran importancia en el cuidado y la preservación del medio ambiente como es la gestión inadecuada de residuos sólidos, además, de generar deterioro ambiental, afecta la salud y la sostenibilidad ambiental, causando impactos negativos para las futuras generaciones.

En un contexto práctico, la investigación evaluó la viabilidad de la implementación de una propuesta de mejora en la gestión de los residuos sólidos basado en la economía circular, a partir de la estimación de la disposición a pagar. La propuesta es la construcción de una planta generadora de biogás a partir de residuos orgánicos, para suplir la demanda energética del relleno sanitario y la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos que permite separar y clasificar los materiales, asimismo, se calcularon los costos de la implementación de la propuesta de mejora y se determinó la disposición económica a pagar por la propuesta siendo de utilidad para los funcionarios, pobladores y personas interesadas en el tema.

1.4.2 Importancia:

El estudio es importante porque involucra el problema del manejo inadecuado de los residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas, así como también la falta de educación ambiental por parte de la población. Además, la presente investigación desarrolla la viabilidad de una propuesta de mejora en el manejo de residuos sólidos basado en la economía circular, a partir de la estimación de la disposición a pagar, para lo cual se ha utilizado el método de valoración contingente y el análisis de costo beneficio. Asimismo, el desarrollo de la tesis está basado en conceptos de economía circular y sostenibilidad para contribuir en el logro de los objetivos de desarrollo sostenible.

1.5 Alcances y limitaciones de la Investigación

1.5.1 Limitaciones:

- El acceso a la información es limitado y existen poca información histórica del distrito.
- Tiempo y disponibilidad de los habitantes al momento de realizar las encuestas. Por lo que, se garantizó la confidencialidad de la información y se sensibilizó para tener respuestas sinceras.
- Una de las desventajas del método de valoración contingente, es que los resultados y datos que se obtienen en determinado tiempo pueden llegar a variar al siguiente.

1.5.2 Alcances:

- Consideraciones que involucran el problema de los residuos, ya que, en la actualidad, este se ha convertido en un inconveniente difícil de abordar.
- La presente investigación evaluará la viabilidad de una propuesta de mejora, a partir de la estimación de la disposición a pagar y los costos de construcción de la planta, para aprovechar la generación de residuos orgánicos, la propuesta se dió por el interés del investigador.
- La mejora en el proceso de gestión de residuos sólidos se dará cuando la segregación de estos se realice desde la fuente, de tal manera que los residuos no sean destinados a la etapa de disposición final, sino que, en el caso de los residuos orgánicos se podrá utilizar para el funcionamiento del biodigestor, lo que a su vez reduce costos y tiempo.

- Además de evaluar la viabilidad de la propuesta, la investigación permitirá conocer si las personas están dispuestas a pagar por las mejoras en la gestión de residuos sólidos, y servirá como referente para el establecimiento de tarifas por servicios relacionados a la gestión de residuos sólidos.
- La ineficacia de las instituciones encargadas de su manejo o por la población misma que no toma en cuenta que las decisiones de hoy, afectarán a las generaciones futuras.
- Una de las ventajas del método de valoración contingente es que “permite evaluar valores de preservación y permite valorar una gran variedad de situaciones simuladas”.¹

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

Es viable la implementación de una propuesta de mejora en la gestión de los residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022 basado en la economía circular a partir de la estimación de la disposición a pagar.

1.6.2 Hipótesis específicas

- a) La acumulación de residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022 se debe a la falta de educación ambiental y conciencia sobre el manejo de residuos sólidos.
- b) Los costos y recursos necesarios para la propuesta de mejora en la gestión de los residuos sólidos, en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022 son significativos.
- c) La tarifa óptima por la mejora en la gestión de residuos sólidos se encuentra alrededor de 10 soles.

¹ Williams (1992) citado en Valorización contingente y su aplicación en el parque Nacional La Campana: una discusión metodológica.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

El incremento de los residuos sólidos y la contaminación que estas generan en las poblaciones son de gran preocupación por lo que está generando mayor interés en los investigadores, y el desarrollo de estudios con la finalidad de valorar económicamente la mejora en la gestión de residuos sólidos. Por ello, no solo es considerar que el manejo de los residuos sólidos es importante, sino para analizar el valor de la mejora en cuanto a los residuos sólidos en términos monetarios es necesario acudir a la sociedad para que manifiesten cuanto pagarían por una mejora en el manejo de residuos sólidos en la zona. Al respecto, Balboa (2014) halló que la disposición económica adicional a pagar en promedio para mejorar los servicios de recolección de basura fue de 1,8 Bs (1 boliviano y 80 centavos). Por lo tanto, este es un nivel aceptable, ya que, la tarifa promedio es del 40%, en tal sentido la implementación por la mejora es factible sin causar distorsión en el ingreso de los hogares. Esta investigación es importante para el estudio, ya que, permitió evaluar la factibilidad de realizar una intervención en la gestión de residuos, midiendo la disposición económica a pagar adicional y la aceptación de pago de los pobladores.

Asimismo, Ávalos et al. (2018), en su investigación mostraron que los generadores están dispuestos a pagar trámites administrativos por cada litro, kg. o residuo peligroso que producen. Por tanto, existe un desconocimiento sobre las obligaciones legales, volúmenes y tipos de residuos, así como los impactos ambientales y sociales. Por ende, este estudio evidenció mediante una encuesta personal la manera en cómo se manejan los residuos, donde la segregación es mínima, también permitió determinar el pago por el manejo de residuos peligrosos.

Según Romero (2021), en su estudio de la DAP, halló que el volumen medio de residuos sólidos en el ámbito urbana es de 0,703 kg/persona/día, y en el rural es de 0,513. Durante el análisis DAP el monto de S/1,695 por hogar, resultó alentador. Este último representa el desarrollo del plan óptimo de manejo de residuos sólidos dentro del órgano administrativo y la disposición final. Por ende, se determinó la cantidad de generación de residuos sólidos, las características de la población, el monto y disposición económica a pagar, facilitando la formulación de planes de gestión de residuos sólidos dentro de la administración y disposición final de los residuos sólidos. En cambio, para Quispe et al. (2020), en su estudio, la DAP promedio es de S/ 5.36 /mes por una mejora en el sistema de recojo de residuos sólidos domésticos. Y los factores que influyen fueron el nivel educativo, conciencia y ética ambiental de la población de Juliaca. Por lo tanto, aplicando el método de valoración contingente estableció que existe una importante disposición a pagar, asimismo, identificó los elementos que afectan la disposición a pagar de los pobladores la ciudad de Juliaca.

Por el contrario, Machaca (2020), en su estudio encontró que “la DAP es del 49,1%, por la mejora de la gestión integral del manejo de residuos sólidos urbanos del distrito de Pocollay, ya que, los habitantes tienen una DAP media de S/ 9,54 soles/familia/mes, con una probabilidad P(si) del 73%” (p. 99). Este estudio determinó que la disposición a pagar es baja, por lo que, los funcionarios de la Municipalidad de estudio, tendrán que reformular una propuesta de mejora que sea viable y pueda ser efectuada con el presupuesto de la Municipalidad sin considerar un importe significativo adicional. Del mismo modo, Machado (2016) en su estudio encontró que las propuestas de mejora son percibidas por el 96% como muy buenas o buenas. Pero, respecto a la disposición económica a pagar el 64% manifestaron no estar dispuestos a pagar, de estos, el 41,2% no aceptan pagar porque consideran que es responsabilidad del estado. Por tanto, esta investigación evaluó la aceptación de la propuesta y encontró una proporción menor al 50% de personas dispuestas a pagar, asimismo determinó el monto que pagarían por una mejora en la gestión de residuos sólidos urbanos.

En cuanto a la planta generadora de biogás, Ávila et al (2017), en su investigación respecto a la generación de biogás a partir del aprovechamiento de residuos sólidos biodegradables en el Tecnológico de Costa Rica, determinaron que “el promedio es de 229,16 kg/día, y tratar dichos residuos a través de la digestión anaeróbica, se puede

extender la vida útil de los rellenos sanitarios, disminuir el CO₂, y aprovechar el producto biogás como fuente de energía renovable” (p. 169).

Del mismo modo, Smith et al. (2014), en su estudio demuestran que la construcción de un biodigestor es potencialmente significativa como una herramienta para el logro del desarrollo sostenible, ya que mejorar la calidad de vida en las zonas rurales de Sudáfrica implica una reducción en los gastos de energía. Sin embargo, a nivel económico la construcción de un biodigestor a nivel de hogar no resultó factible especialmente cuando se utiliza una tasa de descuento alta. Pero de acuerdo a la literatura, esta llega a ser viable desde una perspectiva social más amplia.

2.2 Marco legal

La investigación se desarrolla bajo la Ley General de Residuos Sólidos Ley N°27314, la cual tiene como objeto “establecer las obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada” (Congreso de la República, 2004).

Asimismo, se consideran los principios del Decreto Legislativo (D.L.) N.º 1278: valorización de residuos, economía circular, principio de responsabilidad extendida del productor, principio de protección del ambiente, y de responsabilidad compartida y salud pública (Congreso de la República, 2017). Por tal razón, el D.L. N.º 1278 refiere que la gestión integral de los residuos sólidos en el Perú “tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos” (p. 5).

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Residuos sólidos

a. Definición

Son “aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente” (Ministerio del Ambiente, 2016, p. 10).

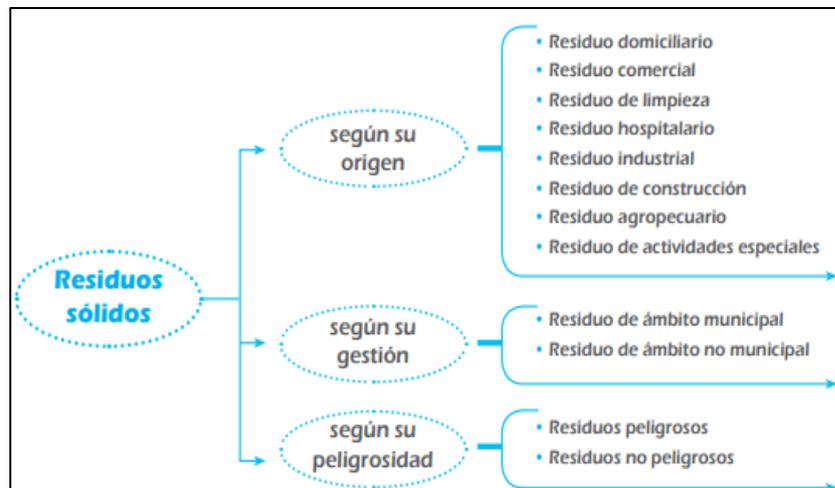
Figura 2: *Procesos de Residuos Sólidos*

PROCESOS	IMPLICANCIAS
1. Minimización de residuos	Acción de reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos a través de cualquier estrategia preventiva.
2. Segregación de la fuente	Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial.
3. Almacenamiento	Acumulación temporal de los residuos sólidos en recipientes apropiados, de acuerdo a la cantidad y tipo de residuo.
4. Recolección	Acción de recoger el residuo que deberá encontrarse adecuadamente acondicionado, para llevarlo hacia las unidades de transporte.
5. Reaprovechamiento	Volver a obtener un beneficio del bien, elemento o parte del mismo que constituye un residuo sólido.
6. Comercialización	Se refiere a la compra y/o venta de los residuos sólidos recuperables para obtener un beneficio económico.
7. Transporte	Actividad que desplaza a los residuos sólidos desde su fuente de generación hacia su punto de destino, sea planta de tratamiento o relleno sanitario
8. Tratamiento	Cualquier proceso, método técnico que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente.
9. Transferencia	Es el traslado de un vehículo recolector a otro vehículo con mucha mayor capacidad de carga, lo cual es posible con el empleo de una instalación diseñada para tal fin, denominada estación de transferencia.
10. Disposición final	Comprende los procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar a los residuos sólidos, de forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.

Fuente: adaptado de Ministerio del Ambiente (2016). Elaboración propia.

b. Clasificación: Según la Ley N°27314, se clasifican de la siguiente manera:

Figura 3 *Clasificación de los residuos sólidos*



Fuente: Extraído de Ministerio del Ambiente (2016)

El gráfico anterior, muestra la clasificación de los residuos sólidos, sin embargo, la actual investigación se enfocará en los residuos según su gestión, en particular se orienta a los del ámbito municipal.

Los residuos sólidos municipales son de “origen doméstico (restos de alimentos, papel, botellas, latas, desechables); comercial (embalajes, restos del aseo personal); aseo urbano (barrido de calles), y de productos provenientes de actividades que generen residuos similares a estos, los cuales deben ser dispuestos en rellenos sanitarios” (Ministerio del Ambiente, 2016, p. 8).

c. Caracterización de residuos sólidos

Instrumento que permite adquirir información sobre los residuos sólidos. Asimismo, se efectúa mediante un estudio, en el cual se obtienen datos como: Composición, cantidad, humedad y densidad. Por lo tanto, admite la planificación técnica y operativa, y la planificación administrativa y financiera. Es así que, “El EC-RSM representa un insumo para elaborar una serie de instrumentos para la gestión de los residuos sólidos, así como proyectos de inversión que permitan tomar decisiones en la gestión integral de residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo” (Ministerio del Ambiente, 2019, p. 6).

2.3.1.1 Manejo de residuos sólidos

Se refiere al proceso de controlar la recolección, tratamiento, transporte, reciclaje o la eliminación de los residuos sólidos. En América Latina, la limpieza en las culturas prehispánicas generalmente formaba parte de las actividades cotidianas. Asimismo, en la Gran Tenochtitlán cerca de mil personas recogían basura, y los tiraderos se situaban en tierras movedizas, y, la basura se utilizaba para alumbrar la ciudad y se utilizaba como abono (Tello, Campani, & Rosalba, 2018).

Además, las prácticas de entrega, el acopio y transporte no han cambiado en el concepto básico sino solo en la forma en que se utiliza el equipo. Por lo tanto, se está dando un giro importante con el manejo, al eliminar los vertederos por rellenos sanitarios (Tello, Campani, & Rosalba, 2018). “En septiembre de 1967, el gobierno del Perú y las municipalidades de Lima, contratan el diseño – construcción - operación de un relleno sanitario para la ciudad con el propósito de disponer ambientalmente los residuos sólidos y eliminar los grandes vertederos abiertos”. Esta decisión encamina la toma de decisiones

para la transformación de la gestión total de residuos sólidos en América Latina (Tello, Campani, & Rosalba, 2018, pág. 5).

La nueva Ley General de Residuos Sólidos² sostiene tres pilares fundamentales: eficiencia en el uso de los materiales, reducir los residuos como primera prioridad, y los residuos vistos como recursos y no como amenaza. Debido a que, la cantidad de basura ha incrementado en los últimos 10 años de 13 a 18 mil T/día, y más del 50% no se dispone de la manera correcta, se debe de romper el paradigma de que los residuos son basura o aquello que no tiene valor, pues se debería de pensar como materia prima, por lo que en otros sectores este sería un recurso útil. Además, se debe de tener en cuenta que, a largo plazo, esto traería beneficios económicos, ya que un correcto manejo de residuos sólidos genera mayores ingresos, mayor empleo y en consecuencia un adecuado manejo ambiental.

De acuerdo al Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos, realizado por la Municipalidad Distrital de Andahuaylillas se cuenta con 24 personas destinadas al manejo de los residuos sólidos, y el personal que se contrata son pobladores del distrito. En el distrito, el 81 % de la población almacena sus residuos en sacos, el 12 % en depósitos de plástico, el 5% en recipiente de cartón, y en la plaza de armas se cuenta con 5 papeleras para el almacenamiento de residuos sólidos.

Por otro lado, el acopio de los residuos se realiza desde las viviendas, siendo cargadas directamente a la bandeja del camión compactador de 8 toneladas, en movimiento a baja velocidad. El servicio tiene una cobertura del 100% en la zona urbana y 70% en la zona rural (Municipalidad Distrital de Andahuaylillas, 2020).

Cabe mencionar que en la zona rural la recolección se realiza una vez por semana, siendo esta una frecuencia muy baja, además no se cuenta con un relleno sanitario y no existe un programa de recojo y segregación diferenciada según los tipos de residuos. En las siguientes imágenes se evidencia la situación actual de la gestión de residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas.

Asimismo, se ha generado la siguiente tabla en la cual se muestra la generación total de residuos no domiciliarios y domiciliarios:

² Ley de Gestión Integral de Residuos sólidos D.L. N°1278

Figura 4: Generación total de residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas

Parámetros	Residuos Sólidos Domiciliarios	Residuos Sólidos no Domiciliarios
Generación total:	7,230.65 Kg/año	6,424.00 Kg/año
Fuente:	Viviendas	Establecimientos comerciales. Hotel Instituciones públicos y privados Restaurantes Mercado Barrido de calles
GPC:	0.17 Kg/hab/día	-----
Densidad:	222.40 Kg/m ³	222.49 Kg/m ³
Humedad:	74%	69.16%
Composición física:	Aprovechables: 76.33% • Residuos orgánicos: 54.40% • Residuos inorgánicos: 21.94% No reaprovechables: 23.67%	Aprovechables: 62.71% • Residuos orgánicos: 43.12% • Residuos inorgánicos: 19.59% No reaprovechables: 37.25%

Fuente: Equipo técnico del ECRS (Municipalidad Distrital de Andahuaylillas, 2020)

En la foto N°1, se muestra la recolección de residuos sólidos en la zona urbana del distrito, como se puede apreciar estos residuos son puestos en las calles a la espera del paso del camión recolector. El camión recolector no tiene un horario fijo, por lo que los residuos pueden estar ahí hasta la tarde, generando la proliferación de mosquitos alrededor.

Foto N°1. Recolección de residuos en la zona urbana del distrito de Andahuaylillas



En la fotografía N°2, se puede apreciar restos de bolsas plásticas, botellas, etc. en la vía hacia la zona rural del distrito de Andahuaylillas (Yutto, Ttiomayo y Mancco). Esta es una vía transitada por pobladores, animales y vehículos menores. En el caso de la limpieza pública, solo se realiza en la zona urbana, dejando de lado esta vía, por lo que es más probable que los pobladores boten la basura en ese lugar, ya que es una vía de trocha carrozable y donde no se le da la debida importancia.

Foto N°2. Contaminación en la zona rural del distrito de Andahuaylillas



Las fotografías N° 3 y 4, muestran el recojo de los residuos sólidos por el camión compactador. Como se puede observar, no existe un recojo diferenciado ni selectivo de los residuos. Todos son depositados de manera general (plásticos, cartones, papeles, botellas, vidrios, etc.), visualizándose de esta manera la falta de concientización y educación ambiental en cuanto a la segregación de residuos en el distrito.

Foto N°3. Recojo de residuos sólidos en la zona urbana



Foto N°4. Recojo no diferenciado de residuos sólidos



2.3.1.2 Gestión integral de los residuos sólidos para el desarrollo sostenible

El término de desarrollo sostenible, tiene diferentes definiciones y a través del tiempo ha variado, pero, tiene como base interrelacionar el desarrollo económico con el cuidado y conservación del medio en el que habitamos. Asimismo, en el Informe Brundtland (1987), se da el concepto de desarrollo sostenible y está definido de la siguiente manera: “Está en manos de la humanidad asegurar que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias” (p. 20). Más adelante, se adopta la necesidad de crear una visión compartida en relación a los desafíos ambientales desde diversas perspectivas y el desarrollo sostenible, y visto desde la Economía Verde abarque los tres pilares: ambiental, social y económico (Naciones Unidas, 2022).

Según Sachs (2014), la economía no solo es disímil, sino es una amenaza para el planeta. La humanidad depende de la naturaleza y de los servicios ambientales que este brinda, pero poco o nada se hace para proteger y conservar los recursos naturales para la supervivencia. La economía está cambiando al hombre y este el planeta. Los impactos y daños que se ocasionan actualmente son irreparables, no se conoce la escala de estos cambios, pero si se tiene conocimiento del peligro que significa para la civilización.

El desarrollo sostenible pretende comprender las interacciones entre tres sistemas complejos: la economía mundial, sociedad global y el medio ambiente físico. (...) Implica un enfoque normativo sobre el planeta, y recomienda una serie de objetivos a los que el mundo deberá aspirar, para el desarrollo futuro de la economía y la sociedad en el planeta. (Sachs, 2014, pp. 19-20)

Lo anterior, según el autor, implica una sociedad no solo económicamente próspera, sino inclusiva, eficientemente gobernada y ambientalmente sostenible. En tal sentido, el desarrollo sostenible es una forma de entender la realidad del mundo, pero aún más importante es poder observarla desde un punto de vista normativo, en la que el bienestar de la sociedad actual no solo está enfocado en satisfacer sus propios intereses sino velar por los intereses de las generaciones futuras.

a. Objetivos de desarrollo sostenible

El Perú ha participado de manera activa en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y se ha comprometido en la ejecución de programas para el cuidado y protección del medio ambiente, el uso eficiente de sus recursos y asegurar el bienestar de la sociedad. Los objetivos de desarrollo sostenible son:

Figura 5: *Objetivos de desarrollo sostenible*

Nº	OBJETIVOS	ACCIONES
1	Fin de la pobreza	No se toma en cuenta en el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.
2	Hambre cero	No se toma en cuenta en el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.
3	Salud y bienestar	Considera una mejora en la gestión de residuos sólidos municipales y no municipales; en particular con la inversión en infraestructura para tratamiento y disposición final.
4	Educación de calidad	No se toma en cuenta en el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.
5	Igualdad de género	No se toma en cuenta en el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.
6	Agua limpia y saneamiento	No se toma en cuenta en el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.
7	Energía asequible y no contaminante	No se toma en cuenta en el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.
8	Trabajo decente y crecimiento económico	Aumentar el fomento de cadenas formales de reciclaje y el crecimiento del mercado de residuos sólidos como una fuente de empleo formal.
9	Industria, innovación e infraestructura	No se toma en cuenta en el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.
10	Reducir la desigualdad en los países	Mediante la incorporación del trabajo de recicladores como parte de la gestión nacional de residuos sólidos, como un grupo económica y socialmente vulnerable de la población, que busca en el sector de residuos sólidos medios necesarios para la mejora de sus ingresos económicos y la mejora de su calidad de vida.
11	Ciudades y comunidades sostenibles	No se toma en cuenta en el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.
12	Producción y consumo responsables	Mediante las actividades de sensibilización y fomento a nivel público y privado de la eficiencia en el consumo de recursos, en particular mediante la incorporación del principio de Responsabilidad Extendida del Productor.
13	Acciones para combatir el cambio climático	Mediante la vinculación del sector residuos con la medición y reducción de gases de efecto invernadero (GEI) mediante medidas apropiadas para cada país (NAMA).

14	Conservar la vida submarina	Mediante la reducción de generación de residuos sólidos y su inadecuada disposición a nivel nacional, lo que en las ciudades costeras representará la reducción de los residuos que puedan afectar la vida marina.
15	Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres	No se toma en cuenta en el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.
16	Paz, justicia e instituciones sólidas	No se toma en cuenta en el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.
17	Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible	No se toma en cuenta en el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.

Fuente: Adaptado de Naciones Unidas (2018). Elaboración propia.

Es por ello que, en Andahuaylillas, existe un creciente interés en el tema de desarrollo sostenible, ya que los daños ambientales que están generando los residuos sólidos afectarán a las generaciones futuras, quienes ya no podrán gozar del privilegio de apreciar los paisajes que hoy en día existen. Si bien una minoría de la población está empezando a reducir la generación de residuos mediante el reciclaje y la reutilización, la gran mayoría aun no pasa de un sistema de consumo lineal a un proceso de consumo circular. Además, debido al incremento de turistas en el distrito, el comercio en la Plaza de Armas y en la pista principal también crece, pero con ello aumenta la generación de residuos sólidos. Sin embargo, el gobierno local se esfuerza por mantener un distrito limpio y sostenible, a través de programas ambientales, eventos como el “reciclatón”, que ayudan a concientizar a la población, pero este solo es a corto plazo.

Por ello, el concepto de desarrollo sostenible es importante en el distrito de Andahuaylillas para optimizar la calidad de vida, es decir, ya no pensar solamente en términos monetarios, sino en términos ambientales y sociales. La población puede empezar a cubrir y satisfacer sus necesidades sin necesidad de perjudicar el medio en el que vive. Empezar a cambiar la mirada que se tiene del medio ambiente como proveedora de bienes y servicios, y empezar a conservarla y protegerla realizando acciones en conjunto para que el término de desarrollo sostenible pase de ser una utopía a una realidad.

2.3.1.3 Gestión integral de los residuos sólidos para mejorar la calidad de vida

El Programa para el Medio Ambiente de las Naciones Unidas (PNUD) indicó que, el servicio de limpieza pública “durante la pandemia, demostró ser un servicio fundamental para responder a la emergencia e impedir impactos secundarios en el ambiente y salud” (Defensoría del Pueblo, 2020, p . 10).

La inadecuada gestión puede afectar la calidad de vida. Estos efectos se pueden clasificar en tres categorías: medioambiental, salud humana y socioeconómico (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020).

- **Salud humana:** La eliminación inadecuada de los desechos puede ser perjudicial para la salud, ya que, los desechos orgánicos atraen insectos, roedores y animales. Además, los desechos sólidos no gestionados y los vertederos al aire libre pueden contaminar las fuentes de agua subterránea y superficial, y la quema de desechos puede generar emisiones dañinas para la salud humana (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020).

- **Medioambiental:** El mal manejo de residuos representan una amenaza para la vida silvestre y animales callejeros, ya que, pueden intentar consumir desechos que contienen restos de alimentos. Además, la quema abierta produce emisiones de carbono, es así que, “un componente de materia particulado que tiene un impacto significativo en la calidad del aire regional y el clima global. Los centros de eliminación de residuos liberan metano, lo que contribuye a la formación de ozono a nivel del suelo” (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020, p. 10).

- **Socioeconómico.** La gestión inadecuada puede implicar grandes costos, tanto directos como indirectos. Además, la gestión deficiente es una pérdida para el desarrollo económico. Por lo tanto, los programas de reducción de desechos pueden crear ahorros en costos de combustible y transporte, así como la recuperación de costos. Es así que, la mejora en la gestión de residuos, “puede beneficiar especialmente a las poblaciones altamente vulnerables a través del ahorro de costos en los sistemas de salud pública al prevenir problemas respiratorios, enfermedades de la piel y otros problemas médicos asociadas con la gestión de residuos sólidos inadecuada” (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020, p. 10).

2.3.1.4 Factores que influyen en la acumulación de residuos

Según Runfola & Gallardo (2010, pp.4-5), “la acumulación de residuos sólidos ha incrementado y al mismo tiempo ha variado su composición ya sea por el aumento de la población, actividades económicas, patrones de consumo, etc.” los cuales varían cada día. Los factores que determinan la tasa de generación de residuos sólidos son:

- Nivel de ingreso de una población, a mayor ingreso mayor consumo de productos, en consecuencia, acrecienta la generación de residuos.
- Composición de la familia, la manera en cómo están organizadas las personas en una vivienda.
- Prácticas de manejo de los residuos en las viviendas.
- Tipo de población, las comunidades situadas en zonas rurales y urbanas tienen una generación de residuos diferentes.

2.3.1.5 Factores que influyen en la DAP para disminuir la acumulación de residuos

Asimismo, de acuerdo con Machado (2016) los factores o características que podrían incidir en la disposición económica a fin de disminuir la generación de residuos son: características demográficas e identificación del hogar, educación ambiental y conciencia sobre la generación de residuos sólidos.

a. Características demográficas e identificación del hogar:

Las características del entrevistado y su familia, edad y nivel educativo pueden influir en la disposición económica a pagar por mejoras en los sistemas de gestión de residuos sólidos. Además, se supone que la gestión mejorada de residuos funciona como un bien, es decir, acrecienta con el nivel de ingresos (Machado, 2016).

En cuanto a las características y localización de vivienda, también influyen en la disposición económica a pagar. Además, supone que la ubicación de las viviendas en relación con los rellenos sanitarios, vertederos a cielo abierto y plantas de selección o clasificación influye en la disposición económica a pagar de los individuos (Machado, 2016).

b. Conciencia sobre la generación de residuos sólidos:

El conocimiento sobre la gestión de residuos sólidos involucra dos aspectos: a) Conocimiento específico de las características de la gestión b) Conocimiento general

sobre las etapas y tecnologías aplicables, los que inciden positivamente en su disposición económica a pagar por mejoras (Machado, 2016).

c. Educación ambiental

La Educación Ambiental (EA) surge cuando la población sea consciente de su impacto en el ecosistema, con el fin de alcanzar una relación mejor con el entorno natural. Asimismo, debe entenderse que dicha educación incluye la integración de contenidos, basados en el diálogo multidimensional, de esta manera, el enfoque interdisciplinario implica integrar el conocimiento ancestral indígena en las ciencias sociales, naturales, matemáticas, humanidades, artes y telecomunicaciones. Por consiguiente, cuando se emplean los elementos básicos de la educación ambiental, se mejora el proceso de enseñanza y aprendizaje, dando lugar a nuevas formas de interactuar con la naturaleza (Gavilanes & Tipán, 2021).

A nivel mundial, la educación ambiental es un elemento fundamental para lograr las metas establecidas en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, fundamentalmente porque la meta es conservar en un nivel bajo de 1,5°C el calentamiento global hasta finales de la próxima década, y para ello es necesario que se elabore una propuesta viable de todos los principios para conseguir el compromiso de la ciudadanía (Gavilanes & Tipán, 2021).

Para Machacuay (2021), “la educación ambiental debe ser integral, ello implica incorporar a los individuos a diferentes campos culturales, sin importar sus intereses. No solo es comprender los elementos que componen el medio ambiente, sino adquirir conocimientos necesarios para enfrentar problemas ambientales” (p.29).

La actitud y compromiso de las personas con el medio ambiente se relacionan positivamente con su voluntad económica de impulsar la mejora del sistema de gestión de residuos sólidos, el mismo que puede llegar a mejorar la calidad ambiental en el futuro. Por lo tanto, la dimensión afectiva, en específico, es abordada desde tres planos distintos: a) la preocupación personal; b) la sensibilidad ambiental y c) la adhesión a los valores culturales vigentes (Machado, 2016).

Por un lado, en el distrito de Andahuaylillas, en el año 2022, se viene ejecutando un proyecto donde se realizan actividades que fomentan la educación ambiental como, por ejemplo: la promoción de prácticas adecuadas en el almacenamiento domiciliario,

donde se prevé la entrega de bolsas para fomentar la separación de residuos, facilitando su segregación y el reciclaje. Asimismo, se tiene previsto la implementación de campañas ambientales en las instituciones educativas, las cuales tienen como objetivo generar conciencia en todo el distrito a través de carteles que impacten y generen un cambio de actitud en las personas del distrito.

Por otro lado, al ser una sociedad en la que el consumo y por ende la generación de residuos se está haciendo excesivo y descontrolado, es importante poner en marcha la regla de las 3R (reduce, recicla y reutiliza). En Andahuaylillas, esta es una práctica que pocos lo realizan, por ejemplo, la gran mayoría aún pide bolsas plásticas para cada producto que compran, los residuos que se podrían reutilizar son desechados, y no existe un consumo responsable. Por ello, encaminar estas acciones es fundamental para lograr hábitos sostenibles que fomenten la economía circular y tengan un impacto negativo sobre el ambiente por el bienestar de toda la sociedad.

Del mismo modo, debido a la falta de EA en el distrito, los residuos sólidos al ser depositados directamente en el camión recolector y sin una previa selección, son llevados a la planta de tratamiento en donde se realiza la selección de todos los residuos generando mayores costos y recursos.

En la foto N°5, se puede observar que los residuos sólidos llegan a la planta de tratamiento sin antes ser clasificados, cabe mencionar que durante la visita a la planta de tratamiento se ha observado que el puesto de salud deposita los residuos que generan conjuntamente con los demás residuos sólidos municipales, por lo que esta práctica no es adecuada, ya que podría causar algún tipo de transmisión de enfermedades al personal encargado de la segregación.

En las fotos N°6, 7 y 8, se muestran la clasificación de los residuos inorgánicos, una vez que llegan a la planta de tratamiento. Estos posteriormente son vendidos a un tercero.

Foto N°5, 6, 7 y 8. Clasificación de residuos en la planta de tratamiento

Foto N°5.



Foto N°6.

Universidad
Antonio Ruiz



Foto N°7.

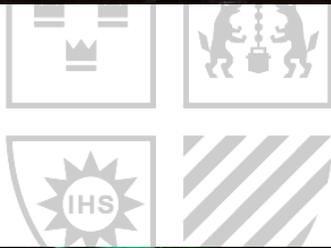


Foto N°8

Universidad
Antonio Ruiz



2.3.1.6 Propuesta de mejora en la gestión de los residuos sólidos

Descripción de la propuesta:

Considerando que en la Municipalidad Distrital de Andahuaylillas desde el año 2019 se viene implementando un proyecto para la optimización de un relleno sanitario y el mejoramiento de la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos para la generación de compost, se tiene la siguiente propuesta: “Construcción de una planta generadora de biogás a partir de residuos orgánicos, para suplir la demanda energética del relleno sanitario y la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos”.

Asimismo, dentro de las tecnologías existentes para la generación de energía a partir de la biomasa y desechos orgánicos, se encuentra la digestión anaeróbica.

Este “es un proceso biológico, natural y espontáneo, por medio del cual la biomasa o materia orgánica es degradada por un complejo grupo de microorganismos en ausencia de oxígeno, para producir una mezcla gaseosa conocida como biogás y un digestato rico en nutrientes (también denominado bio) que puede ser empleado como fertilizante orgánico” (Arrieta, 2016, pp.14-15).

Es así que la propuesta es una alternativa de energía renovable, y con la cual se busca mejorar el proceso de la gestión de residuos sólidos, en particular el aprovechamiento de residuos orgánicos para generar biogás y biofertilizantes. Por tanto, esta propuesta está basada en la economía circular, ya que, “representa un cambio sistémico que construye resiliencia a largo plazo, genera oportunidades comerciales y económicas, y proporciona beneficios ambientales y sociales” (Weigend, 2017 citado por Arroyo, 2018, p.79).

Ubicación:

Para poder tener una adecuada localización de un biodigestor, se debe considerar los aspectos económicos, sociales y ambientales. Por lo tanto, una mala ubicación puede llegar a generar impactos negativos en el medio ambiente, por ejemplo, los efluentes podrían llegar a contaminar el agua de los ríos o el suelo. Además, podría generar incomodidad, riesgos a la salud, y la disminución del valor de la propiedad. Finalmente, implica ahorro monetario en los agricultores, y al mismo tiempo proporciona biogás para la utilización de energía sostenible (Henrique et al., 2021, p.3999).

Por ello, el biodigestor que se propone se ubicará en el Sector Chipta, a 4 km de la población, se accede por una vía afirmada de tierra y cascajo, con las coordenadas UTM 19L 2A8574 84866761 a una altitud de 3552 metros, se hará un espacio entre la planta de tratamiento de residuos y el relleno sanitario de 9 m de ancho por 15 m de largo.

Justificación:

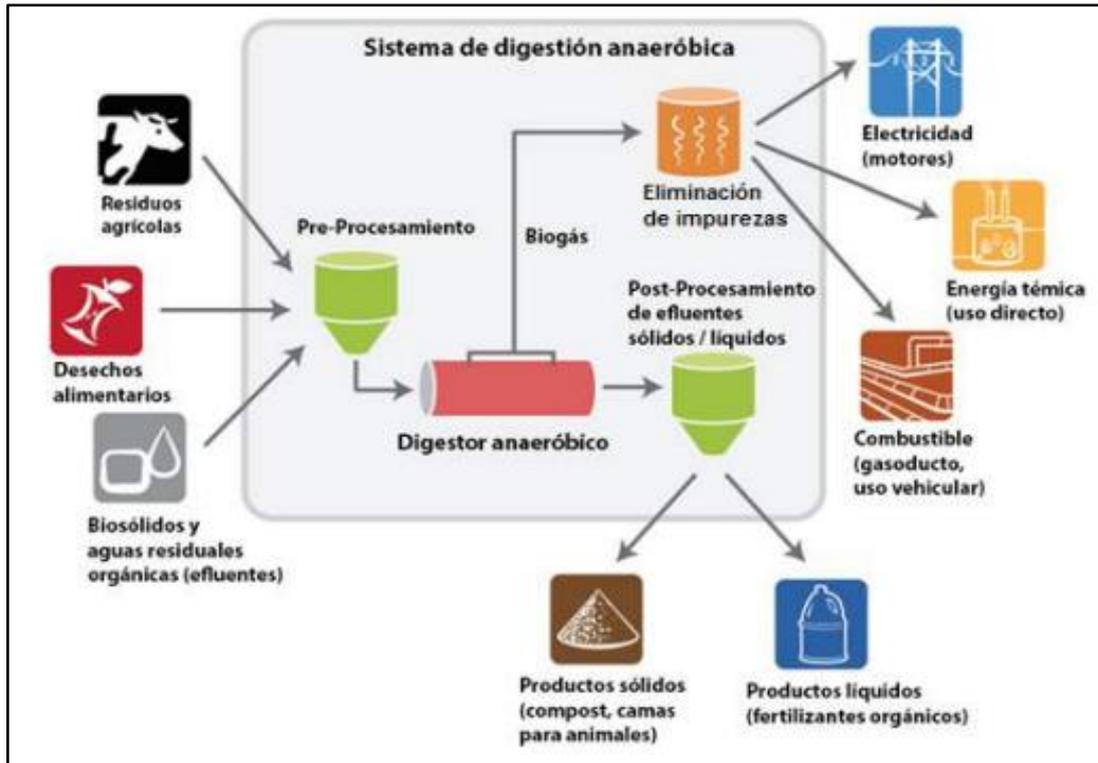
Para definir la capacidad del biodigestor, se considera que diariamente se genera 0.23kg de residuos sólidos por persona, con lo que cada familia genera semanalmente 5.01kg en promedio, lo que al mes sería 49632 kg. De estos, según la Municipalidad el 54.40% son residuos sólidos orgánicos equivalentes a 27000 kg al mes o 900 kg por día, de los cuales el 25% (225kg/día) se destinará para la producción de biogás. Para la valorización de los residuos orgánicos se cuenta con la planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos y orgánicos. Asimismo, la planta de tratamiento es de administración directa, esta cuenta con una oficina, guardianía, almacén, vestuario y servicios higiénicos. En esta zona se tiene 2 camas o pilas composteras, donde se lleva a cabo la fase mesófila y termófila, y después estas son llevadas a un local que se encuentra cerca del cementerio donde se termina con las demás fases del compostaje, en este local se tiene hasta 11 camas composteras, pero su capacidad puede ser el triple de este. Actualmente la planta de tratamiento tiene una producción de 225kg de compost trimestral, producción que es usada para la ornamentación de las áreas verdes y también son donados a los pobladores que lo soliciten, y a corto plazo se realizará la comercialización de este.

Esta situación evidencia que existe una mayor generación de residuos orgánicos, siendo importante mejorar el tratamiento que reciben estos residuos, asimismo, la planta de tratamiento se encuentra a una distancia alejada de la población (4 Km) y cuenta con 5 ambientes los cuales demandan energía eléctrica.

Cabe mencionar que el constante interés por estudios en cuanto a la generación de energías renovables, especialmente cuando se utiliza la biomasa como materia prima, genera bajos costos y una fuente de combustible casi inagotable. Asimismo, los combustibles (biodiesel, biogás, carbón vegetal) obtenidos a través de la bioenergía, “ayudan a reducir las emisiones de CO₂ y promover el desarrollo regional” (Konstantinos et al., 2018) y (Gold and Seuring, 2011) citados por Henrique et al., 2021, p.3999).

Del mismo modo, Arrieta (2016, p.17) menciona que en la actualidad la tecnología de la digestión anaeróbica, ha resultado de gran interés para realizar estudios, debido a que no solo es económicamente rentable, sino que, está ligada con los conceptos de sostenibilidad y económica circular, en ese sentido no solamente produce gas, también convierte los residuos orgánicos en energías renovables, reduciendo a cero las emisiones de gases de efecto invernadero.

Figura 6: *Proceso de digestión anaeróbica*



Nota: En la figura 5 se presenta el flujo del sistema de digestión anaeróbica, e incluye los principales usos. Tomado de *Diseño de un biodigestor doméstico para el aprovechamiento energético del estiércol de ganado* (p. 19), por Global Methane Initiative (2013) citado en Arrieta, W. (2008), German ProfEC.

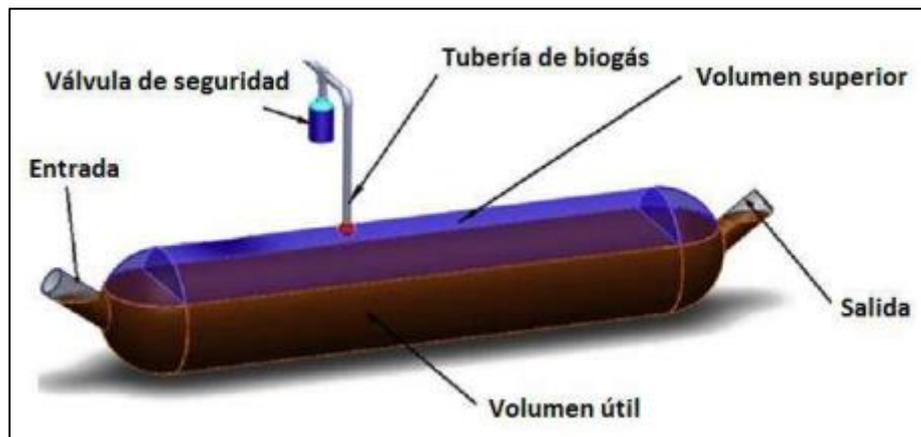
Funcionamiento del biodigestor tubular:

Se reúne la materia orgánica (por cada kg de residuos orgánicos, mezcla de estiércol, se incluye 3 litros de agua), se ingresa por el tubo de alimentación al biodigestor, se deja entre 20 y 90 días en el biodigestor de acuerdo con el piso térmico-temperatura ambiental promedio³ y se produce el gas metano que queda atrapado en la parte superior del biodigestor, inflando el biodigestor como un globo. Para usar el gas mediante la tubería se debe emplear la válvula de alivio de presión para liberar el exceso de gas en

³ Para temperaturas a más de 24°C el tiempo de retención es de 10 a 20 días, para temperatura entre 18 a 24° C es de 20 a 30 días y para zonas menores a 18°C el tiempo de retención es de 30 a 60 días (Cairampoma, 2017)

forma de burbujas, asimismo, la línea de gas debe tener un filtro para el ácido sulfhídrico antes de conducir el gas al punto de uso, con el tiempo el biodigestor se llenará y generará lixiviado en forma de Biol, que es un fertilizante natural. Esta es una energía sostenible, que se puede almacenar para ser usada cuando se necesite.

Figura 7: Diagrama de un biodigestor tubular de plástico de bajo costo



Fuente: Extraído de Ferrer et al. (2011) citado en Arrieta (2016, p. 57)

Para el proceso de extracción de gas, el biogás producido y captado debe ser entregado a través de tuberías de alta densidad, con deflectores para impedir la entrada de aire. Además, cada pozo debe estar conectado a una línea principal y cada línea a dos pozos. Por ende, el final de este enlace va a la entrada de la estación de control y medida.

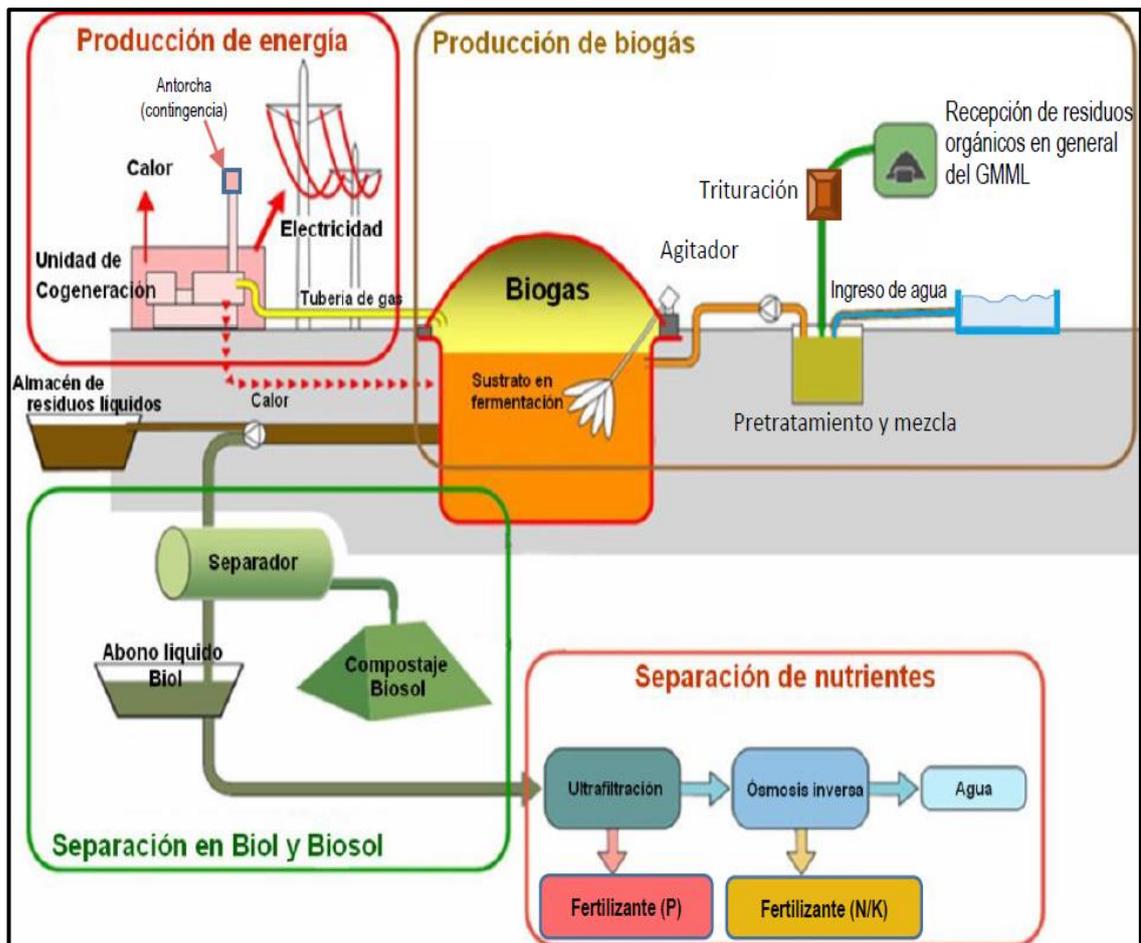
Para evitar cambios repentinos en el flujo de gas de extracción a los grupos de producción y asegurar la combustión adecuada del biogás capturado se utilizan dos sistemas simultáneamente:

- Un gasómetro, en él se almacena el biogás, además, cumple la función de reducir los picos de producción y consumo.
- Una antorcha, quema el exceso de biogás captado y no puede consumirse en el generador ni almacenarse en el medidor de gas.

Es transcendental que la antorcha sea flexible en cuanto al caudal admitido y que permita su operatividad con un muy bajo caudal, porque cuando actúa como amortiguador en la corriente de gas, debe operar más rápido que la barrera de gas. Por consiguiente, si el caudal quemado se alarga durante un tiempo fijo, el sistema debería reducir el caudal captado del vertedero, haciéndole trabajar en parte como un gasómetro.

Una vez que el biogás ha sido capturado y extraído de forma controlada, se utiliza como combustible en generadores para producir energía eléctrica. El movimiento que genera el motor de combustión interna asociado al alternador es el responsable de la generación de energía eléctrica, inicialmente la energía eléctrica se genera en baja tensión, luego se transforma mediante el transformador en media tensión.

Figura 8: Esquema de la generación de biogás, biol, biosol y electricidad.



Nota: En la figura 8 se presenta el flujo de producción del Biogás y del biofertilizante. Tomado de *Estudio sobre el valor fertilizante de los Productos del Proceso "Fermentación Anaeróbica" para Producción de Biogás* (p. 2), por Aparcana, S. (2008), German ProfEC.

De acuerdo con el cálculo de los requerimientos para cargar los biodigestores, el volumen total del biodigestor en litros debe ser de 39,507 o 39 m³, por ende, considerando que el volumen de un biodigestor es en promedio 13 m³, se implementaran 3 biodigestores para los 39 m³. Donde cada biodigestor recibirá diariamente (carga: 583.2 /3 biod.) 194.4 litros al día por 62 días, acumulando 13,168.90 litros o 13.17 m³ al término del período.

Dentro de los ODS de la Agenda 2030, se tiene previsto reducir el efecto invernadero, y para alcanzar un desarrollo sostenible las soluciones que se planteen deben de considerar 4 pilares fundamentales: la cultura, el medio ambiente, la economía y el ámbito social., ya que, “una solución tiene mayor probabilidad de crear un cambio si se abarca estos cuatro pilares de forma conjunta” (Sistema Bio, 2018).

De esta manera, la propuesta de mejora más allá de considerar el aspecto económico, se enfoca en los conceptos de sostenibilidad y economía circular, ya que la digestión anaeróbica reduce a cero las emisiones de nitrógeno que produce la materia orgánica en descomposición, convirtiéndola primero en metano y después en CO₂, un gas 21 veces menos agresivo con la capa de ozono (Arnabat, 2019).

2.3.2 Economía circular

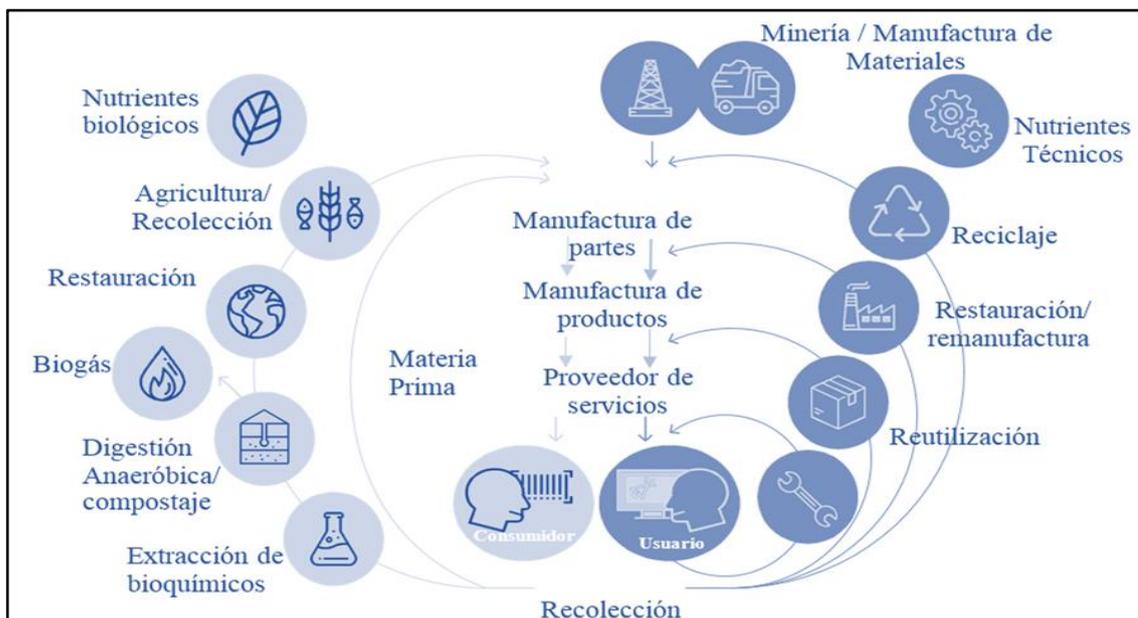
Es importante que los productores se perciban como consumidores y se den cuenta del impacto de sus actividades, ello ayudará a ser proactivos en la aplicación específica de procesos, hábitos y procedimientos. Esto crea estándares éticos y comunes para el consumo y producción (Suazo, 2017). En este contexto, la economía circular se vuelve de vital importancia, ya que, cambia el ciclo típico de producción, uso y eliminación de residuos sólidos hacia la mayor reutilización y reciclaje posible a partir de materia prima de la naturaleza (BBVA, 2019).

“La Economía Circular nace de la idea de que los ciclos naturales no generan residuos: la materia fluye. La basura de un organismo es recuperada y apreciada por otro” (Suazo, 2017, p. 37), por lo tanto, se debe repensar cómo funciona la tecnología, cómo diseñar productos y cómo los consumidores interactúan con ello (Suazo, 2017).

“La escasez de recursos naturales y el crecimiento exponencial de la población, nos indican que, es necesario el cambio del modelo lineal de extraer, producir y desechar al modelo de la economía circular donde el concepto de desecho no exista” (Graziani, 2018, p. 25), abarcando el ciclo completo de producción, que va mucho más allá del reciclaje, teniendo como principales indicadores, el uso eficiente de materias primas, la optimización de recursos energéticos y matización de los riesgos medioambientales (National Geographic, 2019), los cuales conducirán a una producción y consumo responsable.

Para manejar la gestión integral de residuos sólidos se requiere de un cambio de paradigma el cual implique, “ (...) alejarse del concepto de un manejo de residuos enfocado únicamente en su disposición final y pasar a priorizar las opciones de conversión de los residuos en recursos y de energía” (Graziani, 2018, p. 25); por lo que adoptar “esta idea en términos económicos y sociales, significa que estamos construyendo un futuro donde la palabra residuo es reemplazada por el término materia prima secundaria” (Graziani, 2018, p. 25).

Figura 9 Diagrama del Sistema de la Economía Circular



Fuente. Reproducido de “Towards the Circular Economy”, The Ellen MacArthur Foundation. 2013. European Commission. p. 25.

En la Figura 9, se muestra los procesos que la Economía Circular posee, los cuales son altamente eficientes en poner a los residuos sólidos una y otra vez en el proceso productivo. De acuerdo con Cerdá & Khalilova (2016), la economía circular se apoya sobre tres principios básicos: prevención y mejora del capital natural, optimización del uso de los recursos y promoción de la eficiencia del sistema.

Para Jain et al. (2022, p.8), la economía circular es una opción sostenible, ya que tiene la necesidad de que los productos o bienes estén en la sociedad por mucho más tiempo antes de ser desechados, a través de la reutilización. Por ejemplo, “numerosas ciudades europeas han separado los residuos orgánicos residenciales debido a su alto contenido energético y potencial de recuperación a través de la fabricación de biogás”.

2.3.3 Economía verde

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente define como: “El bienestar del ser humano y la equidad social, a la vez que reduce significativamente los riesgos ambientales y la escasez ecológica, tiene bajas emisiones de carbono, utiliza los recursos de forma eficiente y es socialmente incluyente” (Domínguez et al., 2020, p. 76).

Un aspecto a destacar es que, en una economía verde “el empleo en actividades medioambientales sostenibles, contribuye a la reducción de la pobreza y al equilibrio de la inclusión social, logrando un desarrollo tanto humano como económico, y debe estar ligado al mantenimiento y conservación de los bienes ecológicos comunes” (Domínguez et al., 2020, p. 76).

Asimismo, “la producción de bienes y servicios de manera sustentable también debe de responder a las interrogantes económicas básicas: ¿qué producir?, ¿cómo producir? ¿y para quién producir? Los consumidores de los productos también deben de ser conscientes del consumo responsable” (Domínguez et al., 2020, p. 77).

La economía verde, resulta de gran interés para la investigación ya que trata de optimizar los recursos energéticos como naturales. De igual manera, “el enfoque que se maneja es el de mirar cómo se evidencian las preferencias de los consumidores con bienes, servicios y tecnologías ambientales e inclusión de cadenas productivas en el intercambio de bienes y servicios amigables con el medio ambiente” (Domínguez et al., 2020, p. 78).

La eficiencia energética posibilita la producción de bienes y servicios con menor consumo energético y menos contaminación. Por lo tanto, existen costos que están directamente relacionados con la producción y se incurren en un mercado, pero el hecho es que la contaminación genera costos sociales y ambientales no han sido analizados. Por tanto, es necesario tener en cuenta factores relacionados con los efectos sobre la salud humana. Por lo que, la economía verde ofrece una ventaja en la identificación de costos y optimización de los recursos renovables con el fin de lograr una mejor calidad y menores precios ahorrando energía y una mayor competitividad (Domínguez et al., 2020).

2.3.4 Gestión Ambiental

La gestión ambiental se plantea como estrategia para el desarrollo armónico de las intervenciones humanas con el ambiente. La misma puede definirse como el conjunto de acciones que permitan lograr “la máxima racionalidad en el proceso de toma de decisiones relativas al usufructo de los bienes y servicios ambientales, y a la defensa y mejoramiento de la calidad ambiental, mediante una coordinada información interdisciplinaria y la participación de la población” (Vidal & Regaldo, 2022, p. 79).

2.3.4.1 Fundamentos

El proceso de degradación de los sistemas naturales no ha sido una constante a lo largo de la historia. “El aumento continuo y desordenado de la población, así como el desarrollo industrial y tecnológico experimentado por el hombre, ha favorecido el progresivo desequilibrio de los sistemas naturales, provocando en algunos casos una profunda modificación de sus características” (Santana & Aguilera, 2017, p. 10).

El descubrimiento de la electricidad en el siglo XIX y la posterior introducción del petróleo en el sistema de producción, vino a facilitar el crecimiento del sector industrial y el de transporte, pero al mismo tiempo, generó un aumento considerable de las emisiones a la atmósfera, los vertidos y los residuos. Y los grandes problemas ambientales del siglo XXI como el cambio climático, la deforestación masiva de los bosques tropicales, la pérdida de la diversidad biológica y la contaminación en general, son los grandes retos de las generaciones actuales y futuras, lo cual genera cuestionamientos importantes sobre la manera en la que se están usando los recursos; así como, “las perspectivas de desarrollo futuro al ritmo de explotación actual y la preocupación por el tema ambiental no es gratuita. Toda sociedad en mayor o menor medida es vulnerable a las transformaciones de su entorno natural” (Santana & Aguilera, 2017, p. 11).

2.3.4.2 Herramientas de Gestión ambiental

Para el logro de sus objetivos, la Gestión Ambiental se vale de tres tipos de herramientas: preventivas, correctivas y recuperativas. Actualmente, existe una mayor concientización sobre la necesidad de adoptar políticas preventivas, postergando las correctivas para los casos en que son la única y última alternativa posible.

Dentro de las herramientas preventivas, se encuentran aquellas cuyo objetivo es prevenir degradaciones y conflictos ambientales futuros, como son:

- Educación Ambiental
- Normativas en materia de calidad ambiental
- Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)
- Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)
- Ordenamiento Territorial (OT)
- Sistema de Información Geográfica (SIG)
- Indicadores Ambientales
- Monitoreo Ambiental

La eficacia y la eficiencia de las herramientas de gestión ambiental dependen de la interacción de un conjunto de factores, entre ellos: la naturaleza de los problemas ambientales abordados; los actores sociales involucrados y sus visiones sobre la relación sociedad–ambiente; las condiciones económicas, políticas y sociales; el contexto legal; las capacidades de gestión para desplegar el instrumento; las necesidades de coordinación y unión de voluntades para incorporar las distintas sensibilidades de los actores; y finalmente la integración y vinculación con otros instrumentos (Vidal & Regaldo, 2022).

2.3.4.3 Instrumentos económicos de gestión ambiental

Estos son aplicados con el objetivo de proveer incentivos para reducir la degradación del ambiente. A diferencia de otras herramientas, tales como la normativa, el agente puede decidir degradar el ambiente y pagar un precio por ello (principio de «contaminador paga»), o no hacerlo y ser compensado económicamente («el que conserva cobra») (Vidal & Regaldo, 2022).

Son diversos instrumentos e incluyen mecanismos que modifican el comportamiento de los agentes vía precios (por ejemplo, impuestos, subsidios, etc.) o crean mercados en los que existe una compensación a los proveedores (Moreno–Sánchez 2012). Estos mecanismos evidencian la intervención del gobierno en el mercado mediante ayudas y beneficios económicos, impuestos y cargas a la contaminación, permisos de contaminación comercializables, sistemas de depósito para devolución (como para las botellas de vidrio), créditos para el ahorro de recursos, precios diferenciales (como es el caso de la gasolina con y sin plomo), entre otros (Vidal & Regaldo, 2022).

2.3.4.4 Limitaciones de la gestión ambiental relacionados a la economía circular

De acuerdo con Molinillo (2022), la economía circular, no está exenta de ciertas limitaciones que obligan a replantear las estrategias de gestión ambiental, con el fin de mejorar la eficacia de estas prácticas a la hora de implementarlas en las regiones. Las limitantes son:

- **Límites termodinámicos:** hacen referencia a la llamada “cuarta ley de la termodinámica” y su relación con la sostenibilidad, de forma que la teoría sostiene la imposibilidad de un reciclaje completo de los materiales debido al uso y pérdida de energía empleada. Aunque, en realidad, según algunos autores es posible reciclar todo utilizando la energía renovable del sol, no sin antes mejorar los procesos actuales de aprovechamiento de la luz solar (Molinillo, 2022).
- **Límites del sistema espacial y temporal:** el primer obstáculo hace referencia a que hoy en día, las industrias producen en mercados internacionales, lo que ha ocasionado conflictos por causar problemas ambientales en países en vías de desarrollo y atentar contra la biodiversidad de una región concreta. El segundo obstáculo, está relacionado con la incertidumbre de la duración de los impactos ambientales ocasionados por la movilización de flujo de materiales y energía por parte de la sociedad (Molinillo, 2022).
- **Límites que plantean el crecimiento económico:** existe la llamada “Paradoja de Jevons” la cual sostiene que teóricamente el aumento de la eficiencia (a través de técnicas de producción alineadas con la EC) provoca una disminución de los costes productivos y con ello una reducción de los precios finales, aumentando finalmente el consumo. El problema radica en que el modo de consumo actual no es sostenible y si no se transforma en uno más verde, la Economía Circular no cambiará el rumbo del actual paradigma del desarrollo sostenible (Molinillo, 2022).
- **Dependencias de ruta y bloqueo:** hace referencia a que, los nuevos modelos de negocio de Economía Circular y los procesos basados en la reutilización tienen que competir con los sistemas de reciclaje convencionales y los procesos de producción (de carácter lineal) ya asentados en la economía y mentalidad mundial, lo que complica en cierto modo la implementación exitosa de esta propuesta (Molinillo, 2022).

- **Estrategias y gestión interorganizacionales:** debido al proceso de globalización, es necesaria una cooperación estricta entre los agentes económicos (empresas, organizaciones u otros) que actúan alrededor del mundo para implementar las nuevas ideas de negocios circulares (Molinillo, 2022).

2.3.5 Valoración económica ambiental

2.3.5.1 Valoración económica

Significa contar con un indicador de bienestar de la sociedad que conceda compararlo con otros componentes del medio ambiente. Por ello, no parece desacertado encontrar un valor desde una perspectiva económica, de tal manera que se integre esa información en el proceso de toma de decisiones, y cuando se utilice el medio ambiente, se conozca el costo que representa. O cuando se implementa medidas para mejorar la calidad ambiental de determinado espacio, se sepa el valor que tiene el cambio en la población afectada (Azqueta 1994, pp. 7-8).

La valoración económica del medio ambiente “se encuentra estrechamente relacionada al uso racional de sus recursos. Por ello, su carácter agotable o finito tiene necesariamente que incorporar una valoración monetaria capaz de reflejar una medida de su valor” (Hernández et al., 2013, p. 58).

Asimismo, es importante por su papel en la toma de decisiones sobre el uso de los servicios ambientales, ya que, admite la medición y comparación de los diversos beneficios de estos servicios, por lo tanto, puede servir como una poderosa herramienta para facilitar y mejorar el uso equitativo, gestión y gobernanza de los servicios ambientales (Barbier et al., 1997).

Según el MINAM (2015, p. 25), “la información que se genera como resultado de la valoración económica, puede utilizarse en la toma de decisiones, entre ellos: aumentar la conciencia ambiental, el análisis costo beneficio, planificación y diseño de políticas, mecanismos de financiamiento y la contabilidad nacional”.

2.3.5.1.1 Valor

Para entender la noción de valor, Piatti & Paris (2018) tienen dos teorías: la Teoría del Valor Utilidad y la Teoría del Valor Trabajo. A partir de esas denominaciones se puede intentar una aproximación a sus principales ejes.

- Teoría del Valor Utilidad: centra su definición a la capacidad de un bien para satisfacer la necesidad para la que fue fabricado, y puede cambiar de acuerdo a la opinión de los consumidores (Piatti & Paris, 2018, pág. 4).
- La teoría del valor-trabajo: el valor de los bienes esta dado por el tiempo que se emplea para la producción del bien o servicio. Po ello, el valor es objetivo, es decir si no varía el tiempo que se requirió para la producción del bien, el valor del bien se mantiene (Piatti & Paris, 2018, pág. 7)

2.3.5.1.2 Valor de uso

“Se relaciona con la utilización directa o indirecta de los bienes y servicios de los ecosistemas por parte de un individuo o la sociedad” (Ministerio del Ambiente, 2015, p. 38). De igual manera, para Krutilla (1967), citado por Raffo (2015, p.64), el valor de uso se refiere al “recurso consumido por la actividad que se desarrolla”. Este en consecuencia es el valor de uso directo (VUD), es decir el individuo obtiene un beneficio a partir de haber utilizado un bien o servicio del ambiente; por ejemplo, la pesca, recolección de alimentos, etc. En cambio, el valor de uso indirecto (VUI) se da cuando no hay una relación individuo – ambiente, es decir no hay un contacto directo entre estos dos componentes, pero aun así los individuos se benefician ya sea por las funciones ecológicas, ecosistémicas, formación de suelos, etc. que produce el ambiente.

2.3.5.1.3 Valor de no uso

Para el Ministerio del Ambiente (2015) el valor de no uso “Es el valor que atribuyen los individuos o la sociedad a la pura existencia de los ecosistemas o el deseo de legar los beneficios de dichos ecosistemas a las futuras generaciones” (p. 39). Del mismo modo, Krutilla (1997), citado por Raffo (2015), refiere que el valor intrínseco está en la naturaleza real de las cosas. Se incluye dos tipos, el primero es el valor de existencia, la sociedad en su conjunto le da un valor solo por el hecho de existir, por ejemplo, las especies que existen dentro de la biodiversidad; y el segundo, el valor de legado, es el valor de dejar de usar ciertos bienes o servicios con el fin de dejar los beneficios de los ecosistemas para las futuras generaciones.

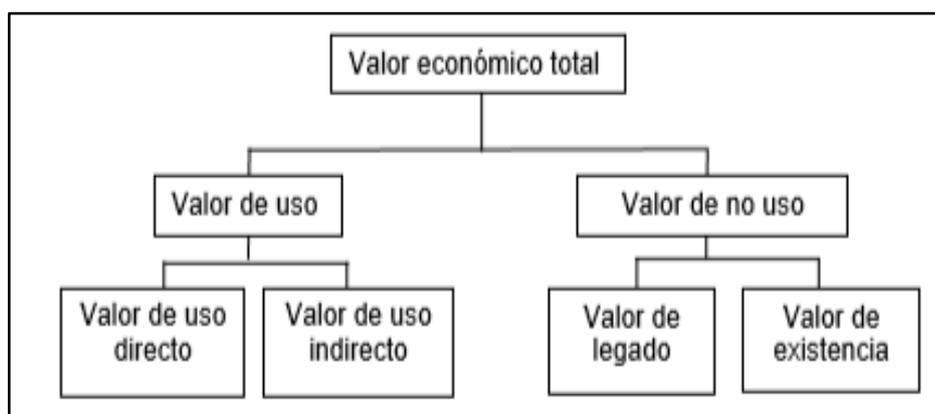
Por tanto, el valor económico total (VET) es igual a la suma de los valores de uso y no uso.

$$\text{VET} = \text{VU} + \text{VNU}$$

$$\text{VET} = (\text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO}) + \text{VNU}$$

Al respecto Montibeller-Filho (2008, pág. 105), destaca que el VET “de un bien o servicio ambiental es aquel que no solo considera el valor de uso actual, sino también, el valor de uso futuro y el valor de existencia del bien”. Por ello, es viable iniciar la cuestión sobre la complejidad de valorar un bien o servicio ambiental.

Figura 10: Valor económico total (VET)



Fuente: Extraído de MINAM (2015)

2.3.5.1.4 Métodos de valoración económica ambiental

Con la finalidad de cuantificar el valor económico de un bien o servicio ecosistémico, se ha desarrollado diversos métodos. “La elección del método depende del objetivo de la valoración, información disponible, el bien o servicio ecosistémicos, recursos financieros, tiempo, etc.” (MINAM, 2015, p. 41):

Figura 11: Métodos de Valoración económica

Método de valoración	Tipo de método
<p>Método de valores de mercado</p> <p>Brinda información sobre la importancia de los servicios ecosistémicos a partir de la información disponible de mercado.</p>	<p>Se destaca un método:</p> <p> MPM Método de precios de mercado es el más conocido y permite estimar valores de uso directo.</p>
<p>Métodos basados en preferencias reveladas</p> <p>Permite analizar cómo revelan las personas la importancia (valoración) que le dan a un bien o servicio ecosistémicos mediante el estudio de su comportamiento en los mercados reales de bienes con los que están relacionados.</p>	<p>Se destacan cuatro métodos:</p> <p> MCP Método de cambios en la productividad</p> <p> MCV Método de costo de viaje</p> <p> MPH Método de precios hedónicos</p> <p> MCE Método de costos evitados</p>
<p>Métodos basados en preferencias declaradas</p> <p>Se justifican cuando no se dispone de información de mercado para valorar económicamente los bienes y servicios ecosistémicos. En estas circunstancias la información se obtiene directamente de los individuos a través de encuestas, que plantean mercados hipotéticos. A través de estos escenarios se busca identificar las preferencias de los individuos.</p>	<p>Se destacan dos métodos:</p> <p> MVC Método de valoración contingente</p> <p> MEE Método de experimentos de elección</p>
<p>Técnica de transferencia de beneficios</p> <p>Consiste en extrapolar valores o funciones estimadas por otros estudios realizados en base a alguna metodología de valoración económica.</p>	<p> TB Transferencia de Beneficios se utiliza cuando existen restricciones de tiempo y recursos financieros para realizar estudios primarios.</p>

Fuente: Extraído de MINAM (2015, p.42)

de Montoya

En la presente investigación se emplea el método de valoración contingente por lo que, se desarrolla este método a mayor profundidad.

2.3.5.1.5 Método de valoración contingente

El método de Valoración Contingente (CV) consiste en hallar la valoración económica a través de la creación de un mercado hipotético. Es así que, “se construye un escenario lo más real posible en donde los individuos expresan sus preferencias sobre el bien o servicio ecosistémico a valorar” (MINAM, 2015, p.64). Pese al debate surgido, ha demostrado ser un instrumento eficaz para reconocer las preferencias de los individuos, con una fuerte aceptación del análisis de políticas ambientales (Osorio & Correa, 2009).

Además, dicho método, “es en particular probabilística, ya que en vez de averiguar cuanto se pagó por un bien, se pregunta al individuo si está dispuesto a comprar

el bien o no, pues es el individuo quien experimenta un mayor nivel de utilidad” (Chambilla, 2015, p.39).

Asimismo, el Informe del Panel NOAA sobre Valoración Contingente, realizado por Arrow, Solow, Portney, Leamer, Radner y Schuman (1993), resulta de gran interés, en ella no solo se debate la controversia generada por este método, sino también describe las pautas que se debe realizar para tener una encuesta de CV ideal. El método ha recibido críticas, y por ello el informe del Panel de NOAA, muestra las razones por la que estas críticas son convincentes. Estos autores evidencian que la técnica de CV se ha utilizado más de 20 años, y ha sido de gran controversia. Esta controversia está vinculada con los encuestados, ya que las respuestas que brindan son inconsistentes y las opciones de preguntas no están definidas de manera clara y concisa.

Pese a este debate, el método de valoración contingente ha mostrado ser una herramienta útil para indagar sobre las preferencias de los individuos por bienes públicos, convirtiéndolo en un método con alta aceptación para el análisis de la política pública, especialmente en el contexto de decisiones públicas sobre conservación y uso sostenible de recursos naturales (Sepúlveda, 2008).

2.3.6 Análisis costo beneficio

“Los resultados de la valoración económica pueden ser incorporados al análisis costo beneficio (ACB), con la finalidad de evaluar y seleccionar la mejor alternativa política o proyecto que maximice el bienestar social” (Machaca, 2020, pág.28). Asimismo, es un proceso que se ocupa de la evaluación de un proyecto en particular. Esto incluye determinar los costos y beneficios totales de todas las alternativas para elegir la mejor opción (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2018).

Según Postigo (2013, pp.39-40), refiere que, “como todo instrumento para la toma de decisiones el ACB tiene ventajas y limitaciones. Por un lado, una de las ventajas está asociada con la valoración económica, ya que, permite realizar diferentes proyectos ambientales, y resulta útil para tomar decisiones”. Por otro lado, en cuanto a las limitaciones, cuando se trata de valorar el ambiente muchas veces las personas desconocen los beneficios que estos generan por lo que la valoración que atribuyen a la biodiversidad es reducida. Además, tienden a ser subestimados, ya que, en los estudios ambientales suele limitarse a los impactos más importantes.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño y tipo de Investigación

El diseño es descriptivo no experimental, puesto que, “busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”, (Hernández 2014, p. 98). Por lo tanto, las variables independientes son recopiladas en el campo, y la recolección de datos no ha sido manipulada. Además, dicha investigación es de tipo transversal, para ello las encuestas han sido aplicadas a pobladores jefes de hogar que residen en el distrito de Andahuaylillas.

3.2 Métodos, modelo econométrico para el método de valoración contingente

3.2.1 Métodos

Se aplicó el método de valoración contingente y análisis costo-beneficio. Primero se utilizará el método de valoración contingente, a través de la simulación de un mercado hipotético mediante encuestas a las familias del área rural y urbana, por lo que el estudio busca información descriptiva. Por ejemplo, un individuo es libre de decidir si le gustaría o no participar en proyectos ambientales. Una vez que se tenga información sobre la DAP, se realizará el análisis de costo beneficio para evaluar la viabilidad de la implementación de una planta generadora de biogás y subproductos como biol y biosol.

El método de valoración contingente considera que, una mejora en la gestión ambiental de residuos significa mejorar el bienestar social que las personas valoran y ven como positivo. Por ello, a partir del análisis econométrico y de la encuesta correspondiente, se puede derivar la ecuación de disposición a pagar para estimar los valores que la población atribuye a los diversos proyectos de mejora.

Finalmente, el monto proporcionado por los encuestados se puede utilizar para compensar la propuesta de mejora en el análisis de costo-beneficio y crear una oportunidad social, asignando fondos públicos a este proyecto y no a otros (Machado, 2016).

3.2.2 El modelo econométrico para el método de valoración contingente

El método de VC plantea un mercado hipotético, en donde se les pregunta a los individuos su disposición a pagar (DAP) por una mejora en la calidad ambiental, y las respuestas que brindan tienden a ser dicotómicas (o binaria). Por ejemplo, ante una mejora en la calidad de un bien o servicio mediante proyectos, el individuo tendrá un mayor bienestar después del proyecto de mejora del bien o servicio (Diaz, 2012, p.38). Las variables que intervienen para hallar la disposición económica a pagar son:

- V. Endógenas: Son las explicadas o determinadas por el modelo $Y=DAP$
- V. Exógenas: No son explicadas por el modelo en ningún período de tiempo considerado.

En base a la información de la encuesta, se analizaron y construyeron varios tipos de variables con el fin de interpretar la DAP. Además, el modelo econométrico se determinó considerando la capacidad explicativa de estas variables y la consistencia económica del modelo.

Por otro lado, a partir del análisis econométrico y la encuesta adecuada, se puede derivar una ecuación de disposición a pagar para estimar los valores que atribuye la población a un determinado proyecto de mejora de la Gestión de Residuos Sólidos.

Finalmente, se admite que el monto proporcionado por el encuestado como prestación por la propuesta de mejora se puede utilizar en un análisis de costo-beneficio para demostrar que la comunidad está dispuesta a destinar fondos públicos a ese proyecto y no a otros.

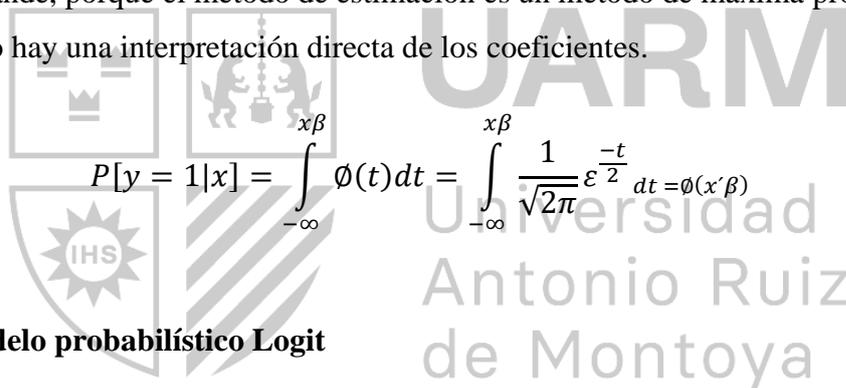
3.2.3 Modelo de disposición económica a pagar (DAP)

Para la estimación, se pueden aplicar dos modelos, el modelo Logit y Probit, en estos modelos, los coeficientes se interpretan a través del cálculo de las probabilidades estimadas y las diferencias estimadas. Para el desarrollo de la investigación se aplicará el modelo Logit, ya que, este modelo fue capaz de acertar el 93.9% de los casos, siendo mayor al Probit y el valor DAP estimado fue similar, debido, principalmente, a que los

coeficientes considerados con el modelo Logit siempre tienen desviaciones estándar más bajas que el modelo Probit. A continuación, se describen cada uno de los modelos:

3.2.4 Modelo probabilístico Probit

El análisis del probabilístico Probit, es utilizada para analizar diferentes tipos de respuesta (binaria). Por ejemplo, se puede modelar distinciones de clientes por determinados productos a partir de la aplicación de comerciales televisivos cada cierto minuto. “A diferencia de la regresión logit, que utiliza una función del tipo logaritmo natural de los odds ratios, la función del enlace Probit viene a ser la inversa de una distribución normal estándar acumulada $N(0,1)$ ” (Uceda, 2013, pp.56-57). Las ventajas que tiene del modelo Probit, es la obtención de estimaciones de probabilidad para la ocurrencia de un evento y la construcción de una variable latente que resulta ser de interés mayor. Sin embargo, la limitación del modelo es que, primero, el tamaño de la muestra debe ser grande, porque el método de estimación es un método de máxima probabilidad, y segundo, no hay una interpretación directa de los coeficientes.



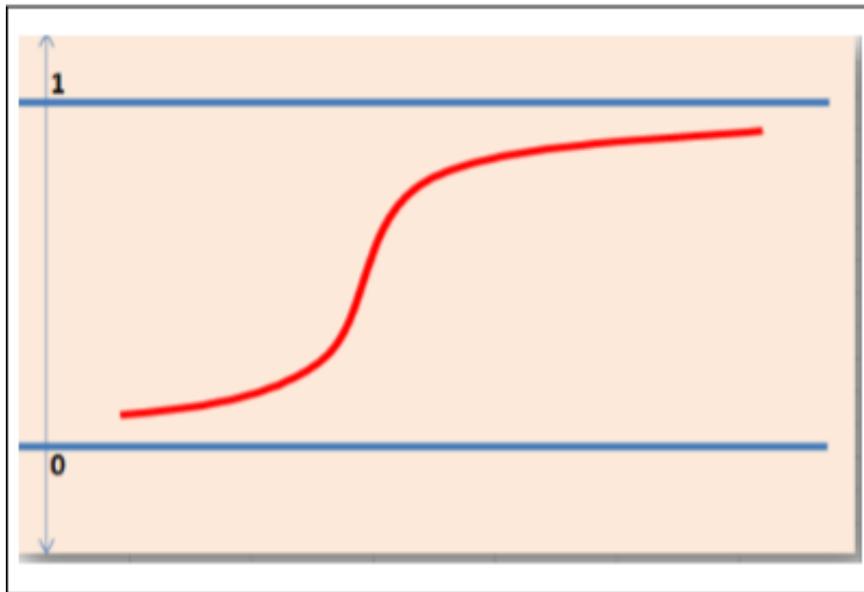
$$P[y = 1|x] = \int_{-\infty}^{x\beta} \phi(t) dt = \int_{-\infty}^{x\beta} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = \Phi(x'\beta)$$

3.2.5 Modelo probabilístico Logit

Dicho modelo “permite obtener la probabilidad de un suceso e identificar los factores de riesgo y se emplea para comparar un grupo de variables, por lo que su posible respuesta es 0 (fracaso) o 1 (éxito)” (Uceda, 2013, p. 49). Del mismo modo, Gómez (2011), indica que, con la modelización Logit, “el resultado es una estimación de la probabilidad de que ocurra un evento, dado que, es un análisis de regresión, también ayuda a identificar las variables más significativas que explican las diferencias entre grupos” (p. 51).

Asimismo, este modelo obtiene estimaciones de la probabilidad de un evento e identificar los factores de riesgo, así como la influencia, es decir, la probabilidad o variable dependiente es afectada por el comportamiento de las variables explicativas. El modelo de regresión Logit “es análogo al modelo Probit, excepto que la función de distribución acumulativa normal estándar J en la ecuación se reemplaza por la función de distribución acumulativa normal logística, representada por F ” (Stock & Watson, 2012, p. 283).

Figura 12: Representación gráfica de una función logística



Fuente: Uceda, V. (2013). p,52

Del gráfico se observa que la función está acotada entre cero y uno. Y la probabilidad se encontrará en el intervalo de 0 a 1.

La fórmula del modelo de probabilidad Logit es la siguiente:

$$P = [y = 1|x] = \frac{e^{x'\beta}}{1 + e^{x'\beta}} \mu = \Lambda(x'\beta)$$

a. **Ventajas del modelo logit**

Una de las ventajas de este método es su flexibilidad, ya que, no necesita trabajar con muestras proporcionales (50-50), a diferencia de lo que ocurre con los modelos univariados y discriminantes. Además, no requiere normalización en las variables (Támara, Villegas, Leones, & Salazar, 2018). También, “tiene la facultad para confrontar escenarios en las que se infringen las hipótesis de independencia de alternativas irrelevantes (IAI) y de homocedasticidad, propias de estos últimos” (García & Rodríguez, 2005, p. 25).

3.3 **Población y muestra de la investigación**

3.3.1 **Descripción del área de estudio**

El distrito de Andahuaylillas, se encuentra en el valle sur del Cusco, en la cuenca del Vilcanota, al oeste de la cordillera oriental de los andes, se encuentra a una altura de

3121 m.s.n.m. en la provincia de Quispicanchi, departamento de Cusco. Tiene una extensión de 84.6 km² y se ubica a 36 km. al sur de la ciudad de Cusco.

Políticamente se ubica en la:

Región : Cusco

Provincia : Quispicanchis

Distrito : Andahuaylillas

Comunidades : CC. Mancco

- CC. Ttiomayo

- CC Yutto

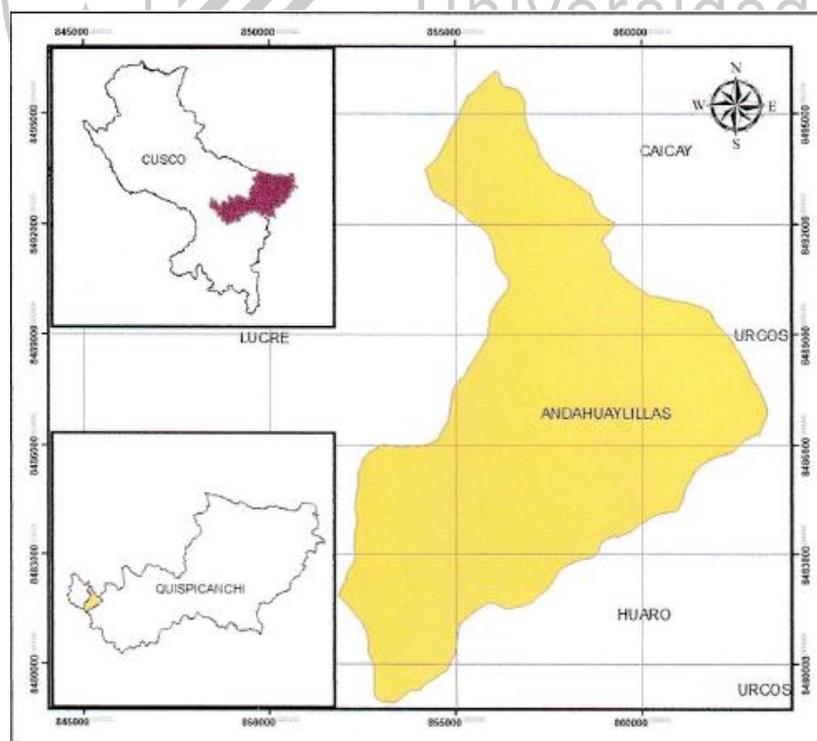
- CC. Quehuar

- CC. Churubamba

- CC. Secsencalle

- Pequeños Agricultores Independientes del Centro Poblado de Andahuaylillas.

Figura 13: Ubicación política del Distrito de Andahuaylillas

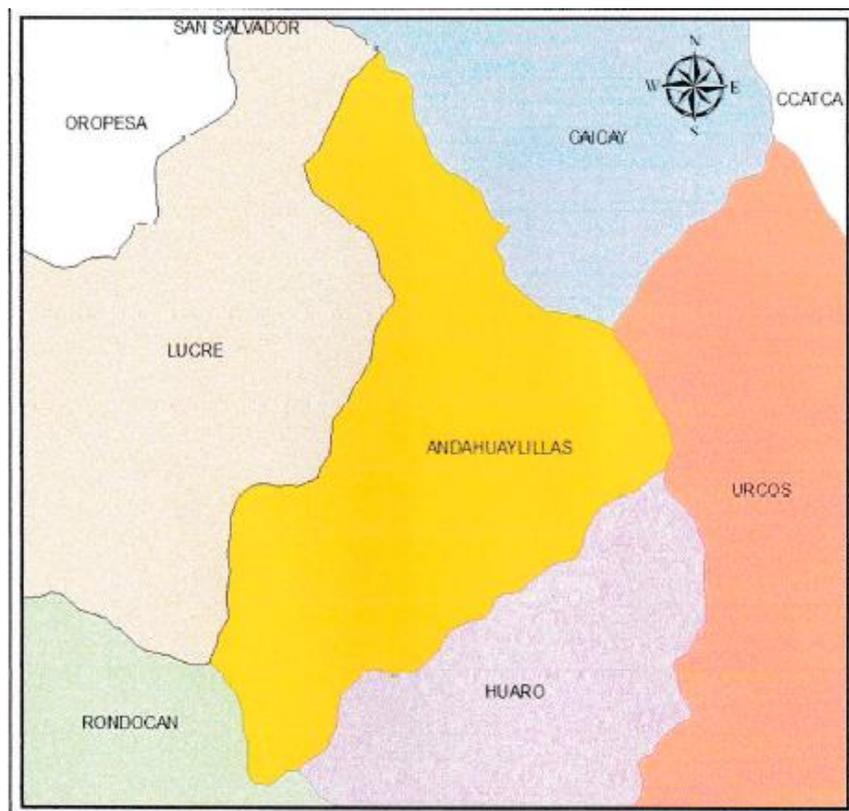


Fuente: Extraído de Plan de Manejo de Residuos Sólidos Andahuaylillas. (Municipalidad Distrital de Andahuaylillas, 2020).

3.3.1.1 Límites del distrito de Andahuaylillas

- Norte : Distrito de Caicay (Paucartambo)
- Sur : Huaró (Quispicanchi) y Rondocán (Acomayo)
- Este : Distrito de Urcos
- Oeste : Distrito de Lucre

Figura 14: Límites del Distrito de Andahuaylillas



Fuente: Extraído de Plan de Manejo de Residuos Sólidos Andahuaylillas. (Municipalidad Distrital de Andahuaylillas, 2020)

3.3.1.2 Características del medio ambiente

a. Recursos Hídricos

El sistema hidrológico del distrito forma parte de la cuenca formada por el río Vilcanota. La cual forma en la margen izquierda la microcuenca de Manccomayo y diversas quebradas de donde bajan riachuelos, los cuales sirven de consumo para las comunidades que se encuentran en esta cuenca. La cuenca del Manccomayo tiene una extensión de 39.5 km, esta es pequeña y simétrica (Municipalidad Distrital de Andahuaylillas, 2020).

La calidad de agua en el distrito es regularmente buena, para el riego, consumo animal y para uso doméstico; sin embargo, se le da un uso poco eficiente para el riego debido principalmente al predominio de riego por inundación o gravedad además se produce pérdidas debido a las infiltraciones a través de los canales. Cabe mencionar que, así como hay comunidades con un microclima bueno, existen otras comunidades donde el agua es insuficiente (Municipalidad Distrital de Andahuaylillas, 2020).

b. Flora y Fauna

El distrito de Andahuaylillas, cuenta con una amplia diversidad de flora y fauna, dichos recursos son parte de su increíble paisaje. La flora está conformada por keuña, molle, pisonay, eucalipto, motoy, que suelen utilizarse como madera y leña. La muña, el chirichiri, panty, ortiga, salvia, etc. las cuales se utilizan como plantas medicinales. Entre las plantas frutales se tiene, durazno, manzana, capulí, pera, ciruelo. Y en cuanto a los cultivos esta la papa, maíz, habas, oca, trigo, cebada, quinua.

La fauna, en el distrito de Andahuaylillas, al igual que su flora, también es de gran diversidad, entre los que se puede encontrar animales domésticos como las vacas, llamas, ovejas, chanchos, gallinas. En lo alto de los cerros están los pumas, el zorro andino, la vizcacha, aves como el cóndor, Killincho. Y en los ríos de la zona, se encuentran truchas, suches, que sirven de consumo y para la venta en los mercados locales.

En el distrito de Andahuaylillas la principal actividad económica es la agricultura y ganadería. Pero, debido a que ha sido declarado como “Patrimonio Cultural de la Nación”, por la Capilla Sixtina de América, gran parte de las familias se han dedicado al turismo y comercio. Es así que, en temporada normal, hay una gran cantidad de turistas.

En los últimos años, la cantidad de habitantes se ha incrementado. Hoy en día, se puede observar que la pista principal (Carretera interoceánica) se ha vuelto un punto de venta, por consiguiente, la generación de residuos ha aumentado.

3.3.2 Población

Constituida por todas las viviendas del distrito de Andahuaylillas. Para ello, se manejó la base de datos del INEI, en la cual el número de viviendas en el distrito es de 2313 (INEI, 2018). La mayoría se dedica a la ganadería, agricultura y comercio.

3.3.3 Muestra

Al tratarse de una población que está relativamente en crecimiento demográfico, se toma una muestra representativa. Por lo que para la investigación se utilizó un muestreo aleatorio simple. El resultado se ha conseguido por la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{Z^2 p q n}{E^2 (n-1) + Z^2 p q}$$
$$n = \frac{(1.96^2) \times 2313 \times 0.5 \times 0.5}{(0.05^2) \times (2313 - 1) + (1.96^2) \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 330 \text{ viviendas}$$

Figura 15: Datos y valores de la muestra

Tamaño de la muestra	Datos
Número de familias (N)	2313
Nivel de confianza (Z)	95%
Margen de error (E)	5%
Probabilidad de éxito (p)	50%
Probabilidad de fracaso (q)	50%
Muestra (n)	330

Fuente: Elaboración propia (2022)

De acuerdo a la anterior tabla, se obtuvo que el tamaño de la muestra es de 330 encuestas, al aplicar la fórmula. La encuesta se realizó a los jefes de hogar.

3.4 Técnicas de recolección de datos y validación del instrumento

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

La técnica empleada fue la encuesta y como instrumento el cuestionario. Las encuestas fueron aplicadas a los jefes de hogar de cada vivienda en el área urbana y rural del distrito, en los meses de febrero y marzo del año 2022. Las encuestas son de respuesta dicotómica, y las que se utilizan para este tipo de escenarios.

Inicialmente se ha considerado la aplicación de una encuesta piloto realizada a 50 jefes de hogar, para poder identificar fallas en la encuesta y posteriormente subsanarlas. Luego se procedió a aplicar la encuesta original, la cual está conformada por cuatro módulos (Ver anexo 01), la cual se divide en características demográficas y

socioeconómicas de la población, educación ambiental, conciencia sobre la gestión de residuos sólidos y la disposición a pagar.

Además, se hizo un registro visual del manejo de los residuos sólidos, clasificando y consignando los eventos relevantes según el problema estudiado, que en este caso es el manejo inadecuado de los residuos sólidos.

3.4.2 Técnicas para analizar la información

Dadas las características del estudio, el modelo econométrico que se va a aplicar es el probabilístico Logit, puesto que, los estudios de valoración contingente, sitúan a los modelos Logit como los más apropiados, para lo cual se emplea el software estadístico SPSS versión 25.

El modelo econométrico a estimar, es el siguiente:

$$DAP = \beta_0 + \beta_1 \text{Nestudios} + \beta_2 \text{Ingreso} + \beta_3 \text{hábito} + \beta_4 \text{Concien_gener_basura} + \beta_5 \text{ImporteDAP}$$

Dónde:

- DAP: variable dependiente, disposición económica a pagar que puede tomar dos valores 0=no y si=1
- (β_0): Intercepto
- (β_1 a β_6): Coeficientes de las variables independientes que representa el cambio de las variables independientes en función a la variable dependiente.
- β : parámetro de pendiente. Mide la relación entre “x” e “y”, es decir, cómo cambia “Y” cuando se producen modificaciones en “X”
- e: término de error

La ecuación estima la DAP para la construcción de una planta generadora de biogás a partir de residuos orgánicos, para suplir la demanda energética del relleno sanitario y la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco basado en la economía circular.

Los modelos de regresión logística son aquellos donde la variable dependiente (DAP) es el logaritmo natural de la razón de probabilidad y odds ratio $p_i/(1-p_i)$ (transformación logística), considerando que:

$$\text{Importe DAP} = -(\beta_0 + \beta_2 \text{Nestudios} + \beta_3 \text{Ingreso} + \beta_4 \text{hábito} + \beta_5 \text{Concien_gener_basura}) / \beta_5$$

Reemplazando los valores medios de las variables explicativas, se obtiene la DAP.

3.4.3 Validación del instrumento

El instrumento (Encuesta de Disposición económica a pagar) ha sido validado por el “Informe del Panel de NOAA sobre Valoración contingente” presentado por Arrow et al. en 1993. Dichos autores proporcionan las características válidas para la aplicación del método Valoración Contingente (VC). Además, este instrumento se aplicará de manera personal en el distrito de Andahuaylillas. Para un mejor resultado, Arrow et al. (1993), establecen pautas para lograr una encuesta de VC ideal:

- Tipo y tamaño de muestra, el muestreo probabilístico es esencial y requiere una guía profesional.
- Minimizar las no respuestas
- Entrevista personal, las entrevistas cara a cara suelen ser preferibles y más confiables.
- Prueba previa de los efectos del entrevistador
- Informes, cada informe debe dejar claro la definición de la población muestreada, el marco conceptual, la tasa de no respuesta, etc. Todos los datos deben ser archivados.
- Prueba preliminar de un cuestionario de VC.

3.5 Variables de la investigación

- **Variable dependiente:** Propuesta de mejora
- **Variable independiente:** Disposición a pagar por la mejora en la gestión de RRSS
- **Variable interviniente:** Factores que influyen en la acumulación de residuos sólidos

Tabla 1: Identificación de las variables de la investigación

Variable	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente Disposición a pagar por la mejora en la gestión de los residuos sólidos	Disposición a pagar	- Planteo de la opción - Precios - Medio de pago - Respuesta de protesta
Variable dependiente Propuesta de mejora	Recursos	- Recursos humanos - Recursos materiales - Maquinarias - Equipos - Mobiliarios y equipo de oficina - Equipos para laboratorio de calidad - Equipos de Protección Personal
	Costos	- Costos directos - Costos indirectos - Costos fijos
Variable interviniente Factores que influyen en la acumulación de residuos sólidos	Características demográficas y socioeconómicas de la población	- Características del entrevistado y su familia - Características y localización de la vivienda
	Educación ambiental	- La sensibilidad ambiental - La preocupación personal - La adhesión a los valores culturales - Cultura de reciclaje
	Conciencia sobre la gestión de residuos sólidos	- Generación domiciliaria - Recolección - Procesamiento - Disposición final

Fuente: Elaboración propia (2022)

3.5.1 Variables para estimar la DAP

- **Variable dependiente:** La disposición económica a pagar (DAP). Donde la respuesta “sí” es (1) y si la respuesta “no” es (0).

- **Variables independientes:**

Nivel de estudios (v1): Refiere al máximo nivel de estudio adquirido por la persona encuestada. Además, el nivel de educación posee una incidencia positiva en la DAP, puesto que, manifiesta el conocimiento que tienen los encuestados sobre temas vinculados a la gestión de los residuos.

Ingr (v2): Representa el ingreso familiar mensual. Por lo tanto, se supone dicha variable incide positivamente en la DAP, es decir, a mayor nivel de ingreso del hogar, mayor el presupuesto disponible.

Hábito-Conciencia ambiental (v3): Variable relacionada a la conciencia ambiental, adopta el valor de 1 cuando el encuestado siempre o casi siempre separa los residuos. Y el valor 0 cuando manifiesta que: lo hizo alguna vez, no lo hizo pero lo haría, o no lo hizo ni lo hará.

Conciencia generación de basura (v4): Variable relacionada a la conciencia sobre la generación de residuos sólidos que toma valor 1 cuando el principal problema ambiental es la generación o acumulación excesiva de residuos.

Importe mensual adicional (ImporteDAP): Importe mensual adicional o precio hipotético que se propone pagar al encuestado por el proyecto planteado.

Tabla 2: Identificación de variables del método de valoración contingente

Variable		Notación	Cuantificación	Hipótesis	Signo esperado
Y1	Disposición económica a pagar	DAP	1= si está dispuesto a pagar el precio hipotético. 0= si no está dispuesto a pagar	Variable dependiente	
X1	Nivel de estudios	V1	1= Sin estudios/primario incompleto 2= Primario completo 3= Secundario incompleto 4= Secundario completo 5= Superior no universitario incompleto 6= Superior no universitario completo 7= Superior universitario incompleto 8= Superior universitario completo	Un mayor nivel de estudios implica una mayor conciencia y disposición a pagar	+
X2	Ingreso familiar mensual	V2	Ingreso mensual promedio en soles	A mayor ingreso mayor disposición a pagar	+
X3	Hábito	V3	1= Siempre o casi siempre separa los residuos secos y orgánicos 0= Lo hizo alguna vez, No lo hizo, pero lo haría, o No lo hizo ni lo hará	Mejores hábitos implican una mayor disposición económica a pagar	+
X4	Conciencia sobre la generación de residuos sólidos	V4	1= Si la acumulación de la basura es un problema 0= Si la acumulación de la basura no es un problema	Si la generación de basura implica un problema principal se tiene una mayor disposición económica a pagar	+
X5	Importe DAP	V5	Nivel de precio hipotético en soles	Un mayor precio hipotético implica una menor disposición económica a pagar	-

Fuente: Elaboración propia (2022)

CAPITULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados econométricos

4.1.1 Resultados del método de valoración contingente

En el programa estadístico SPSS se introdujeron las variables para estimar la disposición a pagar en un modelo Logit, teniendo los siguientes resultados:

Tabla 3: Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo

Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo			
	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Paso	310,968	5	,000
Paso 1 Bloque	310,968	5	,000
Modelo	310,968	5	,000

Fuente: Elaboración propia (2022), en SPSS versión 25.

La Prueba Ómnibus infiere que, al haber 5 variables independientes en el modelo (además de la constante), un único bloque y un único paso, coinciden los tres valores para la Chi cuadrado, con significancia de $0,00 < 0,05$. Es decir, en un nivel de confianza del 95% el modelo resulta ser significativa.

Tabla 4: Resumen del modelo

Paso	Logaritmo de la verosimilitud -2	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	85,192a	,610	,873

Fuente: Elaboración propia (2022), en SPSS versión 25.

La R cuadrado de Cox y Snell muestra que, el 61% de la variación de dicha variable dependiente es explicada por las variables adjuntas en el modelo.

Tabla 5: Prueba de Hosmer y Lemeshow

Paso	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	3,882	8	,868

Fuente: Elaboración propia (2022), en SPSS versión 25.

La prueba de Hosmer y Lemeshow evalúa la bondad del ajuste del modelo, el p valor es mayor a 0,05 por lo que el modelo es confiable.

Tabla 6: Capacidad predictiva del modelo.

Tabla de clasificación					
Observado		Pronosticado		Porcentaje correcto	
		Estaría dispuesto a pagar			
		No	Si		
Paso 1	Estaría dispuesto a pagar	No	84	11	88,4
		Si	9	226	96,2
	Porcentaje global				93,9

a. El valor de corte es ,500

Fuente: Elaboración propia (2022), en SPSS versión 25.

El 93.9% de los casos se ajustaron a la probabilidad es decir el 93.9% de los casos se ajustaron correctamente.

Para el método de valoración contingente, se consideraron las variables estudios, ingreso, hábito y conciencia de la generación de basura, esto considerando las investigaciones de autores como Machado (2016), quien en su estudio de disposición económica a pagar por mejoras en la gestión integral de residuos sólidos urbanos (GIRSU) en Argentina encontró que las variables más significativas fueron el nivel de estudios, ingresos, conciencia de la generación de basura, por su parte Cardozo (2017) en su estudio realizado en Madre de Dios, para estimar la DAP consideró variables como educación, casa donde vive, ingresos, percepción sobre el problema de la basura, separación de la basura en el hogar, entre otros, las cuales resultaron significativas. Asimismo, Quilla (2017) considero la percepción de la gestión municipal, nivel educativo, tamaño de familia, entre otros.

Tabla 7: Coeficientes de las Variables del Modelo y Odds ratio

		Variables en la ecuación					
		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 1 ^a	Estudios	,574	,225	6,511	1	,011	1,775
	Ingreso	,733	,253	8,407	1	,004	2,082
	Hábito	1,849	,714	6,715	1	,010	6,354
	Concien_gener_basura	1,760	,668	6,948	1	,008	5,813
	ImporteDAP	-1,531	,200	58,538	1	,000	,216
	Constante	4,834	1,225	15,579	1	,000	125,710

a. Variables especificadas en el paso 1: Estudios, Ingreso, Hábito, Generación de basura, ImporteDAP.

Fuente: Elaboración propia (2022), en SPSS versión 25.

De acuerdo a la tabla 7, en los valores de los coeficientes, el coeficiente del precio hipotético o importe adicional DAP fue negativo, evidenciando su asociación inversa con la DAP, asimismo se puede ver que las variables (estudios, ingresos, hábito y la conciencia sobre la generación de basura) fueron significativas, con un p valor o nivel de significancia (0,01, 0,004, 0,010, 0,008) menor a 0,05.

Evaluando los Odds Ratio (Exp B) o la razón de probabilidad, los cuales sirven para establecer la ocurrencia o no ocurrencia del evento se tiene que, para las variables nivel de estudio, ingreso, hábito y conciencia sobre generación de basura influyen directamente sobre la DAP aumentando la probabilidad de ocurrencia en 1.8, 2.1, 6.4 y 5.8 veces respectivamente.

En cuanto a la estimación del modelo, y considerando que:

$p_i = \text{prob}(y=1) = \text{prob}(DAP=1)$, es decir la probabilidad de que “si” este dispuesto a pagar

Donde:

$$\text{logit}_i = \ln(p_i/(1 - p_i)) = DAP$$

$$\ln(p_i/(1 - p_i)) = \beta_0 + \beta_1 \text{Estudios} + \beta_2 \text{Ingreso} + \beta_3 \text{hábito} + \beta_4 \text{Concien_gener_basura} + \beta_5 \text{ImporteDAP}$$

En este modelo, se puede obtener la máxima disposición económica a pagar de las familias por la mejora (ImporteDAP), encontrando el precio en el cual las probabilidades de aceptación y rechazo se hacen iguales.

De este modo, la máxima disposición económica a pagar se alcanza cuando:

$$-(\beta_0 + \beta_1 \text{Nestudios} + \beta_2 \text{Ingreso} + \beta_3 \text{hábito} + \beta_4 \text{Concien_gener_basura} + \beta_5 \text{ImporteDAP}) = 0$$

Es decir, cuando el precio (Importe DAP) se hace igual a:

$$\text{Importe DAP} = -(\beta_0 + \beta_1 \text{Nestudios} + \beta_2 \text{Ingreso} + \beta_3 \text{hábito} + \beta_4 \text{Concien_gener_basura}) / \beta_5$$

Reemplazando los valores medios de las variables explicativas, se obtiene el importe DAP.

Con esas consideraciones, el modelo econométrico a estimar, es el siguiente:

$$\text{DAP} = \beta_0 + \beta_1 \text{Nestudios} + \beta_2 \text{Ingreso} + \beta_3 \text{hábito} + \beta_4 \text{Concien_gener_basura} + \beta_5 \text{ImporteDAP}$$

De este modo el modelo econométrico de la DAP y considerando los coeficientes de las variables del cuadro es:

$\text{DAP} = 4,834 + ,574 \text{estudios} + ,733 \text{Ingreso} + 1,849 \text{hábito} + 1,760 \text{Concien_gener_basura} + -1,531 \text{ImporteDAP}$
--

A partir de este modelo, se estima el Importe DAP en el tercer objetivo específico.

4.2 Respuesta a las hipótesis

4.2.1 Respuesta a la primera hipótesis específica

Para identificar los factores que influyen en la acumulación de residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022, se analizó cada uno de los factores, teniendo que:

Factor: Características demográficas y socioeconómicas de la población

Tabla 8: ¿A qué actividad económica se dedica?

	Frecuencia	Porcentaje
Agricultura	75	22.7
Comercio	78	23.6
Ganadería	61	18.5
Gastronomía	39	11.8

Otro	40	12.1
Turismo	37	11.2
Total	330	100

Fuente: Elaboración propia (2022)

De la tabla anterior, se puede apreciar que las principales actividades económicas son el comercio (23.6%), la agricultura (22.7%) y la ganadería (18.5%).

Estos resultados se asemejan a los resultados de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) 2020, donde se halló que, para el departamento del Cusco, más del 50% se dedica al sector agricultura, pesca o minería, entre el 30%-38.8% se dedica al sector servicio comercio (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021). Asimismo, según los resultados del Censo Nacional 2017, el 14% son trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados y el 24.9% son agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros, asemejándose a los resultados encontrados (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2022).

Tabla 9: Respecto a las características del consumo de productos en el hogar

	Si		No		Total	
	f	%	f	%	f	%
Lleva su propia bolsa reutilizable para comprar pan	130	39.4	200	60.6	330	100
Lleva su propia bolsa para hacer compras en el mercado	100	30.3	230	69.7	330	100
Adquieren productos como arroz, azúcar por presentaciones pequeñas (menos de 2 kilos)	225	68.2	105	31.8	330	100
Adquieren productos como champú, acondicionador, cremas, detergente en presentaciones pequeñas o sachet individuales	230	69.7	100	30.3	330	100
Usted o algún miembro de su familia adquiere frecuentemente productos que no llegan a ser usados	20	6.1	310	93.9	330	100

Fuente: Elaboración propia (2022)

En cuanto a las características del consumo de productos en el hogar, alrededor del 60% no lleva su propia bolsa reutilizable para comprar pan y no lleva su propia bolsa para hacer compras en el mercado, adquieren productos como arroz, azúcar, champú, acondicionador, cremas, detergente en presentaciones pequeñas. Esto muestra que las

familias consumen más empaques y, por lo tanto, generan mayor acumulación que podría evitarse.

Esto mismo se observó en la vida cotidiana de los habitantes del distrito de Andahuaylillas, quienes realizan sus compras en los mercados, tiendas, abarrotes y restaurantes sin llevar bolsas de mercado, sin embargo, los propietarios de los diferentes establecimientos suelen atender en bolsas de plástico, lo cual genera un incremento en la generación de residuos, y muchas veces no son depositadas adecuadamente, por lo que su destino final termina en la vía pública.

Foto N°9. Compra de distintos productos en bolsas de plástico (falta de educación ambiental)



Foto N°10. Utilización de bolsas de plástico para las diferentes compras que los pobladores realizan



Universidad
Antonio Ruiz

Foto N°11. Falta de educación ambiental en el distrito de Andahuaylillas



Factor: Educación ambiental

Tabla 10: Problemas ambientales que más afectan a las personas del distrito

	Problemas ambientales que más afectan a los habitantes			
	Primer problema		Segundo problema	
	f	%	f	%
La contaminación del aire por el humo provocado por el transporte y las fábricas	33	10.0	136	41.2
Tala de árboles / incendio en bosques (deforestación)	23	7.0	15	4.5
Escasez o contaminación del agua, de los ríos, de las napas	38	11.5	53	16.1
Generación y/o acumulación excesiva de residuos	169	51.2	78	23.6
Uso de contaminantes químicos para la agricultura / pesticidas plaguicidas	13	3.9	1	0.3
Contaminación acústica (ruidos)	0	0.0	0	0.0
Presencia de roedores y/o insectos transmisores de enfermedades	13	3.9	5	1.5
Ningún problema	41	12.4	41	12.4
Otros (abierta)	0	0.0	1	0.3
Total	330	100	330	100

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 10, se puede observar en cuanto a la sensibilidad ambiental, que el primer problema ambiental percibido que más afecta a las personas que habitan en el distrito es la generación y/o acumulación excesiva de residuos con un 51.2%, asimismo, se pudo evidenciar que un 12.4% no percibe ningún problema, evidenciando la falta de sensibilidad ambiental, el segundo problema ambiental percibido fue la contaminación del aire por el humo provocado por el transporte y las fábricas con un 41.2%.

Tabla 11: ¿Cuán ecologista se considera Ud. en una escala del 1 a 5?

	Frecuencia	Porcentaje
Nada ecologista	0	0.0
Casi nada ecologista	100	30.3
Medianamente ecologista	177	53.6
Buen Ecologista	48	14.5
Muy ecologista	5	1.5
Total	330	100

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la anterior tabla, respecto a la preocupación personal, más del 50% de los pobladores se consideran medianamente ecologistas y más del 30% se consideran casi nada ecologistas, esto muestra que no se consideran personas prioritariamente preocupadas por el medioambiente o que procuran preservar el medio ambiente con su comportamiento cotidiano.

Tabla 12: Adhesión a los valores culturales

	Totalmente en desacuerdo		En desacuerdo		Ni de acuerdo ni en desacuerdo		De acuerdo		Totalmente de acuerdo		Total	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Decir que la humanidad se enfrentará pronto a una crisis ecológica no es muy exagerado	2	0.6	67	20.3	108	32.7	102	30.9	51	15.5	330	100
Si las cosas continúan como hasta ahora, pronto experimentaremos una gran catástrofe ecológica	0	0.0	43	13.0	140	42.4	61	18.5	86	26.1	330	100
Los seres humanos todavía estamos sometidos las leyes de la naturaleza a pesar de la tecnología y los avances alcanzados	0	0.0	42	12.7	136	41.2	88	26.7	64	19.4	330	100

Fuente: Elaboración propia (2022)

De la tabla 12 se deduce que, respecto a la adhesión a los valores culturales, más del 50% de los encuestados están en desacuerdo o ni de acuerdo ni en desacuerdo con afirmaciones que reflejan los valores culturales respecto al cuidado del ambiente, no son conscientes de las consecuencias de la contaminación y no consideran que el ambiente está en una situación vulnerable. Es así que, se consideran personas prioritariamente preocupadas por el ambiente o que procuran preservar el medio ambiente con su comportamiento cotidiano.

Tabla 13: *Cultura de reciclaje (hábitos)*

	Ni lo hizo ni lo hará		No lo hizo, pero lo haría		Lo hizo alguna vez		Lo hace casi siempre		Lo hace siempre		Total	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Separar, por un lado, los residuos de alimentos y, por otro lado, los papeles, cartones, plásticos, metales y vidrios.	0	0.0	72	21.8	137	41.5	90	27.3	31	9.4	330	100
Depositar los residuos orgánicos en el jardín de la casa, en maceta o en otros recipientes para usarlos como abono	0	0.0	109	33.0	106	32.1	79	23.9	36	10.9	330	100
Depositar los envases tetrabriks, las botellas de vidrio y/o plástico, en contenedores seleccionados para su reciclaje, presentes en hipermercados y otros lugares.	1	0.3	141	42.7	129	39.1	48	14.5	11	3.3	330	100
Depositar los residuos electrónicos y electrodomésticos, en espacios destinados para ser reciclado.	0	0.0	242	73.3	72	21.8	14	4.2	2	0.6	330	100

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 13, se puede apreciar respecto a la cultura de reciclaje, que en los hábitos como separar los residuos orgánicos e inorgánicos, depositar los residuos orgánicos para usarlos como abono, depositar los envases tetrabriks y residuos electrónicos en contenedores separados para su posterior reciclaje, los pobladores en su mayoría realizaron estas acciones alguna vez, o no lo realizan, pero estarían dispuestos a realizarlas.

Asimismo, es importante indicar que la Municipalidad Distrital de Andahuaylillas desde el año 2019 viene implementando un proyecto para la optimización de un relleno sanitario y el mejoramiento de la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos para la generación de compost, esto justifica que haya respuestas como: alguna vez lo hizo o que no lo hizo, pero lo haría, evidenciándose un cambio de conducta en cuanto al ambiente, el cual no es suficiente, pero debe seguir fomentándose.

Factor conciencia sobre la gestión de residuos sólidos

Tabla 14: ¿Qué hace habitualmente con la basura que genera en su hogar?

	¿Qué hace habitualmente con la basura que genera en su hogar?					
	1º Opción		2º Opción		3º Opción	
	f	%	f	%	f	%
La deja frente a la puerta de su casa	110	33.3	0	0.0	13	3.9
La deja en los contenedores del municipio o esperan el camión recolector	203	61.5	19	5.8	0	0.0
Separa parte de los residuos que genera	4	1.2	168	50.9	30	9.1
La deja en un terreno baldío o en una esquina	9	2.7	115	34.8	16	4.8
La tira al río, acequia o alcantarillado	3	0.9	25	7.6	21	6.4
La quema o la entierra	1	0.3	3	0.9	188	57.0
Le paga a alguien para que se la lleve	0	0.0	0	0.0	1	0.3
Otros (abierta)	0	0.0	0	0.0	61	18.5
Total	330	100	330	100	330	100

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 14, se observa que un 61.5% de la población espera el camión recolector o deposita sus residuos en los contenedores municipales, un 50.9% de los habitantes separa parte de los residuos que genera, pero estos no son correctamente clasificados. Por último, y como tercera opción los habitantes queman o entierran los residuos que generan.

Tabla 15: ¿Qué hace con la basura cuando no pasa el camión recolector?

	Si por alguna razón el camión de la basura no pasa por una semana ¿qué hace Ud. con la basura?					
	1º Opción		2º Opción		3º Opción	
	f	%	f	%	f	%
Retiene la basura en su casa hasta que se reanude el servicio	307	93.0	0	0.0	2	0.6
Deja la basura en la calle, como siempre, a la espera de que se reanude el servicio	12	3.6	101	30.6	177	53.6
La tira en algún río, acequia, alcantarillado o terreno baldío	9	2.7	67	20.3	35	10.6
La quema o la entierra	2	0.6	155	47.0	65	19.7
Le paga a alguien para que se la lleve	0	0.0	2	0.6	18	5.5
Otra	0	0.0	5	1.5	33	10.0
Total	330	100	330	100	330	100

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 15, se puede observar que, si por alguna razón el camión recolector no pasa por una semana, el 93% de los habitantes, como primera opción, retiene la basura en su casa hasta que se reanude el servicio, los mismos que afirman que al dejar la basura en su casa al pasar de los días empiezan a aparecer insectos, roedores lo que causa incomodidad. Como segunda opción un 53.6% deja la basura en la calle o puerta de su casa a la espera del camión recolector, ello para evitar que haya insectos o se genere olores dentro de la casa. Y como tercera opción un 47% de los habitantes proceden a quemarla o enterrarla.

Al respecto, durante el registro visual se ha observado que la gente suele botar los residuos en los ríos, otros llevan su basura a las chacras. Además, en el Plan de Manejo de Residuos sólidos del distrito de Andahuaylillas (2019), se menciona que existe un punto crítico de almacenamiento, este se encuentra en el sector Rumicolca en la vía principal Cusco-Urcos.

Tabla 16: *¿Cuánto es su estimado sobre la cantidad de basura que genera en su hogar semanalmente?*

	f	%
Entre 1 a 4 kg	105	31.8
Entre 5 a 9 kg	210	63.6
Entre 10 a 14 kg	15	4.5
Otro	0	0.0
Total	330	100

Fuente: Elaboración propia (2022)

En cuanto a la cantidad de residuos que se generan en un hogar, el 63.6% de los hogares genera entre 5 a 9 kg y el 31.8% genera entre 1 y 4 Kg.

En el año 2019 la Sub Gerencia de Medio Ambiente y Saneamiento de la Municipalidad de Andahuaylillas realizó “El estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales”, donde se estimó que la generación domiciliaria per-cápita de residuos sólidos domésticos fue de 0.17 Kg por día, el cual viendo la cantidad de miembros del hogar sería entre 4 kilos a más por semana, siendo similar a los hallazgos de la presente investigación, aunque con un leve incremento por el crecimiento de la población o el cambio de actividad económica, pasando de agricultura o ganadería a comercio u otros.

Tabla 17: *¿Qué piensa que sucede con la basura una vez que es recolectada de su hogar?*

	f	%
Se dispone en un basural a cielo abierto sin ninguna preparación previa	233	70.6
Se entierra en un terreno sin ninguna preparación	26	7.9
Se entierra en un terreno preparado que evita filtraciones	42	12.7
Una parte es clasificada y reciclada y la otra se entierra en un terreno preparado	22	6.7
Es incinerada / quemada	0	0.0
Otros (abierta)	7	2.1
Total	330	100

Fuente: Elaboración propia (2022)

De acuerdo a los resultados respecto a la disposición final de los residuos, el 70.6% de los encuestados piensa que la basura una vez que es recolectada se dispone en un basural a cielo abierto sin ninguna preparación previa, un 12.7% piensa que se entierra en un terreno preparado que evita filtraciones, estos resultados muestran la falta de conocimiento de los pobladores respecto a la disposición final de los residuos.

En base a los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis ya que se determinó que la acumulación de residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022 se debe a factores como la falta de educación ambiental y conciencia sobre el manejo de residuos sólidos, ya que, se evidenció la falta de conocimiento de los pobladores respecto a la disposición final de los residuos, indiferencia con afirmaciones que reflejan los valores culturales respecto al cuidado del medio ambiente, falta de concientización sobre los efectos de la contaminación en el medio ambiente, asimismo, los pobladores no se consideran personas prioritariamente preocupadas o que procuran preservar el medio ambiente con su comportamiento cotidiano y no consideran que el ambiente está en una situación vulnerable, por tanto es importante considerar en la propuesta la capacitación de las familias sobre la segregación de residuos desde la fuente, siendo importante reforzar la educación ambiental.

Estos resultados coinciden con los hallazgos de Quispe et al. (2020), el cual refiere que la acumulación de residuos está relacionada con la educación ambiental, donde las personas con poca educación ambiental tienden a dejar basura en distintos lugares, fuera de los recolectores, quemar basura y contaminar las calles, además de no separar los residuos o depositar los residuos incorrectamente en los tachos de basura.

4.2.2 Respuesta a la segunda hipótesis específica

Considerando que en el distrito de Andahuaylillas desde el año 2019 se viene implementando un proyecto para la optimización de un relleno sanitario y el mejoramiento de la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos para la generación de compost, se tiene la siguiente propuesta: “Construcción de una planta generadora de biogás a partir de residuos orgánicos, para suplir la demanda energética del relleno sanitario y la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos”.

Esta propuesta se realizó considerando estudios como el de (Thiriet et al., 2020), en el cual utiliza un método de optimización para la construcción de micro digestores anaeróbicos (MDA) para los biorresiduos, la cual debe hacerse puerta a puerta, y una vez recogida los biorresiduos se procesan en MAD y el biogás se trata con un motor Starling combinado de calor y energía. Y finalmente el fertilizante se exporta a tierras de cultivo que se ubican cerca del MAD.

Para Jaín et al. (2022) “las estadísticas tecnológicas demuestran que la digestión anaeróbica es el método más rentable y respetuoso con el ambiente para gestionar la fracción natural de los RSU” (p.4). La misma que permite la reducción de contaminantes, expulsión de olores desagradables, y al mismo tiempo puede utilizarse como generador de calor y electricidad.

Taco (2022), en su estudio propuso la producción de biogás en el relleno sanitario de residuos sólidos municipales para la generación de electricidad, hallando que es un proyecto factible que implica la mejora de la gestión de residuos sólidos y beneficios para el medio ambiente y la sociedad. Asimismo, otro estudio fue el de García y Tenorio (2020) el cual evaluó el potencial de producción de biogás para la generación de energía eléctrica en el Relleno Sanitario, determinando que el potencial de generación de biogás es de 5,31 kWh/m³ y posee 922.26 kWh al año con un 68% de eficiencia de motor, siendo viable.

Es así, que, considerando la alta generación de residuos orgánicos, se vió por conveniente plantear la propuesta en el distrito de Andahuaylillas. Por ello, para describir los recursos y costos necesarios para la propuesta de mejora en la gestión de los residuos sólidos basado en la economía circular se detalla lo siguiente:

5.2.2.1 Recursos y equipos

Se considerará para el proyecto el biodigestor tubular ya que los materiales para su construcción son económicos, el mantenimiento es fácil de realizar, el tamaño puede variar según los requerimientos, de 4 a 100 m³, y su vida útil oscila entre 10 a 15 años.

5.2.2.2 Equipos y /o Unidades

- **Red de Captación y Conducción:** empleada para la captación del biogás y su conducción a la estación de regulación y medida. Abarca los pozos de captación y las líneas de conducción.
- **Estación de Regulación y Medida:** instalación para la obtención de biogás ajustando la presión aplicada en cada línea. Abarca los equipos mecánicos, equipos de control y medida y equipos auxiliares.
- **Central de extracción:** se encarga de poner en depresión los óxidos de silicio, contenido de humedad, material particulado y enviar el biogás hacia la zona de valorización.
- **Colector general:** gasoducto que transporta el biogás desde la planta de extracción hasta el punto de consumo.
- **Central de control:** analiza secuencialmente las muestras
- **Sistema motor generador:** es el sistema que permitiría generar energía eléctrica, a partir del gas, para ser utilizada como combustible en motores de combustión.

5.5.2.3 Costos de la construcción del biodigestor

Tabla 18: Costos de mano de obra

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unit. S/	Costo total S/
Construcción del biodigestor y pozos de captación	Jornal	5	S/55,00	S/275,00
Capacitación en producción y mantenimiento de los biodigestores	Día	1	S/100,00	S/100,00
Total				S/375,00

Fuente: Elaboración propia (2022)

Para la construcción del biodigestor, el costo de mano de obra estimado es de S/375,00.

Tabla 19: Costos de materiales, equipos y maquinarias

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unit. S/	Costo total S/
1.1. Instalación del biodigestor y gasómetro				S/4,133
Bienes - Bidón de 150 litros	Und.	3	S/140,00	S/420,00
Bienes - Polietileno tubular de 2 m. de ancho de manga y 300 um de espesor (gasómetro)	m	4	S/26.41	S/105.65
Bienes - Polietileno tubular de 2 m. de ancho de manga y 300 um de espesor (digestor)	m	70	S/28.20	S/1,974.00
Adhesivo de polietileno y PVC	m	3	S/61.93	S/185.78
Tubería de PVC de 2"	Und.	6	S/49.78	S/298.70
Abrazadera metálica de 1"	Und.	12	S/11.00	S/131.95
Plástico para invernadero de 4 metros de ancho	Und.	39	S/10.00	S/390.00
Palo de madera de 2 metros c/u	Und.	15	S/21.88	S/328.24
Clavos	kg	1	S/8.21	S/8.21
Abrazadera metálica de 2"	Und.	9	S/19.97	S/179.71
Arandela metálica	Und.	12	S/1.64	S/19.69
Cinta aislante	Und.	3	S/13.68	S/41.03
Otros materiales		1	S/50.00	S/50.00
1.2. Conducción de biogás				S/784.54
Tubería Flex de PVC de 1"	m	30	S/2.93	S/88.00
Tubería de PVC de 1/2"	m	0,8	S/4.43	S/3.54
Tubería de PVC de 1"	m	0,8	S/5.36	S/4.29
Niple de 10 cm y 1"	Und.	12	S/5.32	S/63.81
Válvula de bola de PVC de 1"	Und.	15	S/18.93	S/284.00
Abrazaderas metálicas de 1"	Und.	12	S/11.88	S/142.51
Codo de PVC de 1" a 90°	Und.	12	S/5.91	S/70.90
Adaptador hembra de PVC de 1"	Und.	3	S/2.36	S/7.09
Adaptador macho de PVC de 1"	Und.	3	S/2.36	S/7.09
Reductor de PVC de 1" a 1/2"	Und.	3	S/4.73	S/14.18
Tapón roscado de PVC de 1"	Und.	6	S/2.95	S/17.72
Te de PVC roscada de 1"	Und.	12	S/6.27	S/75.20
Codo flex 1"	Und.	3	S/2.07	S/6.20
Bienes – Estropajo	Und.	6	S/1.77	S/10.63
Bienes – Teflón	Und.	9	S/5.32	S/47.86
Otros materiales		1	S/50.00	S/50.00
1.3. Motor generador				
Motor-generador Modelo KDGH30-G 30 kW	Und.	1	S/32,000.	S/32,000
Otros				
Capacitación y entrega de tachos de basura para residuos orgánicos	Und.	2400	S/45.00	S/108,000
			Total	S/144,918

Fuente: Elaboración propia (2022)

El costo de los bienes y materiales para la instalación del biodigestor y gasómetro fue de S/4,132.97, el gasto para la conducción del biogás fue de S/784.54 y el motor generador tuvo un costo de S/32,000.00, la capacitación y entrega de tachos de basura para residuos orgánicos tuvo un costo de S/108,000.00 siendo un costo total de S/144,918. Y el costo total para la implementación del biodigestor es de S/145,393.

Los costos de los bienes y materiales para la instalación del biodigestor, gasómetro y la conducción del biogás fueron obtenidos de la página oficial y las instalaciones físicas de Promart Homecenter ubicado en la ciudad del Cusco, asimismo, los costos para el motor generador se recopilaron de la página oficial de Camda New Energy Equipment Co, una empresa china encargada de la fabricación, comercialización y exportación de equipos generadores de energía.

Tabla 20: Costo total de la construcción del biodigestor

Detalle	Costo total S/
Mano de obra	S/375
Bienes y materiales	S/4,918
Motor-Generador	S/32,000
Otros	S/108,000
Imprevistos	S/100
Total	S/145,393

Fuente: Elaboración propia (2022)

5.2.2.8 Definición de la capacidad del biodigestor

Para definir la capacidad del biodigestor, se considera que cada familia genera semanalmente 5.01kg, lo que al mes sería 49632 kg al mes. De estos, según la Municipalidad el 54.40% son residuos sólidos orgánicos (27000 kg al mes o 900 kg por día), de los cuales el 25% (225kg/día) se destinará para la producción de biogás, que estará constituida por residuos vegetales y estiércol, de acuerdo con la recomendación de Cairampoma (2017), el cual encontró en su estudio que la mezcla con estiércol acelera la obtención de biogás.

Con estas consideraciones a continuación se muestran los requerimientos para cargar los biodigestores:

1. Cálculo de producción de biogás

$$PG = MPC * SO * P$$

Donde:

- PG: Gas producido por día
- MPC: Materia prima para carga en kg/día= 225,0
- SO: Porcentaje de residuos sólidos orgánicos = 0,13
- P: Producción aproximada de gas/1kg de masa orgánica seca total = 0,25

$$PG = 7,31 \text{ m}^3/\text{día}$$

2. Porcentaje de residuos sólidos totales

$$\%ST = \frac{E * \%EST}{MPC}$$

- MPC: Materia prima para carga en kg/día= 225,0
- % EST: Porcentaje de residuos sólidos totales de estiércol= 16%
- E: Estiércol en kg/día= 162

El % ST: Porcentaje de residuos sólidos totales contenidos en la materia prima para carga es de 12%.

3. Sólidos totales (ST)

$$ST = \frac{\%ST * MPC}{100}$$

- %ST: porcentaje de sólidos en la carga o materia= 12%
- MPC: Materia prima para carga en kg/día = 225,0

La ST: Cantidad de sólidos orgánicos contenidos en la materia prima para carga en kg/día es de 25,92 kg / día

4. Masa de agua para la mezcla

$$MH_2O = \frac{MPC * ST}{10} - MPC$$

- ST: Cantidad de sólidos orgánicos contenidos en la materia prima para carga en kg/día= 25,92
- MPC: Materia prima para carga en kg/día= 225,0

La MH₂O: Masa de agua para mezclar que disminuye hasta un 10% los sólidos orgánicos contenidos en la materia prima, es de 358,2 litros / día

5. Carga

$$C = MPC + MH_2O$$

- C: Carga diaria para alimentar el digestor kg/día o litros/día
- MPC: Materia prima para carga en kg/día= 225,0
- MH₂O: Masa de agua para mezclar que disminuye hasta un 10 % los sólidos orgánicos contenidos en la materia prima en kg/día= 358,2 litros / día

La C: Carga diaria para alimentar el digestor es de 583,2 litro /día

6. Cálculo del tiempo de retención

$$TR = [-51.227 * Ln(T^{\circ}C) + 20.6.72]$$

- TR: Tiempo de retención en días
- Ln: Logaritmo natural
- T°C = Temperatura promedio en grados centígrados del sitio donde se instalará el biodigestor = 17°C

El TR: Tiempo de retención es de 61,6 días

7. Volumen del biodigestor

$$Vd = C * TR * 1.1$$

- TR: Tiempo de retención en días = 61,6
- C: Carga diaria para alimentar el digestor = 583,2 litros días
- 1.1: Volumen adicional para el almacenamiento del biogás

El Vd: Volumen del biodigestor en litros es de 39,507 o 39,51 m³

8. Dimensión del biodigestor y gasómetro

El volumen de un biodigestor es en promedio de 13 m³, por lo que se implementaran 3 biodigestores con las siguientes medidas:

Ancho de rollo= 2m

Radio= 0.64 m

Longitud= 10,53 m

Para el gasómetro se considera que, a mayor ancho de rollo, se necesita menor longitud para el gasómetro, por tanto, el ancho de rollo será de 2 m, un diámetro de 1,28m con el que se dimensiona una longitud de 3.88 m para el gasómetro.

Cálculo de la captación de biogás

Se considera que el uso de biogás está dentro del 80%, porque en el proceso de uso de biogás, la cantidad de gas de combustión interna suministrada al motor de combustión interna es equivalente.

$$PG*0.8 = 7,31 \text{ m}^3/\text{día} * 0.8 = 5.85 \text{ m}^3/\text{día}$$

Según la Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía (219-2020) el consumo eléctrico para una vivienda es de 93 kWh-mes (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinergmin, 2021), considerando que la demanda energética de la planta es tres veces la de una vivienda, la demanda mensual sería de 279 kWh-mes o 9.3 kWh-día.

Considerando las características técnicas del motor, con un consumo de placa 0,6 (m³/ kW- h) y una potencia prime de 25kW, se calculó el consumo requerido de biogás, teniendo que:

$$\text{Consumo requerido de biogás} = 0.6 * 9.3 (\text{m}^3 / \text{kW} - \text{h}) \text{ kWh-día} = 5.58 \text{ m}^3 \text{ x día.}$$

Por ello, la producción de los biodigestores (5.85 m³/día) abastece los 5.58m³/día que requerirá la planta.

Es así, que se acepta la tercera hipótesis específica, ya que, según los hallazgos de la investigación, se estimaron los recursos y costos necesarios para la implementación de la propuesta de mejora: Construcción de una planta generadora de biogás a partir de residuos orgánicos, para suplir la demanda energética del relleno sanitario y la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos en la gestión de los residuos sólidos, en el distrito de Andahuaylillas, encontrando que son significativos, ascendiendo a un monto total de S/145,393, siendo el costo de mano de obra por mantenimiento estimado de S/375,00, el costo de los bienes y materiales para la instalación del biodigestor y gasómetro fue de S/4,132.97, el gasto para la conducción del biogás fue de S/784,54, el motor generador tuvo un costo de S/32,000.00 y la capacitación y entrega de tachos de basura para residuos orgánicos para cada familia tuvo un costo de S/108,000.00.

Estos resultados consideran los aspectos a Cairampoma (2017) en su “Propuesta de generación de energía eléctrica mediante biogás obtenido por la materia orgánica del Relleno Sanitario”, donde considero los costos de mano de obra, bienes y materiales para la instalación del biodigestor y gasómetro, conducción del biogás y motor generador.

4.2.3 Respuesta a la tercera hipótesis específica

Se considera el modelo econométrico estimado en resultados econométricos:

$$\text{DAP} = 4,834 + ,574 \text{estudios} + ,733 \text{Ingreso} + 1,849 \text{hábito} + 1,760 \text{Concien_gener_basura} + -1,531 \text{ImporteDAP}$$

Para determinar la tarifa óptima por la mejora en la gestión de los residuos sólidos, en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022, una vez elegido el modelo que mejor se ajusta, se realiza el cálculo de la DAP media siguiendo la fórmula que multiplica la media de las variables con sus coeficientes excepto el ImporteDAP, y todo ello se divide entre el parámetro del ImporteDAP.

Tabla 21: Estadísticos descriptivos de los parámetros del modelo

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Estudios	330	1,00	8,00	4,3182	1,78613
Ingreso	330	1	6	3,10	1,472
Hábito	330	,00	1,00	,3667	,48263
Conciencia generación de basura	330	,00	1,00	,7030	,45762
ImporteDAP	330	2,00	10,00	5,3818	2,21208
N válido (por lista)	330				

Fuente: Elaboración propia (2022), en SPSS versión 25.

Dada la ecuación de máxima disposición económica a pagar:

$$\text{Importe DAP} = -(4,834 + ,574\text{estudios} + ,733\text{Ingreso} + 1,849\text{hábito} + 1,760\text{Concien_gener_basura}) / -1,531$$

Reemplazando los valores, se obtiene la DAP.

$$\text{Importe DAP} = S/ 7,51$$

Por tanto, el valor de la DAP media es de S/ 7,51

4.2.3.1 Determinación del valor económico total

El Valor Económico Total, es igual al producto de la media de la DAP (S/ 7.51) multiplicado por la población y la proporción de personas dispuestas a pagar (71.2%).

$$\text{VET} = S/ 7.51 * 2313 * 71.2\% = S/ 12'370$$

El valor obtenido de S/ 12'370 soles al mes, representa el valor económico que los pobladores estarían dispuestos a pagar por una mejora en la gestión de residuos sólidos. Si este valor se pagaría durante los doce meses, el importe sería de S/ 148,445.

Es así que, se acepta la hipótesis específica, ya que, considerando los hallazgos de la investigación, se determinó que la tarifa óptima por la mejora en la gestión de residuos sólidos se encuentra alrededor de 10 soles, siendo S/ 7.51, con una proporción de personas dispuestas a pagar del 71.2% y 2313 hogares, por lo que el valor obtenido estimado es de S/ 12'370 soles al mes, que representa el valor económico que los pobladores estarían dispuestos a pagar por una mejora en la gestión de residuos sólidos.

Estos hallazgos se asemejan a los de Machaca (2020) en su estudio de la DAP por la mejora de la gestión integral del manejo de residuos sólidos urbanos, donde encontró que “los habitantes del distrito tienen una DAP media de S/ 9,54 soles/familia/mes, con una probabilidad P(si) del 73%” (p. 79). Por su parte, Quispe et al. (2020), en su estudio en la ciudad de Juliaca – 2020, hallaron que “el 51.75 % están dispuestos a pagar por un sistema de recojo de residuos sólidos domésticos mejorado, con una DAP de S/ 5.36 mensuales” (p. 85).

4.2.4 Respuesta a la hipótesis general

Para evaluar la viabilidad de la implementación de una propuesta de mejora en la gestión de los residuos sólidos, en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022, se realizó el análisis costo beneficio y se acompañó con otros indicadores.

Además, para ver si los ingresos cubren los costos, se hizo una comparación asumiendo en los ingresos el valor obtenido de la DAP, y en los costos se considera el costo de la propuesta. En primer lugar, se elaboró el flujo de caja económico, teniendo que:

Tabla 22: Flujo de caja de la propuesta de mejora

Detalle	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos	S/0	S/148,445	S/148,445	S/148,445	S/148,445	S/148,445
Monto DAP anual		S/148,445	S/148,445	S/148,445	S/148,445	S/148,445
Otros ingresos	S/0	S/0	S/0	S/0	S/0	S/0
Otros						
Egresos	S/145,393	S/950	S/950	S/950	S/950	S/950
Inversión	S/145,393					
Capacitación en mantenimiento		S/100	S/100	S/100	S/100	S/100
Mano de obra de mantenimiento		S/250	S/250	S/250	S/250	S/250
Servicio de agua		S/600	S/600	S/600	S/600	S/600
Flujo caja económico	-S/145,393	S/147,495	S/147,495	S/147,495	S/147,495	S/147,495
Saldo acumulado	-S/145,393	S/2,103	S/149,598	S/297,093	S/444,588	S/592,083

Fuente: Elaboración propia (2022)

Se aprecia que en el primer año el saldo acumulado es positivo, por ende, considerando el cobro del DAP de manera mensual, en el primer año se solventa la inversión inicial de la propuesta (S/145,393).

Tabla 23: Valor actual neto de la propuesta de mejora

FLUJO DE CAJA EXPRESADO EN AÑOS						
	0	1	2	3	4	5
INGRESOS		S/	S/	S/	S/	S/
		148,445	148,445	148,445	148,445	148,445
Monto DAP		S/	S/	S/	S/	S/
Anual		148,445	148,445	148,445	148,445	148,445
EGRESOS	S/ 145,393	S/ 950	S/ 950	S/ 950	S/ 950	S/ 950
Capacitación en mantenimiento		S/ 100	S/ 100	S/ 100	S/ 100	S/ 100
Mano de obra de mantenimiento		S/ 250	S/ 250	S/ 250	S/ 250	S/ 250
Servicio de agua		S/ 600	S/ 600	S/ 600	S/ 600	S/ 600
Flujo de caja	-S/ 145,393	S/ 147,495	S/ 147,495	S/ 147,495	S/ 147,495	S/ 147,495
COK:			9.57%			
Inversión			-S/ 145,393			
Valor actual neto del flujo de caja			S/ 565,368			
VAN			S/ 419,975			

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la tabla 23, el ingreso de S/ 148,445 es el valor económico total, producto de la media de la DAP mensual (S/ 7.51) multiplicado por la población, la proporción de personas dispuestas a pagar (71.2%) y los doce meses. El egreso del año 0 representa los costos totales de la propuesta (S/ 145,393) y el valor de S/ 950 representa un costo anual equivalente a la capacitación para el mantenimiento del biodigestor, mano de obra y servicio de agua, el costo de oportunidad de capital es de 9,57%. Con ello, se puede apreciar que el VAN es mayor a 0, por ende, la propuesta es viable.

Para estimar el costo beneficio, se considera una tasa de descuento, esta será equivalente al Costo Promedio Ponderado de Capital WACC.

Tabla 24: Costo Promedio Ponderado de Capital WACC de la propuesta de mejora

Inversión inicial: S/ 145,393	Inversión	Participación	Costo	Promedio ponderado
Deuda [financiamiento]	S/ 145,393	100,00%	12,88%	12,88%
Recursos propios	S/ -	0,00%	17,00%	0,00%
Total	S/ 145,393	100%		WACC 12,88%
Tasa de interés [anual]	16,0%	[tasa de interés promedio acordado con una entidad financiera]		
Impuestos	19,5%	[impuesto anual según régimen tributario]		
Costo de deuda	12,88%	[fórmula preestablecida para costo de deuda]		
Tasa de interés de oportunidad	17%	[tasa esperada por el inversionista]		

Fuente: Elaboración propia (2022)

El Costo Promedio Ponderado de Capital WACC de la propuesta es del 12,88% de mejora.

Tabla 25: Análisis costo/beneficio de la propuesta

	FLUJO DE CAJA EXPRESADO EN AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/ 148,445				
Egresos	S/ 145,393	S/ 950				
Flujo de caja	-S/ 145,393	S/ 147,495				
Tasa de descuento	12.88%					
Inversión	S/ 145,393					
VAN ingresos	S/ 523,648.16					
VAN egresos	S/ 3,351.18					
VAN [egresos + inversión]	S/ 148,743.69					
Costo beneficio [bc]	3.5					

(BC > 1 Aceptar)
(BC = 1 Indiferente)
(BC < 1 Rechazar)

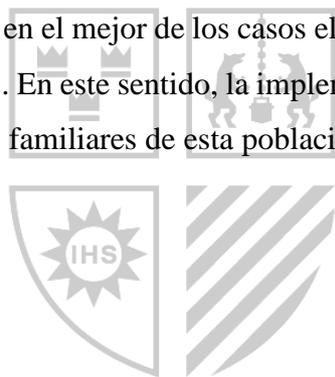
Fuente: Elaboración propia (2022)

La ratio costo/beneficio es mayor a la unidad, por ende, se puede aceptar la implementación de la propuesta de mejora. Cabe mencionar que este análisis compara los costos del proyecto solo con la DAP, pero existen otros beneficios que no se estarían valorizando como es el ahorro de energía eléctrica que generaría el proyecto y el biol y biosol que produciría como fertilizantes, los cuales coadyuvarían en la viabilidad de la propuesta de mejora.

Es así que, en la presente investigación se determinó que es viable la implementación de una propuesta de mejora que consiste en la construcción de una planta

generadora de biogás en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco, 2022 basado en la economía circular a partir de la estimación de la disposición a pagar, ya que, con el monto de la DAP mensual se cubre la inversión de la propuesta de mejora en el primer año, asimismo, el biodigestor tiene una vida útil mínima de 10 años, quedando un beneficio de 9 años en los que se va a seguir ahorrando los gastos de energía eléctrica y se producirán fertilizantes como biol y biosol, además que será un precedente para la ampliación en el aprovechamiento de residuos orgánicos a futuro.

Además, estos hallazgos son comparables con el estudio de Balboa (2014) quién evaluó la factibilidad de realizar una intervención en la gestión de residuos en Bolivia, midiendo la disposición económica a pagar adicional y la aceptación de pago de los pobladores, hallando que la disposición económica a pagar adicional estimada promedio asciende en promedio a Bs. 1,8 (un boliviano con ochenta centavos) por mejoras en el servicio de recojo de basura, el cual se encuentra en un nivel aceptable, puesto que representan en el mejor de los casos el 40% de la tasa promedio que pagan actualmente los propietarios. En este sentido, la implementación resulta factible sin generar distorsiones en los ingresos familiares de esta población.



UARM
Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

CONCLUSIONES

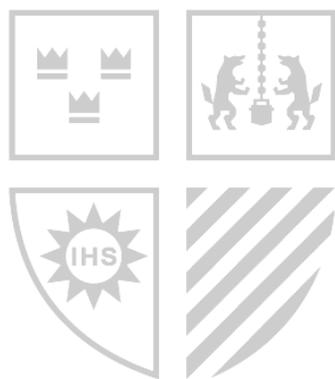
Se determinó que es viable la implementación de una propuesta de mejora que consiste en la construcción de una planta generadora de biogás en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco 2022 basado en la economía circular a partir de la estimación de la disposición a pagar, ya que, el biodigestor tiene una vida útil mínima de 10 años, quedando un beneficio de 9 años en los que se va a seguir ahorrando los gastos de energía eléctrica y se producirán fertilizantes como biol y biosol, además que será un precedente para la ampliación en el aprovechamiento de residuos, que puede aplicarse a futuro. La mejora en el proceso de gestión de residuos sólidos se dará cuando la segregación de estos se realice desde la fuente, de tal manera que los residuos no sean destinados a la etapa de disposición final, sino que, en el caso de los residuos orgánicos se podrá utilizar para el funcionamiento del biodigestor, lo que a su vez reduce costos y tiempo. Asimismo, los biodigestores contribuirán al logro de los objetivos de desarrollo sostenible por su potencial importancia en la mejora de la gestión de los residuos sólidos.

La acumulación de residuos sólidos en el distrito de Andahuaylillas, provincia de Quispicanchi, Cusco se debe a factores como la falta de educación ambiental y conciencia sobre el manejo de residuos sólidos, ya que, se evidenció la falta de conocimiento de los pobladores respecto a la disposición final de los residuos, indiferencia con afirmaciones que reflejan los valores culturales respecto al cuidado del medio ambiente, falta de concientización sobre los efectos de la contaminación, por tanto es importante considerar en la propuesta la capacitación de las familias sobre la segregación de residuos, siendo importante reforzar la educación ambiental.

Se estimaron los recursos y costos necesarios para la implementación de la propuesta de mejora: Construcción de una planta generadora de biogás a partir de residuos orgánicos, para suplir la demanda energética del relleno sanitario y la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos en la gestión de los residuos sólidos, en el distrito de

Andahuaylillas, encontrando que son significativos. Asimismo, la propuesta no solo es económicamente rentable, sino involucra los conceptos de sostenibilidad y economía circular. En ese sentido, más allá de generar energía, también resuelve el problema de los residuos orgánicos convirtiéndolos en combustible, compost y fertilizante orgánico.

La tarifa óptima por la mejora en la gestión de residuos sólidos se encuentra alrededor de 10 soles, siendo S/ 7.51, con una proporción de personas dispuestas a pagar del 71.2% y 2313 hogares, por lo que el valor obtenido estimado es de S/ 12'370 soles al mes, que representa el valor económico que los pobladores estarían dispuestos a pagar por una mejora en la gestión de residuos sólidos. Además, la DAP está influenciado por factores como: ingresos, nivel educativo, hábitos y la conciencia ambiental.



UARM

Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

RECOMENDACIONES

Se recomienda promover los programas de residuos sólidos con emprendimientos locales eco amigables, e implementar la propuesta de mejora incluyendo la capacitación en segregación, mediante ferias locales y/o concursos con premios y reconocimientos simbólicos que incentiven una cultura ambientalista en el distrito. Asimismo, para reducir costos en mano de obra y/o mantenimiento del biodigestor esta podría llevarse a cabo mediante faenas, el mismo ayudara a que la población se involucre de cerca con el problema que cada día va en aumento y el cual parece ser ajeno a la sociedad.

Se recomienda fomentar la cultura del reciclaje y el conocimiento sobre los efectos de la contaminación ambiental en la salud, la economía y el bienestar de los hogares, a fin de incrementar el nivel de educación ambiental de los pobladores y de esta manera disminuir la acumulación de residuos sólidos y la contaminación ambiental, y ser base para otros distritos y lograr los ODS para ayudar desde nuestros hogares a disminuir y combatir el cambio climático, ya que pequeñas acciones hacen grandes cambios. Asimismo, al existir una percepción positiva por parte de la población, se recomienda implementar programas vinculados con las 3R (reduce, reúsa y recicla).

La presente investigación puede ser replicada en estudios con otro tipo de residuos, como por ejemplo residuos agrícolas y ganaderos.

Se recomienda complementar esta propuesta con programas de educación ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca-Guerrero, L., Mass, G., & Hogland, W. (2015). Desafíos en la gestión de residuos sólidos para las ciudades de países en desarrollo. *Tecnología en Marcha*, 28(2), 141-168.
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (2020). *Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo*. Oficina de Conservación y Recuperación de Recursos.
- Arrieta, PW. 2016. *Diseño de un biodigestor doméstico para el aprovechamiento energético del estiércol de ganado*. Tesis de pre grado. Universidad de Piura. Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura
- Arroyo, F. (diciembre, 2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*, 3 (12), pp.78-98. DOI: <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n12.2018.786>
- Arrow, K., Solow, R., Portney, P., Leamer, E., Radner, R., & Schuman, H. (1993). Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation: National Resource. Damage Assessments Under the Oil Pollution Act of 1990. *Federal Register* (58), 4601-14.
- Arnabat, I. (12 de junio del 2019). El biogás en España: el gas renovable. *Calor y frío*. Recuperado de: <https://www.caloryfrio.com/energias-renovables/gases-renovables/biogas-espana-gas-renovable.html#top>
- Asturias Corporación Universitaria. (2011). *El Modelo Económico*.
- Ávalos, M., Alcaraz, J., & Alvarado, J. (2018). Manejo de residuos peligrosos en la región Cuitzeo, Michoacán, a partir de la aplicación del Método de Valoración Contingente. *Economía: teoría y práctica* (48), 151-172.
- Ávila, M., Campos, R., Brenes, L., & Jiménez, M. (2017). Generación de biogás a partir del aprovechamiento de residuos sólidos biodegradables en el Tecnológico de Costa Rica, sede Cartago. *Tecnología en marcha*, 31-2, pp. 159-170.
- Azqueta, D., & Pérez, L. (1977). *El valor económico de los servicios recreativos de los espacios naturales*. McGraw-Hill.
- Balboa, F. (2014). *Aplicación del método de valoración contingente para medir la disposición a pagar de las personas, para mejorar el servicio de recojo de basura en*

- la ciudad de La Paz. Caso Macro Distrito San Antonio.* Tesis de Pregrado, Universidad Mayor de San Andrés.
- Barbier, E., Acreman, M., & Knowler, D. (1997). *Valoración económica de los humedales: guía para decisores y planificadores.* Suiza: Oficina de la Convención de Ramsar.
- BBVA. (2019). ¿Qué es la "economía del donut o de la rosquilla"?. BBVA. Obtenido de: <https://www.bbva.com/es/py/que-es-la-economia-circular-y-por-que-es-importante/>
- Bedoya, E., Vargas, L., & Severiche, C. (2019). Modelo Logit para la Presencia de Problemas Osteomusculares en Trabajadores del Sector Hospitalario. *Revista información tecnológica*, 30(2), 181-188. Obtenido de doi: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000200181>
- Cairampoma, G. (2017). Propuesta de generación de energía eléctrica mediante biogás obtenido por la materia orgánica del Relleno Sanitario “Santa Cruz”-Concepción. *21Ingenium*, 2(1).
- Cárdenas-Pérez, A. (2019). La teoría del valor-trabajo. El predominio del pensamiento clásico desde la modernidad hacia la sobre modernidad. *Revista Publicando*, 6(21), 1-7.
- Cardozo, J. (2017). *Valoración económica por la disposición de residuos sólidos en boca colorado, Madre de Dios.* Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Recuperado el 17 de junio de 2022, de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8015/Jorge_Cardozo_Soarez%20%28Recuperado%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial* (401), 11-20.
- Chambilla, J. (2015). *Valoración económica por la mejora en el manejo de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de Puno, año 2012.* Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano.
- Congreso de la República. (2004). *Ley General de Residuos Sólidos N°27314.*
- Congreso de la República. (2017). *Decreto Legislativo N° 1278.*
- Defensoría del Pueblo. (2020). *Gestión de los residuos sólidos en el Perú en tiempos de COVID – 19.* Lima.
- Domínguez, J., Vega, J., Rodríguez, F., & Marcela, S. (2020). La economía verde en el desarrollo empresarial del siglo XXI. *Diálogos y prácticas interdisciplinarias*, 5.
- Espaliat, M. (2017). *Economía Circular y Sostenibilidad.* Chile: CreateSpace.
- Flores, R. (2021). Estimación del valor económico del servicio recreativo que presta un parque urbano mediante el método de valoración contingente. *El Periplo Sustentable* (40), 172 - 205.
- García, J., & Rodríguez, J. (2005). Un modelo Logit Multinomial mixto de tenencia de vivienda. *Economía aplicada*, 8(38), 5-27. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/969/96915886001.pdf>

- García, M., & Tenorio, J. (2020). *Potencial de producción de biogás para la generación de energía eléctrica en el relleno sanitario de la provincia de Bagua Amazonas, 2018*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú. Recuperado el 17 de junio de 2022, de <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2146/Garc%c3%ad a%20Jim%c3%a9nez%20Martha%20Vanessa%20-%20Tenorio%20Montenegro%20Jhossi%20Gregory.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gavilanes, R., & Tipán, B. (2021). La Educación Ambiental como estrategia para enfrentar el cambio climático. *Alteridad. Revista de Educación*, 16(2).
- Gómez, A. (julio de 2011). Liberalización económica y crecimiento económico. Modelo Logit Multinomial aplicado a la metodología de "Doing Business". *Revista Entramado*, 7(1). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032011000100003
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría*. México: Mc graw hill education. Obtenido de <https://fvela.files.wordpress.com/2012/10/econometria-damodar-n-gujarati-5ta-ed.pdf>
- Hanemann, M. (1984). Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. *America Journal of Agricultural Economics*(66), 332-341.
- Henrique, R., Taveira, J., Neves, F., Moro, C., & Francisco, A. (2021, noviembre). Biodigester location problems, its economic–environmental–social aspects and techniques: Areas yet to be explored. *Energy Reports*, 7, pp.3998-4008. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.06.090>
- Hernández, A., Caballero, R., León, M., Casas, M., Pérez, V., & Silva, C. (2014). Multi-criteria decision modeling for environmental assessment. An estimation of Total Economic Value in protected natural areas. *International Journal of Environmental Research*, 8(3), 551-560.
- Hernández, A., Casas, M., León, M., Caballero, R., & Pérez, V. (2013). La ciencia económica y el medio ambiente: un aporte desde la valoración económica ambiental. *Revista paranaense de desenvolvimiento*, 34(125), 25-38.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática . (2022). *Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017*.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021). Perú: *Evolución de los Indicadores de Empleo e Ingresos por Departamento, 2007-2020*. Lima.
- Jain, A., Sarsaiya, S., Kumar Awasthi, M., Singh, R., Rajput, R., Mishra, U. C., Chen, J., & Shi, J. (2022). Bioenergy and bio-products from bio-waste and its associated modern circular economy: Current research trends, challenges, and future outlooks. *Fuel*, 307, 121859. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.121859>
- Krutilla, J. (1967). Conservation reconsidered". *American Economic Review*, 57(4).

- Machaca, J. (2020). *Valoración económica ambiental por la mejora de la gestión integral del manejo de residuos sólidos urbanos del distrito de Pocollay –Tacna, 2018*. tesis de postgrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.
- Machacuay, C. (2021). *Valoración económica para mejorar el manejo de residuos sólidos urbanos en los hogares del distrito de Huancayo, 2020*. Tesis de postgrado, Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Machado, K. (2016). *Estudio de la disposición a pagar por mejoras en la gestión integral de residuos sólidos urbanos (GIRSU) en la República de Argentina*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Márquez, L. (2013). Disposición a pagar por reducir el tiempo de viaje en Tunja, Colombia: Comparación entre estudiantes y trabajadores con un modelo Logit mixto. *Revista lectura de economía* (27). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-25962013000100002
- Martínez, P. (2004). Economía Ambiental y Ordenación del Territorio. *Revista Ecosistemas*, 13(1), 87-93.
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024*.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Manual de valoración económica del patrimonio natural*. Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio*.
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales*. Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos, Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2022). *Nueva ley y reglamento de residuos sólidos*. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/>
- Molinillo, S. (2022). *El papel de la Economía Circular en el cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 11: ciudades y comunidades sostenibles*. trabajo fin de Máster, Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), Crue Universidades y la Fundación Carolina, Madrid.
- Montibeller-Filho, G. (2008). *O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias*.
- Motta, R. (1997). *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. Rio de Janeiro, Brasil.
- Municipalidad Distrital de Andahuaylillas. (2020). *Plan distrital de manejo de residuos sólidos*.
- Naciones Unidas. (2022). *Desarrollo sostenible*. Obtenido de Asamblea General de las Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>

- Naciones Unidas (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.
- National Geographic. (17 de Junio de 2019). *National Geographic*. Obtenido de National Geographic: https://www.nationalgeographic.com.es/economia-circular/economia-circular-paso-mas-alla-reciclaje_14334
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinergmin. (2021). *Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía (219-2020)*.
- Osorio, J., & Correa, F. (2009). Un análisis de la aplicación empírica del método de valoración contingente. *Semestre Económico*, 12(25), 11-30.
- Piatti, M., & Paris, S. (2018). Teorías del valor. *Apunte de Cátedra: Cátedra de Economía Política* (7), 1-12.
- Postigo, W. (2012, diciembre). Alcances y limitaciones del análisis costo beneficio para proyectos ambientales y de cambio climático. *Paidela XXI*, 3, N°4, 33-46.
- Quilla, C. (2017). *Valoración económica del tratamiento y gestión del manejo de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Huancané*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Recuperado el 17 de junio de 2022, de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5090/Quilla_Ordo%c3%b1o_Cynthia_Roc%c3%ado.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quispe, J., Guevara, M., Marca, V., V., M., & Marca, H. (2020). Estimación de la disposición a pagar por un sistema de recolección mejorado de residuos sólidos domésticos en la ciudad de Juliaca – 2020. *Ciencia & Desarrollo* (26), 77–87.
- Quispe-Mamani, J., Quispe-Mamani, F., Roque-Guizada, C., Yapuchura-Saico, C., & Catachura-Vilca, A. (2021). Valoración económica de los servicios ambientales de la cuenca del río Coata, Puno-Perú. *Revista Innova Educación*, 3(1), 72-93.
- Raffo, E. (2015). Valoración económica ambiental: el problema del costo social. *Industrial Data*, 18(1), 108-118.
- Ripka, A., Luiz, C., & Hernández, A. (2018). Métodos de valoración económica ambiental: instrumentos para el desarrollo de políticas ambientales. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(4), 246-255.
- Romero, A. (2021). Disposición a pagar por el adecuado manejo de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Caracoto – Perú. *Journal of Research and Innovation in Civil Engineering*, 1(1), 23-27.
- Runfol, J., & Gallardo, A. (2018). *Análisis de los factores que influyen en la generación y composición de los residuos sólidos urbanos a considerar para el diseño de un modelo de caracterización*. En Red de Ingeniería de Saneamiento Ambiental. Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos.
- Sachs, J. (2014). *La era del desarrollo sostenible*. Grupo Planeta.
- Sagaró, N., & Zamora, L. (2019). Análisis estadístico implicativo versus Regresión logística binaria para el estudio de la causalidad en salud. *Multimed*, 23(6), 1416-1440

- Santana, C., & Aguilera, R. (2017). *Fundamentos de la Gestión Ambiental*. Samborondón - Ecuador: Universidad ECOTEC.
- Sistema Bio (4 de junio del 2018). *¿Cuál es el impacto de los biodigestores en el medio ambiente?* Sistema Bio. Recuperado de: <https://sistema.bio/mx/blog/cual-es-el-impacto-real-de-los-biodigestores-en-el-medio-ambiente/>
- Smith, M., Schroem, J., & Blignaut, J. (2014, febrero). The financial and economic feasibility of rural household biodigesters for poor communities in South Africa. *Waste Management*, 34(2), pp. 352–362. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.10.042>
- Stock, J., & Watson, M. (2012). *Introducción a la Econometría* (Tercera ed.). Madrid, España: Pearson educación. Obtenido de <https://danielmorochoruiz.files.wordpress.com/2018/05/0000017.pdf>
- Taco, D. (2022). *Análisis de viabilidad técnica y económica de la producción de biogás en el relleno sanitario de residuos sólidos municipales para la generación de electricidad en el distrito de Moquegua en el año 2021*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. Recuperado el 17 de junio de 2022, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/14257/UPtapid.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Támara, A., Villegas, G., Leones, M., & Salazar, J. (diciembre de 2018). Modelación del riesgo de insolvencia en empresas del sector salud empleando modelos logit. *Revista Pablo Olavide*, 128-145. Obtenido de [file:///C:/Users/ACER/Downloads/2757-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11162-1-10-20181230%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ACER/Downloads/2757-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11162-1-10-20181230%20(1).pdf)
- Tello, P., Campani, D., & Rosalba, D. (2018). *Gestión integral de residuos sólidos urbanos*. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - AIDIS.
- Thiriet, P., Bioteau, T., & Tremier, A. (2020). Optimization method to construct micro-anaerobic digesters networks for decentralized biowaste treatment in urban and peri-urban areas. *Journal of Cleaner Production*, 243, 118478. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118478>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2018). *Análisis costo-beneficio de la restauración de los paisajes forestales en Perú*.
- Vidal, E., & Regaldo, L. (2022). *Gestión ambiental Introducción a sus instrumentos y fundamentos*. Santa Fe: Ediciones UNL.



ANEXOS

UARM

Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

ANEXO N° 1: ENCUESTA DE DAP

Encuesta sobre la Disposición a pagar de los habitantes del distrito de Andahuayllillas por la mejora en el manejo de los residuos sólidos		CUESTIONARIO N°
Lugar: Fecha de realización: /...../.....		
Nombre del entrevistado:	Distancia de la casa al basural o vertedero en cuadras: _____	
Presentación: Soy estudiante de la UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTTOYA. Estoy realizando un estudio sobre la VIABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE ANDAHUAYLLILLAS, PROVINCIA DE QUISPICANCHI. Estaré muy agradecidos por su colaboración.		

CONDICIÓN PARA LA ENCUESTA: Ser jefe/a de hogar o cónyuge/conviniente.

MÓDULO 1: CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS Y SOCIOECONÓMICAS DE LA POBLACIÓN (Parte I)

1. Área de residencia

Urbano	1
Rural	2

2. Sexo

Hombre	1
Mujer	2

3. Edad

Indique edad exacta	
---------------------	--

4. ¿Podría indicarme cuál su máximo nivel de estudios?

Sin estudios/primario Incompleto	1
Primario completo	2
Secundario Incompleto	3
Secundario completo	4
Superior no universitario Incompleto	5
Superior no universitario completo	6
Superior universitario Incompleto	7
Superior universitario completo	8

MÓDULO 2: EDUCACIÓN AMBIENTAL

5. ¿Cuáles piensa que son los dos problemas ambientales que más afectan a las personas que habitan este distrito?

	PROB.1	PROB.2
La contaminación del aire por el humo provocado por el transporte y las fábricas	01	01
Tala de árboles / incendio en bosques (deforestación)	02	02
Escasez o contaminación del agua	03	03
Generación y/o acumulación excesiva de residuos	04	04
Uso de contaminantes químicos para la agricultura / pesticidas plaguicidas	05	05
Contaminación acústica (ruidos)	06	06
Presencia de roedores y/o insectos transmisores de enfermedades	07	07
Ningún problema	08	08
Otros:	09	09

6. En general se considera ecologista a la persona preocupada por el medioambiente y que procura preservarlo con su comportamiento cotidiano. ¿Cuán ecologista se considera Ud. en una escala del 1 a 5, donde 1 es nada ecologista y 5 muy ecologista?

Muy ecologista				Nada ecologista
5	4	3	2	1

7. Ahora le voy a mencionar una serie de afirmaciones y quisiera que me dijese en qué medida está usted de acuerdo con cada una de ellas.

	Totalm. de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni desac.	de en	En desac.	Totalm. en desac.
Decir que la humanidad se enfrentará pronto a una crisis ecológica no es muy exagerado	5	4	3	2	1	
Si las cosas continúan como hasta ahora, pronto experimentaremos una gran catástrofe ecológica	5	4	3	2	1	
Los seres humanos todavía estamos sometidos las leyes de la naturaleza a pesar de la tecnología y los avances alcanzados	5	4	3	2	1	

8. Voy a citarle una serie de comportamientos relacionados con el reciclaje de residuos. ¿Podría decirme cuál de ellos ha realizado alguna vez en los últimos tres meses? Si no lo hizo ¿estaría dispuesto a hacerlo?

	Lo hace siempre	Lo hace casi siempre	Lo hizo alguna vez	No hizo pero lo haría	Ni lo hizo ni lo hará
Separar, por un lado, los residuos de alimentos y otros orgánicos y, por otro lado, los papeles, cartones, plásticos, metales y vidrios.	5	4	3	2	1
Depositar los residuos orgánicos en el jardín de la casa, en maceta o en otros recipientes para usarlos como abono.	5	4	3	2	1
Depositar los envases tetrabriks, como los de leche, conservas, vino o jugos, o las botellas de vidrio y/o plástico, en contenedores seleccionados para su reciclaje, presentes en hipermercados y otros lugares.	5	4	3	2	1
Depositar los residuos electrónicos como baterías de celulares, restos de computadoras y electrodomésticos, en espacios destinados para ser reciclado.	5	4	3	2	1

MÓDULO 3: CONCIENCIA SOBRE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

9. ¿Qué hace habitualmente con la basura que genera en su hogar? Leer categorías. Respuesta Múltiple. Aceptar hasta 3 opciones.

La deja frente a la puerta de su casa o en los contenedores que pone el municipio	01
La deja en los contenedores que pone el municipio o esperan el camión recolector	02
Separa parte de los residuos que genera	03
La deja en un terreno baldío o en una esquina	04
La tira al río, acequia o alcantarillado	05
La quema o la entierra	06
Le paga a alguien para que se la lleve	07
Otros (abierta):	08

10. ¿Con qué frecuencia pasa el camión de la basura por su calle / barrio? Anotar la cantidad de veces por semana. Ns/Nc: 0

11. Si por alguna razón el camión de la basura no pasa por una semana ¿qué hace Ud. con la basura? Leer categorías. Respuesta Múltiple. Aceptar hasta 3 opciones

Retiene la basura en su casa hasta que se reanude el servicio	1
Deja la basura en la calle, como siempre, a la espera de que se reanude el servicio	2
La tira en algún río, acequia, alcantarillado o terreno baldío	3
La quema o la entierra	4
Le paga a alguien para que se la lleve	5
Otros (abierta):	6

12. ¿Cómo calificaría usted, en general, los servicios públicos prestados por el municipio a sus vecinos? Le parece que son...

Muy buenos	5
Buenos	4
Malos	3
Muy malos	2
No sabe/no contesta	0

13. ¿Qué tan satisfecho está Ud. con el servicio de recolección de residuos?

Muy satisfecho	5
Satisfecho	4
Poco satisfecho	3
Muy poco satisfecho	2
Nada satisfecho	1
No sabe/no contesta	0

14. ¿Cuánto es su estimado sobre la cantidad de basura que genera en su hogar semanalmente?

Entre 1 a 4 kg	01
Entre 5 a 9 kg	02
Entre 10 a 14 kg	03
Otro: kg	04

15. Considerando específicamente los residuos domiciliarios...

	SI	NO
La acumulación de la basura ¿es un problema en su cuadra o barrio?	1	2
¿Cree que la clasificación y el reciclado de los residuos pueden contribuir a mejorar los problemas del medioambiente de su ciudad o barrio	1	2

16. ¿Estaría dispuesto a separar los residuos de su hogar, en orgánicos e inorgánicos, para que luego puedan ser tratados dentro de un programa de reciclado? Estaría...

Muy dispuesto	5
Bastante dispuesto	4
Poco dispuesto	3
Nada dispuesto	2

17. Supongamos que va a separar la basura en su hogar, ¿Cuáles de los siguientes aspectos dificultarían esa tarea? Respuesta Múltiple. Aceptar hasta 3 opciones

Ninguno / no tendría ninguna dificultad	00
Falta de espacio en su hogar para diferentes bolsas y / o recipientes	01
Falta de tiempo	02
Desconocimiento de la forma de hacerlo	03
Desconocimiento de las ventajas sobre el futuro del medioambiente	04
Incomodidad / desagrado	05
Otros (abierta):	06

18. ¿Qué piensa que sucede con la basura una vez que es recolectada de su hogar? Respuesta Múltiple. Hasta 3 opciones

Se dispone en un basural a cielo abierto sin ninguna preparación previa	01
Se entierra en un terreno sin ninguna preparación	02
Se entierra en un terreno preparado que evita filtraciones	03
Una parte es clasificada y reciclada y la otra se entierra en un terreno preparado	04
Es incinerada / quemada	05
Otros (abierta):	06

MÓDULO 4: DESCRIPCIÓN DE LAS MEJORAS Y DISPOSICIÓN A PAGAR

19. ¿Realiza algún pago por el servicio de recolección y/o barrido y limpieza de residuos?

SI	01
No	02 (PASAR A LA PREGUNTA 22)
No sabe/no contesta	00

20. ¿Podría decirme cuánto paga mensualmente por este servicio? Anotar el monto en soles. Si Ns/Nc: anotar 0

21. Y este importe que abona, le parece...

Excesivo	01
Adecuado	02
Económico / barato	03
No sabe / no contesta	00

22. ¿Qué aspectos considera que se debería mejorar en el servicio de recolección y/o barrido y limpieza de residuos?

.....

23. ¿Estaría dispuesto a realizar algún pago por el servicio de recolección y/o barrido y limpieza de residuos, si este se mejora?

Si	01
No	02

ENCUESTADOR: ANTES DE COMENZAR CON LAS PREGUNTAS

Propuesta de mejora: Construcción de 3 biodigestores que permitirá mejorar el aprovechamiento de los residuos orgánicos convirtiéndolos en fuente de energía renovable

24. ¿Cómo evalúa esta propuesta?

Muy buena	5
Buena	4
Regular	3
Mala	2
Muy mala	1
No sabe / no contesta	0

25. ¿Por la realización de esta propuesta, estaría dispuesto a pagar un importe mensual?

Si	01
No	02 (pasar a la pregunta 29)

26. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar?

S/

27. Por favor, mencione la razón más importante por la que ha decidido pagar un monto por este proyecto.

Va a mejorar la calidad del medioambiente	1
Va a mejorar la salud de la población	2
Va a generar empleo	3
Otros (abierto):	4
No sabe / no contesta	0

28. ¿Por qué no acepta pagar un monto adicional por esta mejora?

Le corresponde al municipio	1
Ya estoy pagando por ese servicio	2
No tengo confianza en que el proyecto se realice adecuadamente	3
No me interesa el proyecto	4
El proyecto no es prioritario	5
El proyecto se paga con el reciclaje / genera sus propios ingresos	6
Otros (abierto):	7
No sabe / no contesta	0

MÓDULO 5: CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS Y SOCIOECONÓMICAS DE LA POBLACIÓN (Parte II)

29. ¿Podría decir cuántas personas componen su hogar?

Indique cantidad exacta

30. ¿Y cuántas de ellas son menores de 18 años?

Indique cantidad exacta

31. Usted actualmente se encuentra...

Ocupado	1
Desocupado	2
No trabaja ni busca trabajo	3

32. ¿A qué actividad económica se dedica?

.....

33. Respecto a las características del consumo de productos en su hogar, marque si o no:

Lleva su propia bolsa reutilizable para comprar pan	1. Si	2. No
Lleva su propia bolsa para hacer compras en el mercado	1. Si	2. No
Adquiere productos como arroz, azúcar por presentaciones pequeñas (menos de 2 kilos)	1. Si	2. No
Adquieren productos como champú, acondicionador, cremas, detergente en presentaciones pequeñas o sachets individuales	1. Si	2. No
Usted o algún miembro de su familia adquiere frecuentemente productos que no llegan a ser usados	1. Si	2. No

34. ¿Podría indicarme hace cuánto tiempo que vive en este hogar?

35. Por favor, necesitaría saber el valor que más se acerca a los ingresos mensuales de su hogar, teniendo en cuenta la suma de todos los ingresos incluyendo lo que ingresa por salarios, planes sociales, rentas, jubilaciones, pensiones, etc.

Ingresos del hogar en soles S/.....

36. Respecto de su vivienda, Ud. es

Propietario	1
Inquilino	2
Otro	3

37. Tipo de vivienda (por observación)

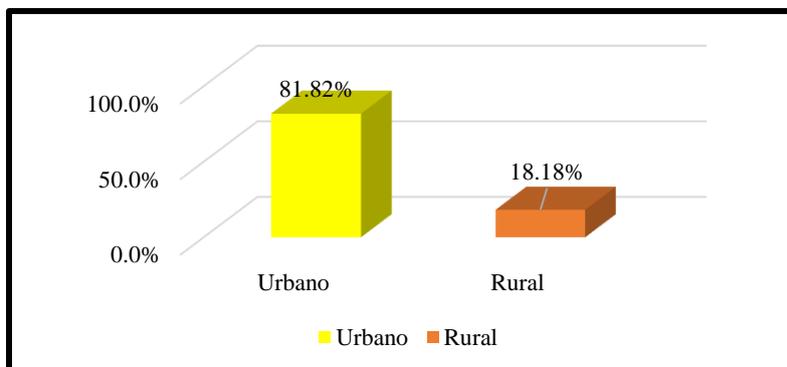
Casa independiente	1
Departamento en edificio	2
Vivienda en quinta	3
Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o conaltri)	4
Chozas o cabañas	5
Vivienda improvisada	6
Local no destinado para habitación humana	7

OBSERVACIONES: (Encuestador: registre en este espacio todo lo que crea conveniente aclarar o agregar).

.....

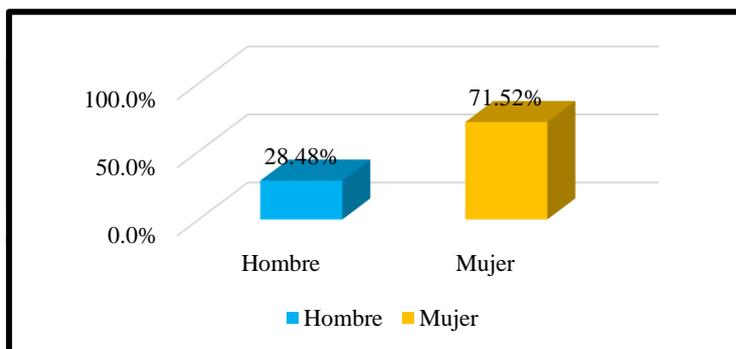
ANEXO N° 2: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Cuadro 1. Porcentaje de encuestados por área de residencia



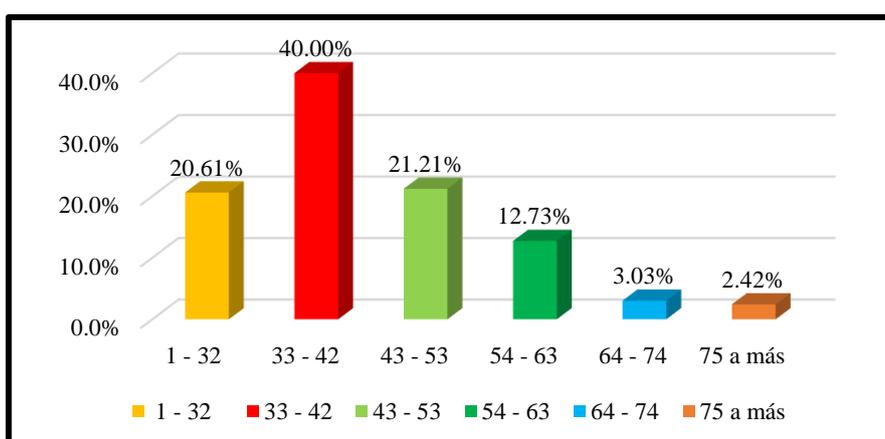
Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 2. Porcentaje de encuestados por género



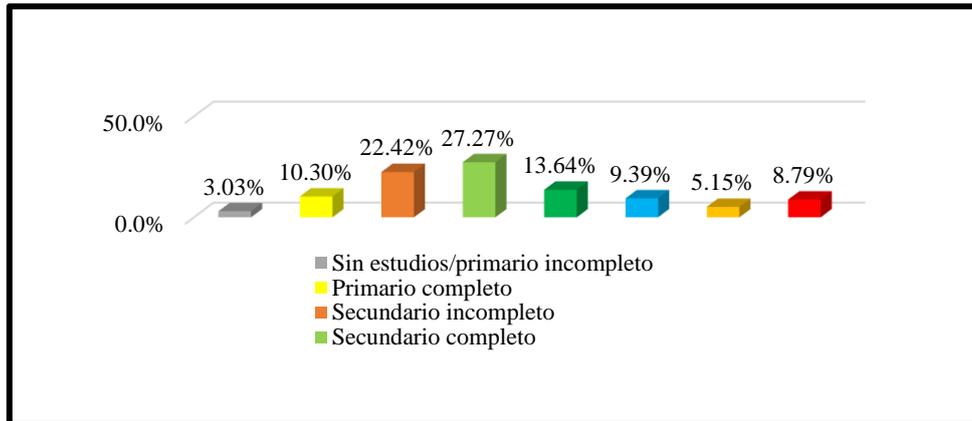
Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 3. Porcentaje de encuestados por rango de edad



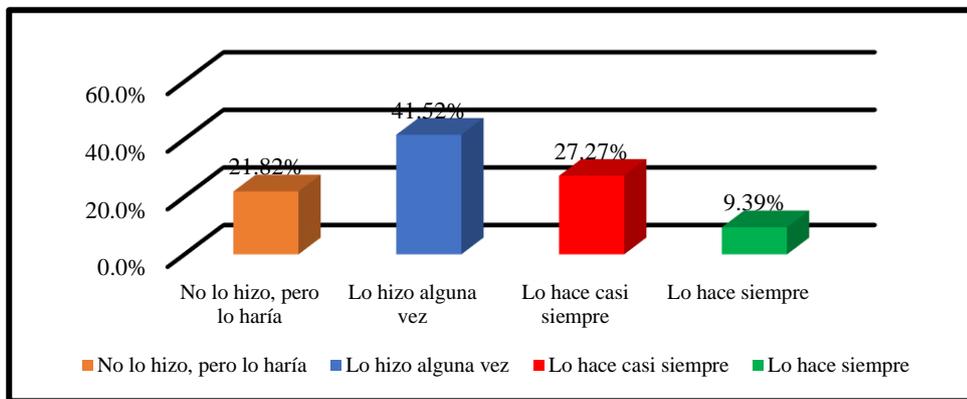
Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 4. Porcentaje de encuestados por nivel de estudios



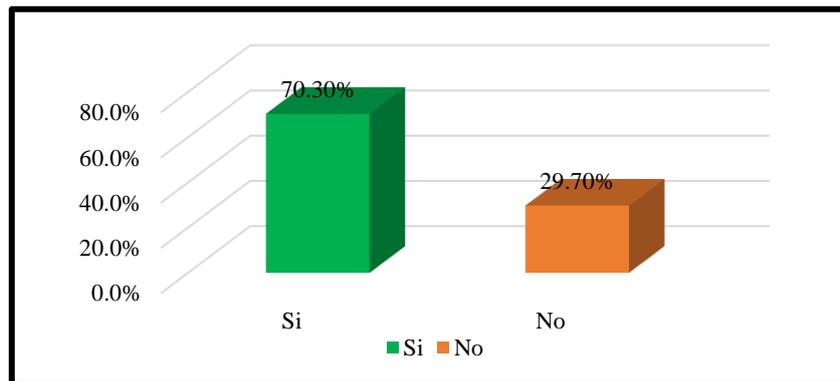
Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 5. Porcentaje de encuestados que separan los residuos sólidos



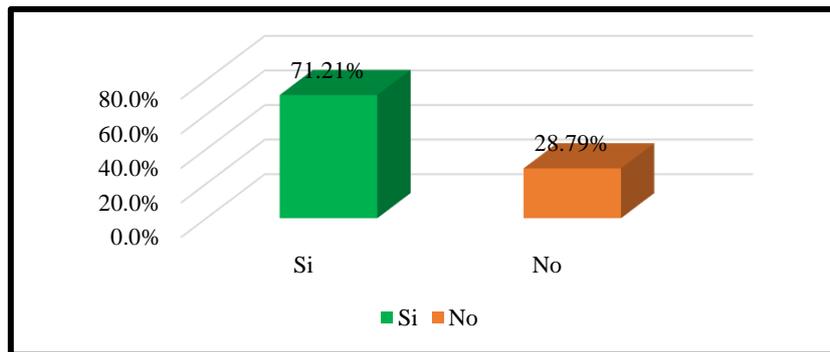
Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 6. La acumulación de la basura ¿es un problema en su cuadra o barrio?



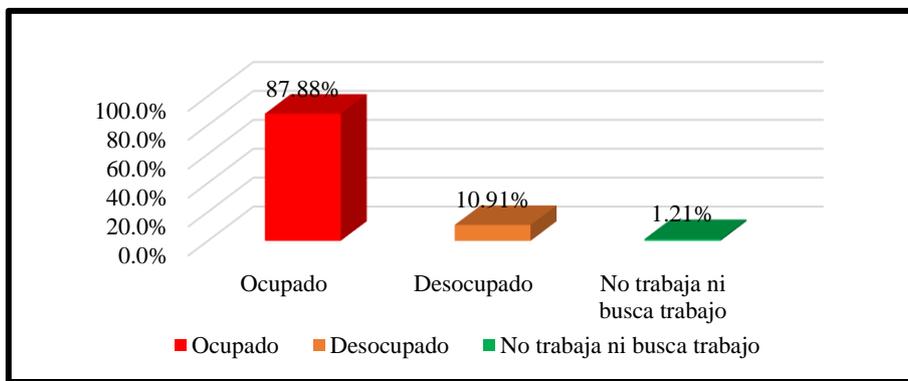
Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 7. ¿Por la realización de este proyecto, estaría dispuesto a pagar un importe mensual?



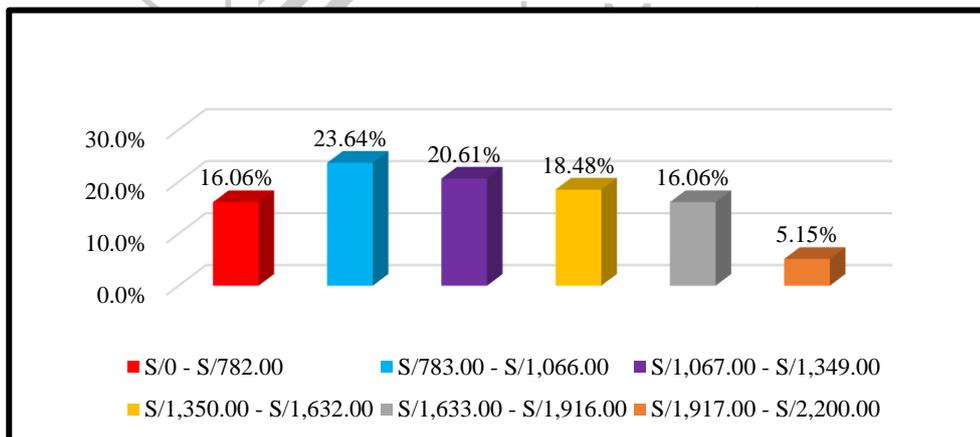
Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 8. Situación actual del encuestado



Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 9. Ingresos del hogar en soles



Fuente: Elaboración propia (2022)

ANEXO N°2: FOTOGRAFÍAS

Foto N°12. Planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos



Foto N°13, 14 y 15. Aplicación de encuestas

Foto N°13.



Foto N°14



Foto N°15

