

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”



UNIVERSIDAD
**SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

Facultad de Ingeniería

Avance 2 - Trabajo Final

Carrera: Ingeniería Ambiental

CURSO: Algoritmos y Estructuras de Programación

BLOQUE: FC-PREAGRO04C01M

DOCENTE: Peralta Lujan, Jose Luis

INTEGRANTES:

● Cortijo Pichis, Allison Mía del Rosario (2311823)	25%
● Quiquia Rodriguez, Emely Marisol (2313136)	25%
● Ramirez Ramos, Maria Paz (2310111)	25%
● Silva Chiara, Zoe Sofia (2310911)	25%
	100%

Lima, Perú
2024 - 02

Tabla de contenidos

1. Introducción
2. Resumen
3. Descripción del caso de estudio.
 - 3.1. Marco Teórico
 - 3.2. Analítica de datos
 - 3.3. Caso de estudio
4. Objetivos
 - 4.1. Objetivo General
 - 4.2. Objetivos Específicos
5. Antecedentes de la solución.
6. Desarrollo
 - 6.1. Identificación de requerimientos
 - 6.2. Solución del caso
 - 6.2.1. Análisis del problema
 - 6.2.2. Implementación
 - 6.2.2.1. Diagrama de Flujo
 - 6.2.2.2. Código en Python
 - 6.2.2.3. Captura de Evidencia
 - 6.2.3. Documentación de la codificación implementada
7. Conclusiones
8. Anexos
9. Referencias Bibliográficas

1. Introducción

La contaminación ambiental, especialmente en el manejo de residuos sólidos, es un desafío crítico que enfrenta el Perú en la actualidad. Con aproximadamente 2,800 entidades bajo la gestión del Estado, de las cuales más de 1,500 son gobiernos regionales y locales las cuales buscan atender de manera integral las necesidades de los ciudadanos. Dentro de la amplia gama de temas que abordan estas entidades incluyen aspectos tributarios, sociales y urbanos, así como también la gestión ambiental.

Entre los problemas ambientales más preocupantes se encuentran la contaminación del suelo y la contaminación biológica. El Ministerio del Ambiente (MINAM) juega un papel fundamental en este contexto, siendo el organismo responsable de la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales. Su labor incluye la promoción de la diversidad biológica y la mejora de la calidad ambiental, siempre en beneficio de la población (MINAM, 2022).

En el Perú, la generación masiva de residuos sólidos demanda un tratamiento adecuado y metodológico que permita su disposición efectiva, ya sea en plantas de rellenos sanitarios o mediante procesos de reciclaje. Este enfoque no solo es esencial para la gestión de residuos, sino que también contribuye de manera significativa a la disminución de la huella de carbono, promoviendo un desarrollo más sostenible y responsable con el medio ambiente.

Se puede apreciar que si bien hay un monitoreo de datos referente a la producción de residuos sólidos a nivel nacional, no se aprecia un análisis de la información que permita establecer criterios para la construcción de plantas de reciclaje o de rellenos sanitarios. La empresa privada (Petramas), ha puesto su interés en el desarrollo de una industria que permite generar energía a través de los residuos sólidos y generar puestos de trabajo.

La consolidación de grandes cantidades de información demanda la utilización de técnicas avanzadas para su análisis. Con el surgimiento de tecnologías emergentes y herramientas de última generación, como Big Data, Dashboards(cuadros de mando), Machine Learning, y herramientas de análisis de datos como Power BI, junto con lenguajes de programación como Python, se facilita un análisis práctico y detallado de

los datos. Estas innovaciones no solo optimizan la comprensión de la información, sino que también permiten desarrollar soluciones más efectivas, promoviendo una toma de decisiones más acertada frente a los desafíos planteados.

2. Resumen

Este trabajo explora la problemática del manejo de residuos sólidos en Perú, uno de los mayores desafíos ambientales del país. A pesar del monitoreo existente, la falta de análisis exhaustivo de los datos limita la planificación eficiente de infraestructuras clave como plantas de reciclaje y rellenos sanitarios.

Se plantea que el uso de tecnologías emergentes como Big Data, Machine Learning, Power BI y lenguajes de programación como Python, puede transformar este escenario. Estas herramientas permiten procesar grandes volúmenes de información, generando soluciones más precisas y eficaces para optimizar la gestión de residuos, contribuir al desarrollo sostenible y mejorar la toma de decisiones en políticas ambientales.

Se exploró información del Estado desde la Plataforma Nacional de Datos Abiertos (PNDA), que permite encontrar, explorar y reutilizar datos gubernamentales de manera simple, segura y confiable para crear aplicaciones y realizar investigaciones.

3. Descripción del caso de estudio

a. Marco Teórico

El tema de residuos sólidos es de gran interés y preocupación para todos, que identifican en ellos una gran amenaza contra la salud humana y el ambiente. Una parte importante de la gestión ambiental es el manejo de desechos sólidos, que tiene como objetivo reducir los efectos perjudiciales en el medio ambiente y la salud pública. La mala gestión de los residuos sólidos y el crecimiento poblacional provoca un incremento excesivo de residuos sólidos. El manejo de los desechos está estrechamente relacionado con la salud de la población. Hay tres situaciones principales asociadas con el manejo de estos desechos. La primera es la propagación

de enfermedades bacterianas y parasitarias por agentes patógenos que ingresan a los desechos y por vectores que se alimentan y reproducen en ellos. La segunda es el peligro de lesiones e infecciones causadas por objetos punzantes penetrantes que se encuentran en los desechos. (Contreras, 2008). El entorno y cómo los desechos afectan la tierra, el agua y el aire son otros entornos que afectan el manejo de desechos. La acumulación y colocación de desechos hace que las tierras no sean útiles para otros usos y pone en peligro a las personas que viven cerca de estos vertederos y acumulaciones de desechos debido a los gases que se liberan durante el proceso de descomposición.

b. Analítica de datos

La analítica de datos es una herramienta clave para mejorar la gestión de residuos sólidos, permitiendo tomar decisiones basadas en evidencia. Para crear programas de reciclaje más efectivos, tecnologías como el Internet de las cosas (IoT) y Big Data pueden monitorear en tiempo real los flujos de desechos y analizar los patrones de consumo. La integración de estos sistemas de información puede reducir los costos operativos y aumentar la eficiencia del sistema de gestión de desechos. Un caso relevante es el uso de la analítica predictiva para identificar las áreas con mayor producción de desechos, lo que permite una planificación óptima de la recolección y el tratamiento. Este método no solo aumenta la eficiencia logística, sino que también ayuda a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el transporte de desechos.

c. Caso de estudio

El informe del Banco Mundial titulado "Qué es el desecho 2.0" (2018) indica que se generan anualmente 2010 millones de toneladas de desechos sólidos municipales en todo el mundo, de los cuales el 52 % son desechos orgánicos. En Perú se producen 22 mil 475 toneladas de desechos diariamente, de las cuales solo el 19,3% se destina a los rellenos sanitarios, mientras que el resto se dirige a lugares inadecuados como botaderos y otros lugares. La ciudad capital de Lima produce 8670 toneladas de desechos al día, de las cuales el 51.81% son desechos orgánicos. La incorporación de la analítica de datos en el manejo de desechos sólidos es crucial para mejorar esta situación. Se podrían utilizar sensores para monitorear los desechos, lo que permitiría a las municipalidades optimizar las rutas de recolección y reducir los

costos operativos. El uso de tecnologías como el análisis de patrones de consumo también podría ayudar a encontrar maneras de reducir la generación de desechos en la fuente.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

- **Fortalecer la gestión de residuos sólidos con un enfoque metodológico.**

Promover la adecuada disposición y tratamiento de los residuos sólidos, ya sea en plantas de relleno sanitario o mediante procesos de reciclaje, contribuyendo a la reducción de la huella de carbono y al fomento de un desarrollo ambientalmente sostenible.

4.2. Objetivos Específicos

- **Desarrollar un sistema integral de análisis de datos** que permita identificar áreas prioritarias en la generación de residuos sólidos, el óptimo funcionamiento de rellenos sanitarios. Esto facilitará la planificación de infraestructuras como plantas de reciclaje y rellenos sanitarios, mejorando la eficiencia en la gestión ambiental.
- **Implementar un modelo de predicción del manejo tecnificado de los residuos sólidos** que permita anticipar los volúmenes y tipos de desechos generados en diferentes regiones, facilitando la planificación eficiente de recursos y la adecuación de infraestructuras de recolección y tratamiento.
- **Evaluar el impacto de las infraestructuras de disposición de residuos sólidos en el entorno ambiental y social**, con el fin de identificar mejoras en los procesos de reciclaje y disposición final que contribuyan a la sostenibilidad y minimicen los riesgos para las comunidades aledañas.

5. Antecedentes de la solución

Un antecedente relevante para la solución del manejo de residuos sólidos en el Perú mediante el uso de tecnologías emergentes, es el caso de Corea del Sur, un país que ha implementado con éxito estrategias tecnológicas avanzadas para gestionar residuos. Corea del Sur, reconocida por sus avances en la gestión de residuos, ha empleado tecnologías como Big Data y Machine Learning para monitorear y analizar

la generación de residuos en tiempo real, optimizando la recolección y clasificación de los mismos.

Un ejemplo concreto es el uso de contenedores inteligentes equipados con sensores y sistemas de pago que permiten medir el volumen de residuos generados por cada hogar o establecimiento. A través de análisis de datos masivos y predicciones basadas en modelos de aprendizaje automático, las autoridades locales pueden ajustar las rutas de recolección, reducir costos operativos y aumentar las tasas de reciclaje. Esta solución ha sido fundamental para que Corea del Sur reduzca sus tasas de residuos sólidos y aumente el porcentaje de materiales reciclados, logrando una eficiencia en el manejo de desechos superior al 60%.

La implementación de tecnologías similares en Perú, adaptadas al contexto local y en colaboración con plataformas como la PNDA, puede proporcionar una vía eficaz para mejorar la gestión de residuos, haciendo uso de Power BI y Python para la visualización y análisis de datos, lo que permitirá tomar decisiones más informadas y diseñar políticas públicas sostenibles.

Un antecedente nacional relevante es la propuesta de la empresa Petramás, que en sus plantas de tratamiento de residuos sólidos en rellenos sanitarios implementa un proceso tecnificado para el tratamiento de material orgánico, orientado a la generación de energía.

Imágen 1: Plan Ambiental Detallado (PAD) - 2023



Fuente: <https://petramas.com/el-modelo-petramas/>

6. Desarrollo

6.1. Identificación de requerimientos

La identificación de los requerimientos para mejorar la gestión de residuos sólidos en Perú se centra en las necesidades tanto operativas como tecnológicas para optimizar este proceso. Los principales requerimientos identificados son:

- **Necesidad de recolección y disposición adecuada de residuos:** Actualmente, una gran parte de los residuos no es tratada en rellenos sanitarios adecuados, lo que genera problemas de contaminación en suelos, agua y aire. Es crucial establecer sistemas de recolección eficientes que aseguren una disposición final segura y ambientalmente responsable.
- **Monitoreo y análisis en tiempo real:** Se requiere la implementación de herramientas de análisis de datos y tecnologías que permitan monitorear la producción y recolección de residuos en tiempo real. Esto incluye el uso de sensores y sistemas de monitoreo para la optimización de rutas y reducción de costos.
- **Capacidades de predicción y análisis de patrones de consumo:** El uso de técnicas de Big Data y Machine Learning permite identificar zonas de alta generación de residuos, lo que facilita una planificación precisa para la infraestructura de reciclaje y disposición de residuos. Esta metodología ayuda a minimizar el impacto ambiental al anticipar los volúmenes de residuos y preparar la capacidad de respuesta en los sistemas de gestión (Alvarez et al., 2020)
- **Visualización de datos y soporte en la toma de decisiones:** Con el fin de facilitar la interpretación de grandes volúmenes de datos, es necesario contar con herramientas de visualización como Power BI. Estas herramientas permitirán a las autoridades y empresas privadas involucradas tomar decisiones informadas y diseñar políticas públicas más efectivas en cuanto a la gestión de residuos.

- **Colaboración entre sectores:** La implementación de estas soluciones requiere una colaboración activa entre el sector público y el sector privado, promoviendo la inversión en tecnologías de tratamiento de residuos y en iniciativas de energía renovable que se alimentan de desechos sólidos.

6.2. Solución del caso

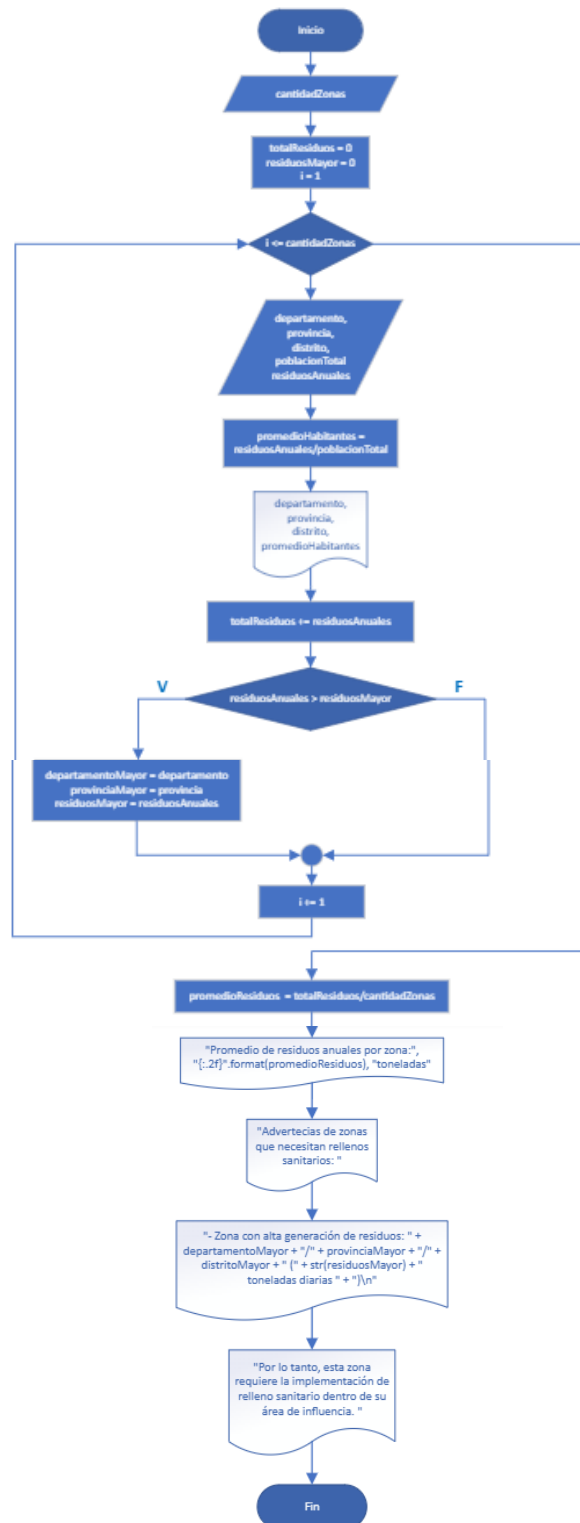
6.2.1. Análisis del problema o necesidad identificada

Tratar este problema requiere inversión y recursos, por eso es importante tener políticas públicas bien diseñadas. Una buena gestión de residuos no se trata solo de reducir la cantidad de basura que llega a los rellenos sanitarios, sino también de aprovechar los desechos que pueden ser reciclados o reutilizados. Esto no solo beneficia al medio ambiente, sino que también puede crear empleos e ingresos adicionales. Además, la educación y la sensibilización de la ciudadanía son fundamentales para que todos participemos de forma activa en esta labor, ya que desde nuestras casas podemos reducir, reciclar y separar los residuos. La contaminación causada por los residuos sólidos y la falta de rellenos sanitarios adecuados es un problema urgente, ya que al no existir lugares adecuados para tratar y disponer los desechos, esta se acumula en vertederos al aire libre, ríos y otros espacios, liberando gases tóxicos como el metano, que agravan el cambio climático, y lixiviados contaminantes que llegan al agua y al suelo (André & Cerdá, 2006). Esta situación no solo afecta el medio ambiente, sino también la salud pública. En lugares con basura expuesta, proliferan enfermedades debido a insectos y roedores, y las personas están más expuestas a problemas respiratorios y de piel. La acumulación de desechos también degrada la calidad de vida en las ciudades y afecta su atractivo turístico. Contar con rellenos sanitarios bien gestionados es clave para reducir estos impactos. Estos sitios permiten disponer de los residuos de forma segura, evitando que los contaminantes lleguen al ambiente, sin embargo, establecer y mantener estos rellenos sanitarios requiere inversión, políticas adecuadas y la colaboración de todos.

6.2.2. Implementación

6.2.2.1. Diagrama de Flujo

Imagen 2. Diagrama de Flujo del programa.



6.2.2.2. Código en Python

```
# Solicitar el número de zonas a analizar

cantidadZonas = int(input("Ingrese la cantidad de distritos a analizar en la
zona: "))

# Variables para el total de residuos y para el residuo mayor

totalResiduos = 0

residuosMayor = 0

# Bucle para ingresar los datos de cada zona

i = 1

while i <= cantidadZonas:

    # Solicitar datos específicos de la zona

    departamento = input("Ingrese el nombre del departamento " + str(i) + ": ")

    provincia = input("Ingrese el nombre de la provincia " + str(i) + ": ")

    distrito = input("Ingrese el nombre del distrito " + str(i) + ": ")

    poblacionTotal = int(input("Ingrese la población total de habitantes en " +
    distrito + ": "))

    residuosAnuales = round(float(input("Ingrese las toneladas de residuos
    anuales en " + distrito + ": ")), 2)

    # Calcular el promedio de residuos anuales por distrito

    promedioHabitantes = residuosAnuales / poblacionTotal

    print("Promedio de residuos anuales del distrito "+ departamento + "/" +
    provincia + "/" + distrito + ":", "{:.2f}".format(promedioHabitantes),
    "toneladas")

    print("\n")
```

```

# Acumular total de residuos

totalResiduos += residuosAnuales


# Verificar el mayor residuo generado
if residuosAnuales > residuosMayor:

    departamentoMayor = departamento
    provinciaMayor = provincia
    distritoMayor = distrito


    residuosMayor = residuosAnuales


i += 1


# Calcular el promedio de residuos anuales en la zona
promedioResiduos = totalResiduos / cantidadZonas

print("Promedio de residuos anuales por zona:",
"{:.2f}".format(promedioResiduos), "toneladas")


# Imprimir mensajes finales

print("\nAdvertencias de zonas que necesitan rellenos sanitarios:")


print("- Zona con alta generación de residuos: " + departamentoMayor + "/" +
provinciaMayor + "/" + distritoMayor + " (" + str(residuosMayor) + "
toneladas diarias " + ")\n")


print("Por lo tanto, esta zona requiere la implementación de relleno sanitario
dentro de su área de influencia.")

```

6.2.2.3. Captura de Evidencia

Imágen 3. Captura 1 del programa en python y funcionamiento.

```
main.py 1 # Solicitar el número de zonas a analizar 2 cantidadZonas = int(input("Ingrese la cantidad de distritos a analizar en la zona: ")) 3 4 # Variables para el total de residuos y para el residuo mayor 5 totalResiduos = 0 6 residuosMayor = 0 7 8 # Bucle para ingresar los datos de cada zona 9 i = 1 10 while i <= cantidadZonas: 11     # Solicitar datos específicos de la zona 12     departamento = input("Ingrese el nombre del departamento " + str(i) + ": ") 13     provincia = input("Ingrese el nombre de la provincia " + str(i) + ": ") 14     distrito = input("Ingrese el nombre del distrito " + str(i) + ": ") 15     poblacionTotal = int(input("Ingrese la población total de habitantes en " + 16         distrito + ": ")) 17     residuosAnuales = round(float(input("Ingrese las toneladas de residuos anuales 18         en " + distrito + ": ")), 2) 19     # Calcular el promedio de residuos anuales por distrito 20     promedioHabitantes = residuosAnuales / poblacionTotal 21 22     print("Promedio de residuos anuales del distrito "+ departamento + "/" + 23         provincia + "/" + distrito + ":", "{:.2f}".format(promedioHabitantes), 24         "toneladas") 25 26     # Acumular total de residuos 27     totalResiduos += residuosAnuales 28 29     # Verificar el mayor residuo generado 30     if residuosAnuales > residuosMayor: 31         departamentoMayor = departamento 32         provinciaMayor = provincia 33         distritoMayor = distrito 34     residuosMayor = residuosAnuales 35 36     i += 1 37 38 # Calcular el promedio de residuos anuales en la zona 39 promedioResiduos = totalResiduos / cantidadZonas 40 print("Promedio de residuos anuales por zona:", "{:.2f}".format(promedioResiduos), 41     "toneladas") 42 43 # Imprimir mensajes finales 44 print("\nAdvertencias de zonas que necesitan rellenos sanitarios:") 45 print("- Zona con alta generación de residuos: " + departamentoMayor + "/" + 46     provinciaMayor + "/" + distritoMayor + " (" + str(residuosMayor) + " toneladas 47     diarias " + ")\n") 48 49 print("Por lo tanto, esta zona requiere la implementación de relleno sanitario 50     dentro de su área de influencia.")
```

Output

Ingrese la cantidad de distritos a analizar en la zona: 2
Ingrese el nombre del departamento 1: Lima
Ingrese el nombre de la provincia 1: Lima
Ingrese el nombre del distrito 1: La Molina
Ingrese la población total de habitantes en La Molina: 166912
Ingrese las toneladas de residuos anuales en La Molina: 45418.10
Promedio de residuos anuales del distrito Lima/Lima/La Molina: 0.27 toneladas

Ingrese el nombre del departamento 2: Lima
Ingrese el nombre de la provincia 2: Lima
Ingrese el nombre del distrito 2: Ate
Ingrese la población total de habitantes en Ate: 611082
Ingrese las toneladas de residuos anuales en Ate: 127750.00
Promedio de residuos anuales del distrito Lima/Lima/Ate: 0.21 toneladas

Promedio de residuos anuales por zona: 86584.05 toneladas

Advertencias de zonas que necesitan rellenos sanitarios:
- Zona con alta generación de residuos: Lima/Lima/Ate (127750.0 toneladas diarias)

Por lo tanto, esta zona requiere la implementación de relleno sanitario dentro de su área de influencia.

=== Code Execution Successful ===

Imágen 4. Captura 2 del programa en python y funcionamiento.

```
main.py 23 print("\n") 24 25 # Acumular total de residuos 26 totalResiduos += residuosAnuales 27 28 # Verificar el mayor residuo generado 29 if residuosAnuales > residuosMayor: 30     departamentoMayor = departamento 31     provinciaMayor = provincia 32     distritoMayor = distrito 33 34     residuosMayor = residuosAnuales 35 36     i += 1 37 38 # Calcular el promedio de residuos anuales en la zona 39 promedioResiduos = totalResiduos / cantidadZonas 40 print("Promedio de residuos anuales por zona:", "{:.2f}".format(promedioResiduos), 41     "toneladas") 42 43 # Imprimir mensajes finales 44 print("\nAdvertencias de zonas que necesitan rellenos sanitarios:") 45 print("- Zona con alta generación de residuos: " + departamentoMayor + "/" + 46     provinciaMayor + "/" + distritoMayor + " (" + str(residuosMayor) + " toneladas 47     diarias " + ")\n") 48 49 print("Por lo tanto, esta zona requiere la implementación de relleno sanitario 50     dentro de su área de influencia.")
```

Output

Ingrese la cantidad de distritos a analizar en la zona: 2
Ingrese el nombre del departamento 1: Lima
Ingrese el nombre de la provincia 1: Lima
Ingrese el nombre del distrito 1: La Molina
Ingrese la población total de habitantes en La Molina: 166912
Ingrese las toneladas de residuos anuales en La Molina: 45418.10
Promedio de residuos anuales del distrito Lima/Lima/La Molina: 0.27 toneladas

Ingrese el nombre del departamento 2: Lima
Ingrese el nombre de la provincia 2: Lima
Ingrese el nombre del distrito 2: Ate
Ingrese la población total de habitantes en Ate: 611082
Ingrese las toneladas de residuos anuales en Ate: 127750.00
Promedio de residuos anuales del distrito Lima/Lima/Ate: 0.21 toneladas

Promedio de residuos anuales por zona: 86584.05 toneladas

Advertencias de zonas que necesitan rellenos sanitarios:
- Zona con alta generación de residuos: Lima/Lima/Ate (127750.0 toneladas diarias)

Por lo tanto, esta zona requiere la implementación de relleno sanitario dentro de su área de influencia.

=== Code Execution Successful ===

6.2.3. Documentación de la codificación implementada

Programa: Programiz (Python Online Compiler)

- **Detalles de la codificación:**

El presente código está estructurado utilizando funciones e instrucciones de manera lógica para analizar datos de producción de residuos sólidos en diferentes zonas. A continuación, se explican sus principales estructuras y componentes.

1. Estructuras principales

El código emplea una estructura secuencial y modular que incluye declaraciones de variables, un bucle para el ingreso de datos, cálculos y la presentación de resultados. Los elementos principales son:

- **Pedido de datos:** Se solicita al usuario ingresar la cantidad de zonas a analizar. Este valor se almacena en `cantidadZonas` y determina la cantidad de iteraciones necesarias en el bucle.
- **Creación de variables:** Se crean variables iniciales como `totalResiduos` para acumular los residuos de todas las zonas y `residuosMayor` para registrar la mayor cantidad de residuos generados en una zona específica. Otras variables (`departamento`, `provincia`, `distrito`, `poblacionTotal`, `residuosAnuales`) almacenan datos específicos de cada zona ingresada por el usuario.

2. Ciclo repetitivo para el ingreso de la información

Se utiliza un bucle `while` basado en la cantidad exacta de zonas (determinada por `cantidadZonas`). El ciclo permite el ingreso de datos para cada zona de análisis.

- **Dentro del `while`:**
 - **Ingreso de datos:** En cada iteración, se solicita al usuario ingresar el nombre del departamento, provincia y distrito, la población total y la cantidad de residuos anuales generados en el distrito.
 - **Cálculos respectivos:** Se calcula el promedio de residuos anuales por habitante en el distrito dividiendo los residuos anuales por la población total y se redondea a dos decimales.
 - **Impresión de resultados parciales:** El promedio calculado se imprime en pantalla para cada distrito, detallando la ubicación (departamento, provincia, distrito) y el valor del promedio de residuos por habitante.

3. Manejo de acumuladores

Para calcular el promedio total de residuos en todas las zonas, se acumulan los residuos anuales en `totalResiduos` durante cada iteración.

Instrucción utilizada: `totalResiduos += residuosAnuales`

4. Instrucción condicional para obtener el dato mayor

Dentro del bucle, se usa una instrucción condicional `if` para verificar si los residuos anuales de la zona actual son mayores al valor registrado en `residuosMayor`. Si se cumple la condición, se actualizan las variables `departamentoMayor`, `provinciaMayor` y `distritoMayor` con los datos de esa zona, y se actualiza el valor de `residuosMayor`.

5. Impresión de datos finales

Al finalizar el ciclo, se calculan y presentan los datos finales:

- **Promedio de residuos anuales por zona:** Se obtiene dividiendo el `totalResiduos` acumulado entre la cantidad de zonas y se imprime el resultado.
- **Zonas con alta generación de residuos:** Se muestra el distrito con la mayor generación de residuos anuales, sugiriendo la implementación de un relleno sanitario en su área de influencia debido a la alta generación de residuos.

Este código permite identificar zonas con mayor necesidad de gestión de residuos sólidos, facilitando la toma de decisiones respecto a la implementación de rellenos sanitarios en zonas críticas.

7. Conclusiones

La adopción de un enfoque metodológico en la gestión de residuos sólidos en Perú ha fortalecido los procesos de disposición y tratamiento, impulsando tanto la reducción de la huella de carbono como el desarrollo ambientalmente sostenible. Este enfoque

facilita una gestión más eficiente y optimizada que responde a las necesidades de cada región y a los crecientes desafíos ambientales.

El sistema integral de análisis de datos permite identificar con precisión las áreas prioritarias en la generación de residuos sólidos, así como evaluar la efectividad de los rellenos sanitarios en cada zona. Gracias a esta información, es posible planificar de forma estratégica nuevas infraestructuras de reciclaje y disposición, mejorando la eficiencia en el uso de recursos y priorizando las inversiones en áreas con mayores demandas de servicios ambientales. Esta herramienta facilita una planificación proactiva de los recursos y de las infraestructuras de recolección y tratamiento, permitiendo a las autoridades locales y empresas de gestión de residuos ajustar sus estrategias de forma eficiente, lo cual reduce costos operativos y mejora la preparación para gestionar picos de generación de residuos.

Finalmente, la evaluación del impacto ambiental y social de las infraestructuras de disposición de residuos ha revelado importantes oportunidades para mejorar los procesos de reciclaje y disposición final. Con esta evaluación, se pueden adoptar prácticas más sostenibles que minimicen los riesgos para las comunidades cercanas a las infraestructuras de residuos, promoviendo una relación armónica entre dichas infraestructuras y su entorno. Esta mejora en los procesos asegura un manejo más responsable y alineado con los objetivos de sostenibilidad ambiental y bienestar comunitario.

8. Anexos

Diagrama de Flujo (Visio):

https://usilpe-my.sharepoint.com/:u:/r/personal/allison_cortijo_usil_pe/Documents/TR_ABAJO%20FINAL.vsd?d=wcb3b304e27064809a7c31e1b060ac528&csf=1&web=1&e=nYTgMu

Plataforma de Datos Abiertos:

Secretaría de Gobierno y Transformación Digital

<https://www.datosabiertos.gob.pe/>

Metadatos:

Metadatos del dataset: Generación anual de residuos sólidos domiciliarios - [Ministerio del Ambiente - MINAM]

<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/generaci%C3%B3n-anual-de-residuos-s%C3%B3lidos-domiciliarios>

Link de Drive de la información obtenida:

<https://drive.google.com/drive/folders/11OovGBFjpQZJg4V7VsvdQvhNdPJbcoql?usp=sharing>

9. Referencias Bibliográficas

Alvarez Ancalla, N, Ccahua Ocon, S, Pasache Quinto, M y Perales Centeno, J. (2020). Estudio de pre-factibilidad para la elaboración y comercialización de biodiésel a partir de residuos sólidos orgánicos. *Universidad San Ignacio de Loyola*. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f3c34df7-35b2-4815-961f-a0c4f2f6f7f9/content>

André, F. J., & Cerdá, E. (2006). Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas. *Cuadernos económicos de ICE*, (71). <https://www.revistasice.com/index.php/CICE/article/download/5880/5880>

Ministerio del Ambiente. (2022). Plan Estratégico Enstitucional 2022-2026. <https://www.minam.gob.pe/transparencia/wp-content/uploads/sites/48/2022/05/PLAN-ESTRATEGICO-INSTITUCIONAL-2022-2026-MINISTERIO-DEL-AMBIENTE.pdf>

Sáez, A., & Urdaneta, J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3), 121-135. <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>

