Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

"MODELO DE SIMULACION DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPAL DEL DISTRITO TAMBO DE MORA EN EL 2018"

Presentado por:

Bach. **BIGLIERI PASACHE, Piero Francisco**
Bach. **QUISPE NIÑO DE GUZMAN, Jair Edson**

ROL DE AUTORES del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es PORCENTAJE DE SIMILITUD del 8% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 17 de mayo de 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA DE ICA"
FACULTAD DE ING. AMB. Y SANITARIA - UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
[redacted]
Dr. Jaime Martínez Hernández
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

TESIS

“MODELO DE SIMULACION DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPAL DEL DISTRITO TAMBO DE MORA EN EL 2018”

LINEA DE INVESTIGACIÓN: CIENCIAS NATURALES, INGENIERIA Y TECNOLOGIAS SOSTENIBLES

PRESENTADO POR:

Est. BIGLIERI PASACHE, Piero Francisco
Est. QUISPE NIÑO DE GUZMAN, Jair Edson

AÑO, 2021

INDICE

	Pag.
CARATULA	01
INDICE	02
RESUMEN	05
ABSTRACT	06
CONTRACARATULA	07
INTRODUCCIÓN	08
CAPÍTULO I	
MARCO GENERAL	
1 Generalidades de la Tesis	10
1.1. Planteamiento del Problema	10
1.1.1. Descripción de la Realidad Problemática	10
1.1.2. Formulación del Problema Principal	12
1.2. Fundamentos teóricos de la Investigación	12
1.2.1. Antecedentes de la Investigación	12
1.2.2. Marco Legal	16
1.2.3. Marco Conceptual	17
1.2.4. Marco teórico	17
1.2.4.1 Dinámica de Sistemas	17
1.2.4.2 Simulación	18
1.2.4.3 Diagramas causales	18
1.2.4.4 Diagramas Forrester	18
1.2.4.5 Modelo	19
1.2.4.6 Modelo de Simulación	20
1.2.4.7 Proceso de Simulación	20
1.2.4.8 Software de Simulación	23
1.2.4.9 Residuos Sólidos	23
1.2.4.10 Gestión Integrada de Residuos Solidos	24
1.2.4.11. Composición de los Residuos Solidos	24

1.2.4.12. Propiedades de los residuos solidos 25
1.2.4.13. Enfoque Integral del Manejo de Residuos Sólidos 26
1.2.4.14. Generación y Almacenamiento de Residuos Solidos 26
1.2.4.15. Producción Per Cápita 27
1.2.4.16. Densidad 27
1.2.4.17. Composición 27
1.3. Objetivos de la Investigación 28
1.3.1. Justificación e importancia 28
1.3.2. Objetivo Principal y específicos 28
1.4. Hipótesis y Variables 29
1.4.1. Hipótesis principal y Especificas 29
1.4.2. Variables e indicadores 29

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Metodología 31
2.1.1. Población y muestra 31
2.1.2. Diseño a utilizar en el estudio 31
2.1.2.1.Fase de Desarrollo 32
2.1.3. Métodos y Técnicas de Investigación 52
2.1.4. Técnicas de recolección de datos 52
2.2. Tratamiento de datos 52

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1. Simulación del modelo del sistema actual de RS del distrito Tambo de Mora – Chincha 54
3.2 Simulación del modelo con la implementación de las políticas al sistema. 56

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Análisis de los Resultados 59

4.1.1. Prueba de las Hipótesis 59

CONCLUSIONES 63

RECOMENDACIONES 64

FUENTES DE INFORMACIÓN 65

RESUMEN

El estudio propuesto desarrolla un modelo utilizando la dinámica de sistemas (Bertalanffy, 1998) para simular el impacto de un programa de gestión de residuos sólidos en los hogares del municipio de Tambo de Mora, provincia de Chincha, Region Ica. El análisis se realizó en base a las características actuales y a los modelos propuestos desarrollados para la gestión y las alternativas de reciclaje y compostaje en las plantas de tratamiento de aguas residuales antes de su eliminación en los vertederos sanitarios. El modelo se ha creado con el programa informático Stella® a partir de los datos de las encuestas históricas y estadísticas anteriores, así como de las encuestas de población para determinar los niveles de generación de residuos y realizar pruebas para identificar los residuos sólidos. Estos modelos incluyen diferentes componentes como: población, recogida de residuos, vertidos ilegales, vertederos, residuos sólidos generados, población, segregación, financiación, concienciación y tiempo. Se comprobó que la mejora de la información y la concienciación funcional sobre la capacidad de separar los residuos desde la fuente tiene un impacto en la cantidad de residuos y en la eliminación de los residuos municipales en el vertedero municipal de Tambo Mora..

Palabras Clave: Residuos Sólidos Domiciliarios, Relleno Sanitario, Reciclaje,

ABSTRACT

The proposed study develops a model using system dynamics (Bertalanffy, 1998) to simulate the impact of a solid waste management program in households in the municipality of Tambo de Mora, Chincha province, Ica Region. The analysis was carried out based on the current characteristics and the proposed models developed for the management and recycling and composting alternatives in wastewater treatment plants before their disposal in sanitary landfills. The model has been created with the Stella® software based on data from previous historical and statistical surveys, as well as from population surveys to determine levels of waste generation and to carry out tests to identify solid waste. These models include different components such as: population, waste collection, illegal dumping, landfills, solid waste generated, population, segregation, financing, awareness and time. It was found that the improvement of information and functional awareness about the ability to separate waste from the source has an impact on the amount of waste and the disposal of municipal waste in the Tambo Mora municipal landfill.

Key Words: Household Solid Waste, Sanitary Landfill, Recycling,

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

TESIS

“MODELO DE SIMULACION DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPAL DEL DISTRITO TAMBO DE MORA EN EL 2018”

LINEA DE INVESTIGACIÓN: CIENCIAS NATURALES, INGENIERIA Y TECNOLOGIAS SOSTENIBLES

PRESENTADO POR:

Est. BIGLIERI PASACHE, Piero Francisco
Est. QUISPE NIÑO DE GUZMAN, Jair Edson

AÑO, 2021

INTRODUCCIÓN

Según el informe de OEFA del 2013- 2014, en la región Ica se encuentra entre los 4 últimos en el ranking en cumplimiento. La problemática de los GRS en la zona urbana de Tambo de Mora se debe principalmente a la aparición de los RS, que ha aumentado exponencialmente en los últimos años, a la situación socioeconómica y a los patrones de consumo urbano, a la recogida de residuos domésticos en la zona de estudio, que se realiza tanto de manera formal como informal. El reciclaje por parte de procesadores informales con el objetivo de separar los residuos en origen, especialmente la eliminación final inadecuada en los llamados "rellenos sanitarios".

Nuestro objetivo que planteamos es desarrollar un modelo que permita la simulación con STELLA ® de la gestión integral de residuos sólidos municipal del distrito de Tambo de Mora, 2018.

El método que utilizaremos para desarrollar este trabajo es la dinámica de sistemas (Aracil, 1983), que permite comprender las causas estructurales del comportamiento del sistema. Utiliza variables cualitativas y cuantitativas, lo que permite construir modelos complejos; en este caso, se evalúan los modelos actuales y los propuestos para corregir las variables clave identificadas en el modelo actual. Esta modelización se aplicará en el programa informático Stella ®, que nos permitirá simular el comportamiento del modelo propuesto a partir de un diagrama causa-efecto que contenga los factores clave que contribuyen al problema del tratamiento de los RS en la zona de Tambo de Mora. El sistema de simulación incluirá modelos estructurales, interrelaciones entre variables, ecuaciones preestimadas y estadísticas iniciales.

Para el desarrollo de la investigación “MODELO DE SIMULACIÓN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPAL DEL DISTRITO TAMBO DE MORA EN EL 2018”

En el capítulo 1: Se establece las generalidades del proyecto; el Planteamiento, descripción de la realidad problemática y formulación del Problema, los fundamentos teóricos de la investigación; aspectos teóricos, el marco legal considerando el Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos y el Decreto Supremo 057-2004/PCM y

otros sobre el tema de la Investigación siendo puntos de partida con el que dimos inicio a este trabajo y los el marco conceptual y el marco Teórico, se describe las diversas concepciones teóricas de los variados que serán objeto de estudio, es decir se revisan las normativa, metodología dinámica de sistema, el uso del simulador para elabora el modelo propuesto para la aplicación investigación, mencionando los objetivo que crear un modelo propuesto simulando con Stella para mejorar la GRS, dando a conocer la justificación y la importancia de la Investigación, estableciendo un plan de manejo de que permita dar un buen manejo, del reciclaje y la deposición final a los deshechos (basura), Y la hipótesis, se analiza sus variables con sus respectivos indicadores.

En el Capítulo 2: se establece materiales y métodos, así como la metodología para determinar la Población y muestra, se describe el desarrollo experimental, el diseño del trabajo es no experimental, Se considera además el nivel descriptivo y Explicativo, los materiales y equipo que requiere la investigación se utiliza del mismo modo técnicas de recolección y tratamientos de datos.

En el capítulo 3: Resultados, se utiliza las fórmulas a nivel Nacional e Internacional para poder determinar La caracterización ambiental del área de estudio y se realiza las encuestas a la población de estudio.

En el capítulo 4: Análisis e Interpretación de Resultado en la aplicación y evaluación de resultados de la encuesta y la Generación PER, la información obtenida, procesarse y analizarse los resultados de esta investigación, con la perspectiva de la investigación acabada, podemos decir, que este capítulo es el análisis de datos nos permite dar a conocer finalmente las conclusiones y terminamos con las recomendaciones y por último las fuentes de información que alimento nuestra tesis.

CAPÍTULO I
MARCO GENERAL

1. Generalidades de la tesis

1.1. Planteamiento del Problema

El La mala gestión de los residuos sólidos tiene efectos negativos en la salud de las poblaciones, los ecosistemas y la calidad de vida (Umaña et. al., 2003). “Dentro del amplio espectro de temas que guardan relación con una problemática tan importante en la actualidad como es la protección del Medio Ambiente, el problema de los residuos ocupa un lugar principal en la gestión ambiental.”(Tchobanoglous, 1994).

“Los residuos sólidos domésticos son todos los residuos generados por las actividades humanas en el sector residencial en las zonas urbanas. A grandes rasgos, se dividen en dos grandes categorías: residuos orgánicos (restos de comida y residuos de jardín) y residuos inorgánicos (papel, plásticos, vidrio, madera y residuos peligrosos). El hacer ingeniería de las basuras, exige una reflexión profunda y un análisis sistemático de los diferentes conceptos, términos y elemento del problema”. (Tchobanoglous, 1994).

1.1.1. Descripción de la Realidad Problemática

En América Latina la generación de RS constituye conjuntamente con el abastecimiento de agua y alcantarillado, el núcleo básico de los servicios que deben prestarse a una Comunidad. (O.P.S., 1991)

“El crecimiento demográfico, el desarrollo industrial y la urbanización han provocado un aumento significativo de la cantidad y la diversidad de los residuos generados por las actividades de los habitantes de estas zonas”. (O.P.S., 1991)

Dado que los niveles de contaminación son principalmente el resultado de una gestión inadecuada de los residuos, la Gestión

Integrada de Residuos Sólidos Municipales (GIRSM) ha surgido como una propuesta para mejorar la gestión de los residuos en origen. Dado que la información relativa a la gestión de las aguas continentales no se comunica eficazmente a los distintos agentes implicados en el proceso, es importante proporcionar herramientas educativas sobre esta cuestión, que nos concierne a todos como ciudadanos y como parte del ecosistema.

Como todos los países en rápido desarrollo, una gran parte de la población de Perú se concentra en las zonas urbanas.

En la actualidad, las cuestiones relacionadas a la GSR son complejas debido al volumen y la diversidad de los residuos, los servicios públicos, la expansión urbana, el impacto de la tecnología, la energía y las materias primas emergentes y la falta de concienciación.

La demanda de servicios de gestión de residuos y de gestión sostenible se está convirtiendo en un problema cada vez más acuciante, mientras que la oferta existente en el país es insuficiente y sólo se recoge el 70% de los residuos sólidos.

Sólo hay nueve rellenos sanitarios aprobados a nivel nacional, cinco de ellos en Lima, y el creciente número de vertederos es una clara evidencia de la mala disposición de los residuos sólidos en nuestro país. La actual eliminación inadecuada de residuos sólidos en vertederos supone un riesgo medioambiental debido a la fuga incontrolada de lixiviados procedentes del proceso de descomposición de los residuos, lo que provoca la contaminación del suelo y de los acuíferos.

El manejo inadecuado de estos residuos, afecta a grandes ciudades y zonas marginales, como a pequeñas poblaciones urbanas y rurales. Siendo el caso del distrito de Tambo de mora de la Provincia de Chincha, en la que su Municipalidad Distrital maneja empíricamente el servicio de limpieza pública, evidenciando falta de criterio técnico,

económico, social y en general ambiental, lo que ocasiona que el servicio de aseo urbano carezca no realice una planificación ordena, lo que se traduce en costos de funcionamiento que la misma Municipalidad tiene que subsidiar, consumiendo parte de su presupuesto.

Por otro lado, existe una inadecuada práctica de disposición final de basuras, las cuales por falta de recursos, interés o conocimiento técnico se descargan inapropiadamente en un botadero incontrolado, generando problemas socio-económicos y de contaminación ambiental

Actualmente el distrito Tambo de Mora tiene una población rural de 495 y su población urbana es 4230 habitantes según dato del INEN en el censo poblacional y vivienda 2007.Estos habitantes demandan de la ciudad, infraestructura y servicios, los que generalmente no crecen al ritmo que lo hacen estos requerimientos.

1.1.2. Formulación del Problema Principal

La presente tesis se ha originado por la necesidad de mejorar la práctica y metodología que emplea la Municipalidad del distrito Independencia- Pisco en el manejo de residuos sólidos; Por este motivo uno de los problemas responde a la siguiente interrogante:

Problema Principal

¿Cómo el desarrollo de un modelo de simulación con STELLA puede mejorar la Gestión integral de RS municipal del distrito de Tambo de Mora, 2018?

Problema Secundario

1. ¿Cómo desarrollar un modelo de simulación con STELLA ® basado en agentes que integre las variables encontradas para diagnosticar el estado actual de los residuos sólidos de distrito Tambo de Mora, 2018?

2. ¿De qué manera un modelo propuesto de simulación con STELLA® permitirá pronosticar la situación de los residuos sólidos de distrito Tambo de Mora, 2018?

3. ¿Sera posible proyectarse a 10 años con simulación STELLA ® la disposición de Residuos Sólidos en el distrito de Tambo de Mora?

1.2. Fundamentos teóricos de la Investigación

1.2.1. Antecedentes de la Investigación

- **Internacional**

  Danny W. Ibarra V, Johan M. Redondo O investigaron "Modelo Sistémico para el Manejo de Residuos Sólidos en Instituciones Educativas en Colombia", Bogotá – Colombia, 2011. Resumen: En esta sección se presenta un modelo de la dinámica del sistema de residuos generados en las instituciones educativas, sabiendo que la gestión adecuada de estos residuos ha sido considerada durante mucho tiempo como un problema ambiental para estas instituciones, ya sea por la falta de conciencia del presupuesto de inversión de los programas de educación ambiental, o simplemente por no entender las herramientas para lograr los mejores resultados. El principal problema es que gran parte de los presupuestos de estos organismos se debe al elevado coste de los servicios de limpieza por la generación de residuos sobrantes que no se utilizan de ninguna manera. Por eso proponemos un modelo que relaciona los volúmenes variables de residuos, los presupuestos institucionales y la cantidad de residuos reciclados. Este modelo es el primer resultado de nuestra investigación en esta dirección.

- **Nacional**

  Anieval Peña, Freddy Rojas investigaron "Modelo Sistémico en la Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Zona Metropolitana de Huancayo – Perú. Lima". Resumen: El estudio propuesto desarrolló un modelo utilizando la dinámica de sistemas

(Bertalanffy, 1998) para simular el impacto de un plan de gestión para el manejo de los RSD en la zona urbana de Huancayo (región de Junín, Perú). El análisis se basa en las características actuales de la gestión del desarrollo y en los modelos y alternativas propuestos para el reciclaje y el compostaje en las plantas de procesamiento antes del vertido. El modelo se ha creado con el programa informático Stella®, basándose en los datos de las encuestas históricas y estadísticas anteriores, así como en las encuestas de población para determinar los niveles de generación de residuos y las pruebas para identificar los residuos sólidos. Estos modelos incluyen diferentes componentes como: población, recogida de residuos, vertederos ilegales, vertederos, residuos sólidos generados, población, segregación, financiación, concienciación y tiempo. Se ha comprobado que una mayor información y concienciación funcional sobre la posibilidad de separar los residuos desde su origen tiene un impacto significativo en la cantidad de residuos que van a parar al vertedero.

Juan Manuel Rivera Poma investigo “Desarrollo de un Modelo Dinámico para determinar la incidencia de los factores contaminantes del aire en la población de Lima Metropolitana”. Lima- 2013. Resumen: El medio ambiente es un factor importante para mantener la calidad de vida que deseamos. El crecimiento de la población influye en la contaminación atmosférica. Por lo tanto, es necesario analizar la relación entre la contaminación y su impacto en la población. La influencia de estos parámetros en la contaminación y la salud de la población se ha estudiado como una relación causal, y se ha propuesto un modelo dinámico que permite a los programas de simulación informática determinar cómo se comportará en el futuro. Por tanto, el control de estos parámetros puede reducir la contaminación atmosférica o, al menos, evitar su aumento.

Segundo Roger Ramírez Shupingahua, investigo; “Uso de la Dinámica de Sistemas para optimizar las rutas de recojo de Residuos Sólidos en el distrito de Tarapoto” .Tarapoto – Perú 2014. Con el resumen: la presente tesis, tiene como objetivo general, optimizar las rutas de recojo de residuos sólidos en el distrito de Tarapoto mediante el uso de la dinámica de sistemas. Asimismo, tiene como objetivos específicos; utilizar la dinámica de sistemas para comprender el comportamiento de los sistemas de recogida de residuos sólidos; utilizar la dinámica de sistemas para generar modelos de soluciones para los sistemas de recogida de residuos sólidos; simular modelos matemáticos para comprender y discutir los resultados; utilizar el diseño para identificar mejoras en las vías. Se utilizó la dinámica de sistemas como método para generar propuestas. El método consta de tres etapas: conceptualización, presentación o diseño, análisis y evaluación, y los resultados obtenidos en estas etapas se utilizan para predecir el comportamiento de los residuos sólidos. Se demuestra el uso de la dinámica de sistemas como metodología para mejorar la planificación de la recogida de residuos sólidos en el distrito de Tarapoto y se presenta la posibilidad de utilizar la programación lineal para optimizar las rutas de recogida de residuos sólidos en el distrito de Tarapoto.

- **Región**

  El crecimiento demográfico, el desarrollo industrial y la urbanización han provocado un aumento significativo de la cantidad y la diversidad de los residuos generados por las actividades de los habitantes de estas zonas[7]. (O.P.S., 1996). El manejo inadecuado de estos residuos, afecta a grandes ciudades y zonas marginales, como a pequeñas poblaciones urbanas y rurales. Siendo el caso del Distrito de Tambo de Mora de la Provincia de Chincha, en la que su Municipalidad Distrital maneja empíricamente el servicio de limpieza pública, evidenciando falta

de criterio técnico, económico, social y en general ambiental, que se traduce en costos de funcionamiento que la misma Municipalidad Distrital tiene que subsidiar, consumiendo parte de su presupuesto. Por otro lado, existe una inadecuada práctica de disposición final de basuras, las cuales por falta de recursos, interés o conocimiento técnico se descargan inapropiadamente en un botadero incontrolado, generando problemas socio-económicos y de contaminación ambiental.

1.2.2. Marco Legal

El presente estudio se fundamenta en:

- Constitución Política del Perú - Título III, Capítulo II: Del Ambiente y los Recursos Naturales (1193).
- Ley General del Ambiente (Ley 28611 del 15-10-2005).
- Ley de creación del Ministerio del Ambiente (D.L. N° 1013 del 14-05-2008)
- Ley General de Salud (Ley Nº 26842 del 20-07-1997).
- Ley General de Residuos Sólidos -Ley N° 27314
- D.S. N° 057-2004-PCM
- Ley de SEIA - Ley Nº 27446 del 23-04-2001) y su Reglamento.
- Ley del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (Ley N° 28245 del 04-06-2004 y su reglamento D.S. N° 008-2005-PCM del 28-01-2005)

1.2.3. Marco Conceptual

Dinámica de sistemas[1].- Se refiere a los bucles de retroalimentación internos y a los desfases temporales que afectan al comportamiento de todo el sistema.

Diagrama Forrester. Es una traducción del diagrama de causa y efecto, un término que ayuda a escribir ecuaciones en un ordenador y permite validar modelos, observar variables a lo largo del tiempo y realizar análisis de sensibilidad.

Residuos sólidos: "Aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado un valor económico en el contexto en que son producidos" (Seoanez 2000: 23).

Software.- "Son programas y aplicaciones que pueden ser utilizadas en diversas funciones fácilmente y sin pagar dinero en su funcionamiento". (Seoanez 2000: 23).

STELLA ®.- Software de Simulación que sirve como herramienta para simular situaciones reales.

[1] ARACIL, J. "Introducción a la Dinámica de Sistemas. Madrid". Edit. Alianza Textos; 1983.

1.2.4. Marco Teórico

1.2.4.1. Dinámica de Sistemas

La dinámica de sistemas usa conceptos del campo del control realimentado para organizar información en un modelo de simulación por ordenador. Un ordenador ejecuta los papeles de los individuos en el mundo real. La simulación resultante revela implicaciones del comportamiento del sistema representado por el modelo. Aracil y Gordillo (1997). Este modelo, tuvo gran incidencia en la opinión pública y fue objeto de múltiples debates, lo cual contribuyó a la difusión de la Dinámica de Sistemas .(Aracil & Gordillo, Dinámica de Sistemas, 1997).

1.2.4.2. Simulación

Proceso de diseñar un modelo de sistema, que permite realizar el comportamiento para evaluarlo. Su objetivo es la predicción. *(*FÁBREGAS, 2003)

La simulación, constituye un soporte indispensable para el proceso de construcción del modelo en sus diferentes aproximaciones (niveles de agregación), ya que ella aporta imágenes (comportamiento de cada variable) que va indicando al modelador que tan acertado está en la representación matemática de la realidad. Así mismo, la simulación es la herramienta para la validación final de un modelo, el análisis de sensibilidad y en general para la experimentación con propósitos de conocimiento o de definición de estrategias de control o intervención sobre la realidad. (Parra & Rodríguez, 2005).

1.2.4.3. Diagramas causales

Permite conocer la estructura del sistema dinámico. Son de dos tipos:

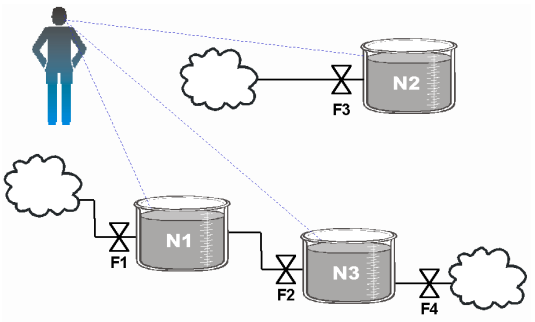
a) Relación causal: A determina a otro B, con relación de causa-efecto.

b) Relación correlativa: Existe correlación entre dos elementos del sistema, no existe una relación de causa-efecto.

1.2.4.4. Diagramas Forrester

Los elementos que son parte de un diagrama causal se representan por medios de variables. Se clasifican en variables: de nivel, de flujo y auxiliares. Ver la figura Nº 2 para ilustrar el sentido de las variables.

Figura Nº 1.- Símil Hidrodinámico



Fuente: Unjan, A. “Dinámica de Sistemas”. (2002).

1.2.4.5. Modelo

Representa la realidad que se desarrolla con la finalidad de estudiarla. No es necesario considerar todos los detalles; por lo tanto, el modelo no sustituye realidad, es una simplificación de ella.

Utilidades:

- Reduce la complejidad.

- Hacer predicciones concretas.

Véase Figura 2

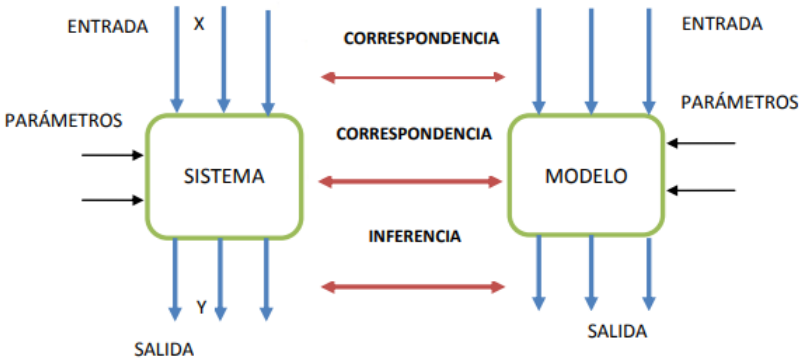


Figura 2 Concepto de Modelo Fuente: Torres, 2001

1.2.4.6. Modelo de Simulación

La simulación consiste en usar el modelo para producir una historia de estados del sistema. La simulación es por tanto un proceso y el modelo usado es un modelo de simulación. Un modelo de simulación no tiene por tanto una estructura especial y definida como si la tienen por ejemplo los modelos de optimización. (Berger, 2000).

Como tendencia, los modelos de simulación se agrupan en tres tipos fundamentales, según (Rodríguez & Quesada 2009):

- Modelos Continuos
- Modelo Discretos
- Modelos Lógicos.

1.2.4.7. Proceso de Simulación

Constituye ejecutar el modelo en relación al tiempo, para

generar muestras del comportamiento del sistema. Es necesario tener un esquema básico para el desarrollo de un modelo de simulación, de tal forma que denote explícitamente diferentes etapas de control. Por otro lado, el modelo resultante de un sistema real puede ser complejo o práctico. (Rodríguez & Quesada 2009)

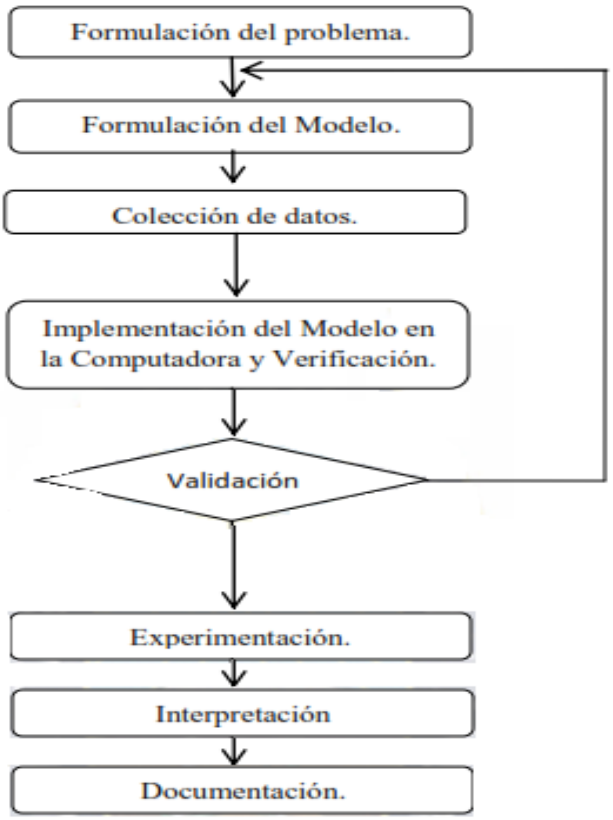


Figura 3 Diagrama del Proceso de simulación Fuente: Hoeger, 2009

1. **Formulación del Problema.-** El sistema que se va a simular debe definirse con precisión, pero hay que realizar un análisis previo para determinar la interacción del sistema con otros sistemas y los resultados esperados del estudio.

2. **Formulación del Modelo.-**

   "Es importante definir las variables que forman parte del modelo, y las variables de decisión deben estar formuladas matemáticamente y ser claras".

3. **Colección de Datos**.- “Deben ser convenientemente tratados, a través del relevamiento en campo para efectuar la recolección de datos, pero pueden emplearse datos históricos y opiniones de expertos. Algunas distribuciones empíricas basadas en los datos relevados pueden asemejarse a distribuciones teóricas (Normal, Poisson, Exponencial, entre otros), Para comprobar si esto es factible, se utiliza métodos de inferencia estadísticas, como las pruebas Chi-cuadrado o de Kolmogorov-Smirnov” (Poma, C. 2015)

4. **Implementación del Modelo en la Computadora.-** Se incorporarán los componentes del modelo que se haya identificado para la obtención de los informes, se emplea un lenguaje de programación.

5. **Verificación.-** Se utilizan diversas técnicas. Se puede mencionar según (Hoeger, 2009):
    - Diseño modular de arriba – abajo.
    - Diseño de arriba – abajo.
    - Trazado.
    - Pruebas de degeneración.
    - Pruebas de consistencia.

6. **Validación.-** Proceso iterativo en el que se compara el comportamiento del sistema real con el modelo.

7. **Experimentación.-** Se debe generar datos para el análisis de sensibilidad en los índices especificados.

8. **Interpretación.-** Se realizan dos tipos de análisis con el modelo:
    - Para sistemas con final definido

- Para sistemas con final no definido

9. **Documentación.-** Existen dos tipos de documentación para hacer uso del modelo de simulación: técnico y manual de usuario.

10. **Lenguaje de Simulación.** "Los lenguajes pueden ser el GPSS, SIMSCRIPT, SIMULA SIMPL/I, SIMULATE". (RODRÍGUEZ & QUESADA, 2009).

1.2.4.8. Software de Simulación

Se emplean:

PROMODEL.- "Simula sistemas de manufactura, logística y manejo de material".

VENSIM.- "Ayudar a las empresas para definir una solución óptima para la toma de decisiones".

STELLA.- "Para la enseñanza de negocios o investigación científica".

FLEXIM.- "Para modelar, analizar, visualizar y optimizar procesos de manufactura".

MATLAB.- "Ejecuta cálculos numéricos con vectores y matrices y cálculos técnicos".

1.2.4.9. Residuos Sólidos.[2]

Phillips. V. (2008), indica que los residuos sólidos son aquellas cosas que han dejado de cumplir la función que las creó, se consideran que ya no son útiles o inútiles y, por lo tanto, se desechan o descartan. *"Aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado un valor económico en el contexto en que son producidos"* (Seoanez 2000: 23).

[2] El PERUANO (2000), en la "Ley General de los Residuos Sólidos del Perú- LEY N°. 27314-2000"; en el Art. 14

Los residuos sólidos a diferencia de los efluentes líquidos o las emisiones gaseosas, el tiempo de degradación de los mismos en un buen porcentaje es bastante grande, acumulándose en el suelo, subsuelo o cuerpos de agua superficiales o subterráneas, contaminándolos (ALCAS et al., 2005).

1.2.4.10. Gestión Integrada de Residuos Solidos

La proporción de generación y composición de desechos varía según la economía y el nivel de consumo o tipo de cultura de cada país; ello repercute en la forma de gestión de los residuos sólidos, asunto que igualmente ha sido abordado en estudios recientes (Kathiravale y Muhd, 2008).

Podemos señalar que la GRS, entendida como “el manejo de todas aquellas actividades que tengan como objetivo minimizar los impactos de los residuos sólidos en la salud, el ambiente y en lo estético, tiene un impacto directo en la salud de la población, lo que comprobamos si tomamos el caso de ciudades que por no tener un esquema adecuado de gestión han terminado teniendo focos infecciosos que generan enfermedades o contaminando los ecosistemas y generando la muerte de miles de especies”. (Dulanto, 2013).

1.2.4.11. Composición de los Residuos Solidos

Las basuras domésticas y comerciales se recogen y se transportan y a veces la fracción / composición de ambas coincide. El cuadro N°2 muestra las posibles composiciones de basuras domésticas y comerciales.

Lo más común es distinguir entre residuos orgánicos y residuos inorgánicos. Los residuos también se clasifican con vistas a la posible recuperación de sus componentes, los residuos sólidos industriales se recogen mayoritariamente por transportistas privados. La OMS organiza los residuos industriales en tres categorías:

- Residuos Industriales no Peligrosos.
- Residuos Peligrosos.
- Residuos de Hospitales.

Cuadro N 02: Composición de basuras domésticas y Comerciales.

FUENTES	LOCALES	TIPOS DE RESIDUOS
DOMESTICA	"Viviendas unifamiliares y multifamiliares, apartamentos de media o gran altura".	"Alimentos, papel, embalaje, vidrio, metal, cenizas de basura doméstica, basura doméstica no peligrosa".
COMERCIAL	"Tiendas, restaurantes, mercados, oficinas y hoteles".	"Alimentos, papel, embalaje, vidrio, metal, ceniza de basura doméstica, basura doméstica peligrosa".
INDUSTRIAL	"Fabricación, industrias productoras de materiales ligeros y pesados, refinerías, plantas químicas, minas, generación de energía".	"Residuos de procesos industriales, metales, maderas, plásticos, aceites y residuos peligrosos".
CONSTRUCCION Y DEMOLICION		"Tierra, cemento, madera, acero, plástico, vidrio, vegetación".

Fuente: Gestión Integrada de Residuos Sólidos Tehobanoglous

1.2.4.12. Propiedades de los residuos solidos

Como el tratamiento adecuado actualmente implica reciclaje, reutilización, transformación y eliminación, es importante saber los detalles de los residuos con respecto a sus propiedades.

Las propiedades físicas más importantes son:

- "Densidad y nivel de humedad (Kg/m^3)"
- "Distribución del tamaño de las partículas"
- "Capacidad de campo (%)"
- "Conductividad hidraúlica (m/día)"
- "Esfuerzo cortante (KN/m^2)".

1.2.4.13. Enfoque Integral del Manejo de RS

"El manejo y tratamiento de RS en ciudades pequeñas y poblados rurales, debe realizarse teniendo en cuenta factores de cada localidad que contribuyan a su sostenibilidad". El servicio de limpieza pública debe reunir las características que se señalan en el cuadro N°3.

Cuadro N° 3. Características del servicio de limpieza pública.

ASPECTO	DESCRIPCIÓN
Técnico	"Operación y mantenimiento sencillos"
Social	"Fomenta los hábitos de la población"
Económico	"Costos de implementación, operación, mantenimiento y administración"
Organizativo	"Administración y gestión del servicio"
Salud	"Programas de prevención de enfermedades Infecciosas"
Ambiental	"Evita impactos ambientales"

Fuente: Gestión Integrada de Residuos Sólidos Tehobanoglous

1.2.4.14. Generación y Almacenamiento de Residuos Solidos

Se detallan en los cuadro N° 4 y Nº 5.

Cuadro N° 04: Producción Per Cápita de zonas rurales.

ZONA Y PAÍS	PRODUCCIÓN: HAB/ DÍA
130 comunas de Holanda	0,69
14 pueblos rurales de Argelia	0,46
Zonas rurales de Chile	0,3
Zonas rurales de Perú	0,2 - 0,4

Fuente: Gestión Integrada de Residuos Sólidos Tehobanoglous

El cuadro N°5 muestra la utilidad práctica de conocer las características de los residuos sólidos.

Cuadro N° 05. Información de los RS y su aplicación

PARAMETRO	APLICACIÓN
Producción per cápita	"Estima la producción total de RSD en una zona".
Densidad	"Calcula el tipo, volumen y frecuencia de vaciado de contenedores; capacidad de los vehículos de recolección y el relleno sanitario".
Composición física	"Conocimiento de aplicación de reciclaje".

1.2.4.15. Producción Per Cápita

$$PPC = \frac{\text{Cantidad total de RS que se recolecta (kg/día)}}{\text{Población atendida por el servicio de recolección (habitantes/día)}}$$

$$PPC = \frac{\text{Cantidad total de RS dispuestos en el relleno sanitario (kg/día)}}{\text{Población total atendida por el servicio de recolección (habitantes/día)}}$$

1.2.4.16. Densidad

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso de los RS (kg)}}{\text{Volumen que ocupan los RS en el recipiente } (m^3)}$$

1.2.4.17. Composición

$$\%\ \text{de materia orgánica} = \frac{\text{Peso de la materia orgánica (kg)}}{\text{Peso total de los RS (kg)}} \times 100$$

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Justificación e importancia

Justificación

Este estudio es relevante ya que proporcionará un plan estratégico para el manejo de los residuos sólidos, será de beneficio directo para la población de Tambo de Mora (Chincha) y el medio ambiente tendrá un panorama y situación muy clara en un futuro cercano. Al no contar con un sistema adecuado de gestión de residuos sólidos, me parece que el proceso de urbanización y el desarrollo general de nuestras ciudades nos está imponiendo unos costes elevados e inevitables: convivir con los residuos hasta que no haya más Educación ambiental o mejor economía; vivir de forma irresponsable y permitir una gestión informal de los residuos; dejar a las generaciones futuras obligaciones, ciudades y ecosistemas llenos de basura.

Importancia

La investigación constituye un aporte teórico para las municipalidades de la región de Ica, al emplear la Dinámica de Sistemas como método para el análisis del problema y luego la formulación de estrategias y lograr una buena GRS en el distrito de Tambo de Mora. Esta metodología permite diseñar, rediseñar y resolver aspectos socioeconómicos. Asimismo, se cuenta con la participación de la población y de asesores que conocen la problemática de los RS del distrito de Tambo de Mora e implementar estrategias que ayuden a mejorar la GRS y de esta manera optimizar costos.

1.3.2. Objetivo Principal y Específicos

Objetivo Principal

Desarrollar un modelo de simulación con STELLA para mejorar la gestión integral de RS Municipal del Distrito de Tambo de Mora, 2018.

Objetivos Específicos

1. Determinar los diferentes actores dentro del proceso de la gestión integral de RS para el diagnóstico actual del distrito de Tambo de Mora, 2018.

2. Desarrollar un modelo de simulación con STELLA® permitirá pronosticar la situación de los residuos sólidos de distrito Tambo de Mora, 2018

3. Implementar el modelo planteado con el simulador STELLA ®. para proyectar a 10 años la disposición de Residuos Sólidos en el distrito de Tambo de Mora

1.4. Hipótesis y Variables

1.4.1. Hipótesis Principal y Especificas

Hipótesis Principal

Aplicando el modelo propuesto de GRS de simulación con STELLA® mejoraría la gestión integral de RS Municipal del Distrito de Tambo de Mora, 2018.

Hipótesis Específicas

1. La determinación de los diferentes actores dentro del proceso de la Gestión integral de RS mejoro la gestión integral RS Municipal del Distrito de Tambo de Mora, 2018.
2. Si se desarrolla el modelo de simulación con STELLA® permitió pronosticar la situación de los residuos sólidos de distrito Tambo de Mora.
3. La implementación del modelo planteado con el simulador STELLA ®. Se proyecta 10 años la disposición de los residuos sólidos del distrito de Tambo de Mora.

1.5. Variables e indicadores

Variables independiente (X):

Gestión Integral de residuos solidos

Variables dependiente (Y):

Residuos sólidos

Cuadro N° 6 Variables- Dimensión - Indicador

VARIABLES	DIMENSION	INDICADOR
Independiente (x) Modelo de Simulación con Stella®	Adecuado manejo de RS	Recolección Transporte Disposición
	Prácticas en el manejo de RR.SS.	Población
	Eficiente almacenamiento y recolección de RR.SS.	Equipos
	Adecuada disposición final de RR.SS.	Construcción de un relleno sanitario
	Adecuada gestión Ambiental para el servicio de manejo se RR.SS.	Construcción de un relleno sanitario.
Dependiente (y) gestión Integral de residuos solidos	Nivel de Composición Física por los RRS S	Cantidad de residuos sólidos reciclables
		Cantidad de residuos sólidos orgánicos

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Metodología

Una de las alternativas metodológicas apropiada para estos problemas sistémicos es la que nos ofrece la Dinámica de Sistemas. Esta metodología presenta buenos resultados para el manejo de los residuos sólidos ya sean municipales o para predicción de generación o modelos de regionalización en diferentes países[3,4]. Por lo tanto, establecerá los diagramas causales, de niveles y flujos y sus respectivas simulaciones con la ayuda el software Stella ®.

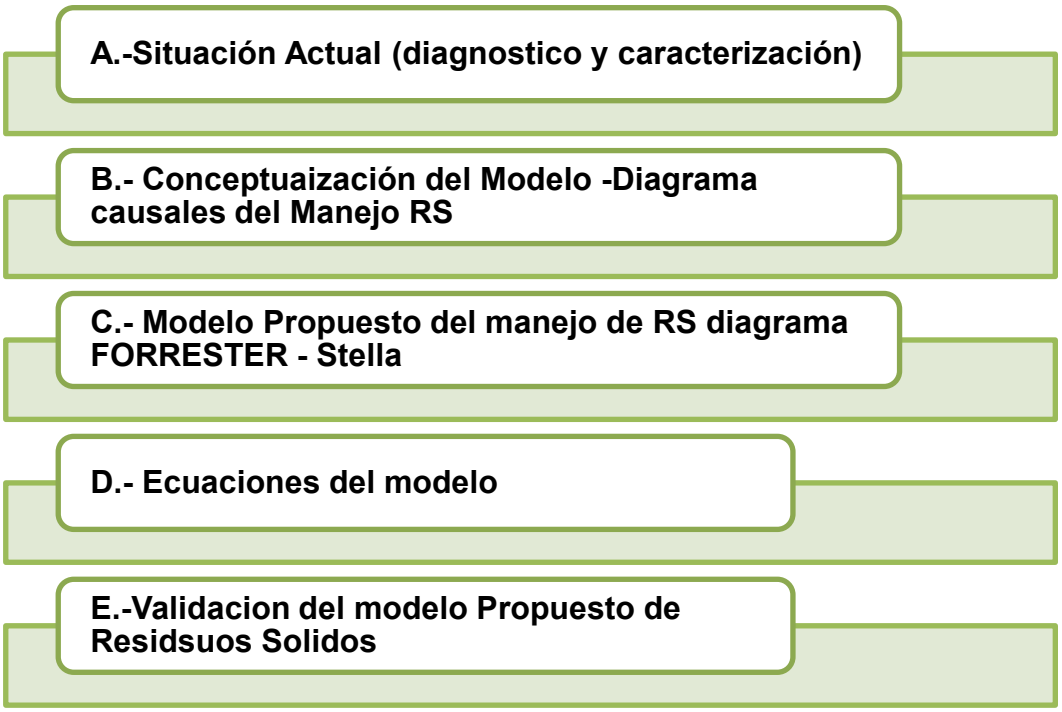
2.1.1. Población y Muestra

La población estuvo constituido por el distrito de Tambo de Mora de Chincha, la población involucrada para finales del año 2028 se tendrá 4975 habitantes, con una tasa de crecimiento del 1,1% anual. Produciendo RS 0,40 Kg/hab.

Muestra: 7 viviendas con un promedio de 5 hab/en cada casa.

[3] SLIWA, K.R. "Solid Waste Management in Puebla, a Systems Dynamic approach. System Dynamics conference". (1994).
[4] ADAMIDES, ED. MITROPOULOS, P. AND GIANNIKOS, I. "Journal of the Operational Research Society 60, 758 –770 A multi-methodological approach to the development of a regional solid waste management system" (2009)

2.1.2. Diseño(s) a utilizar en el Estudio



2.1.2.1. Fase de Desarrollo

A. <u>Situación Actual</u>

<u>Diagnóstico y caracterización</u>

La Municipalidad del Distrito de Tambo de Mora es uno de los once distritos de la Prov. de Chincha-Dpto. de Ica, bajo la administración del Gobierno regional de Ica. Las subgerencias tiene la función de Recolección, Tratamiento y Transformación de RS que se generan.

<u>Organigrama de la Municipalidad Distrital de Tambo de Mora</u>

El organigrama actual de la Municipalidad Distrital de Tambo de Mora presenta las siguientes áreas: grafico N°

Geográfica

"Es una jurisdicción de la costa sur central del Perú. Hoy es un puerto de pesca artesanal y en sus playas se

procesa harina de pescado".

Su población asciende a 4.930 habitantes que con una tasa de crecimiento anual de 1.1% se asienta sobre una superficie de 32.00 km² a una altitud de 5 msnm, con densidad 224,09 hab/km².

Cuadro 06 Población de la Provincia de Chincha

Distrito	Total	Hombres	Mujeres
Chincha Alta	59 574	29 195	30 379
Alto Larán	6 220	3 184	3 036
Chavín	1 096	736	360
Chincha Baja	12 195	6 129	6 066
El Carmen	11 725	5 861	5 864
Grocio Prado	20 621	10 097	10 524
Pueblo Nuevo	52 143	25 620	26 523
Yanac	471	264	207
Huacarpana	1 576	762	814
Sunampe	23 969	11 798	12 171
Tambo de Mora	4 725	2 331	2 394
Total	194 315	95 977	98 338

Fuente: INEI

Cuadro 07 Mapa Político

Fuente:INEI

ORGANIGRAMA

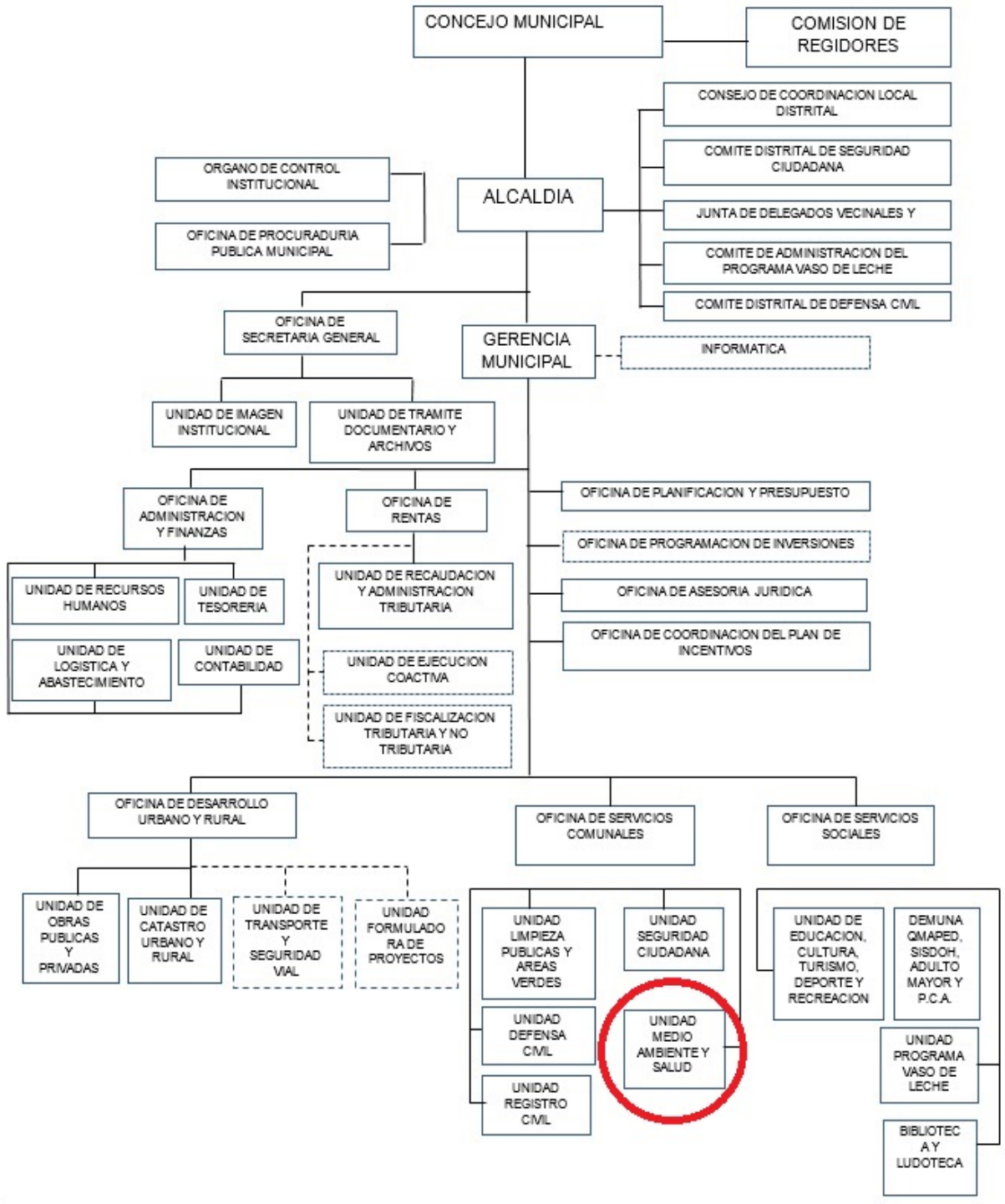


Figura N°4 Organigrama de la Municipalidad de Tambo de Mora

Fuente: Municipalidad Tambo de Mora

ANÁLISIS DEL DIAGNOSTICO INTERNO

Recolección y transporte de RS

Se realiza con maquinarias modernas y obsoletas, en el distrito Tambo de Mora.

Generación per cápita (GPC) de los RSD

Es de 0,410 Kg/hab-día y ha sido determinado considerando el promedio ponderado de los resultados validados de generación per-cápita de los 7 días considerados durante el estudio.

CUADRO Nº 08: PROYECCION DE LA GENERACION DE RSD

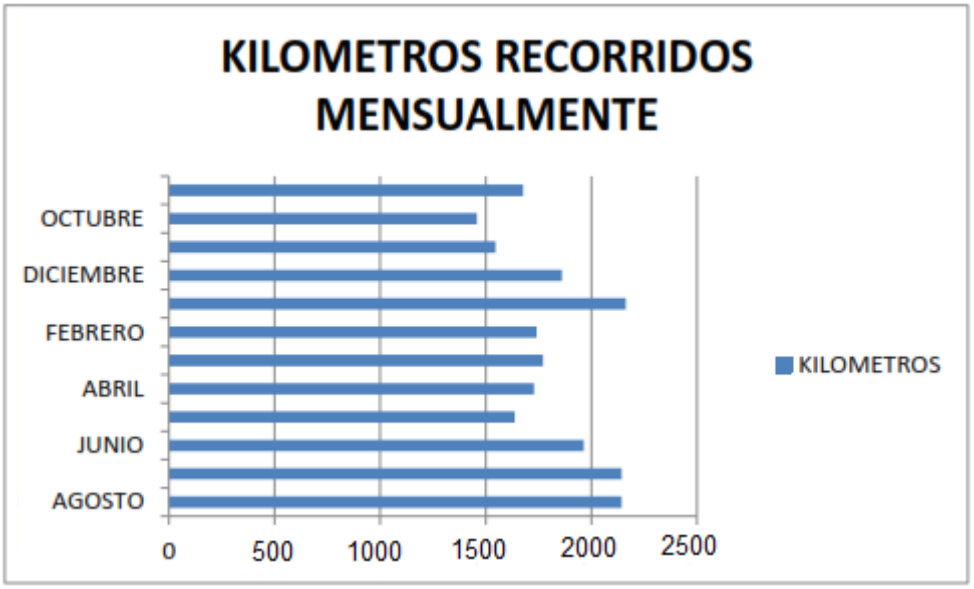
Año	Población estimada	GPC Domiciliario (Kg/hab./día)	Generación Domiciliaria (Ton/día)
2028	5038	0.410	2,05

CUADRO Nº 09: DENSIDAD DE LOS RSD

Parámetro	Peso volumétrico diario (Kg/m^3)							PV promedio kg/m^3
Peso del Residuo (kg)	14,985	21,776	17,7	19,835	14,795	19,705	16,455	154,31
Volumen que ocupa el residuo (m^3)	0,116	0,121	0,116	0,107	0,114	0,119	0,119	
Peso Volumétrico (PV)	128,72	179,72	152,04	185,53	129,74	165,88	138,52	

Fuente: Oficina de Transporte Municipalidad de Tambo de Mora

CUADRO Nº 07: Recorrido Mensual por Kilometro



Fuente: Oficina de Transporte Municipalidad de Tambo de Mora

Generación de RSM

Es de 2518,642 Kg/día, siendo más representativos la generación domiciliaría.

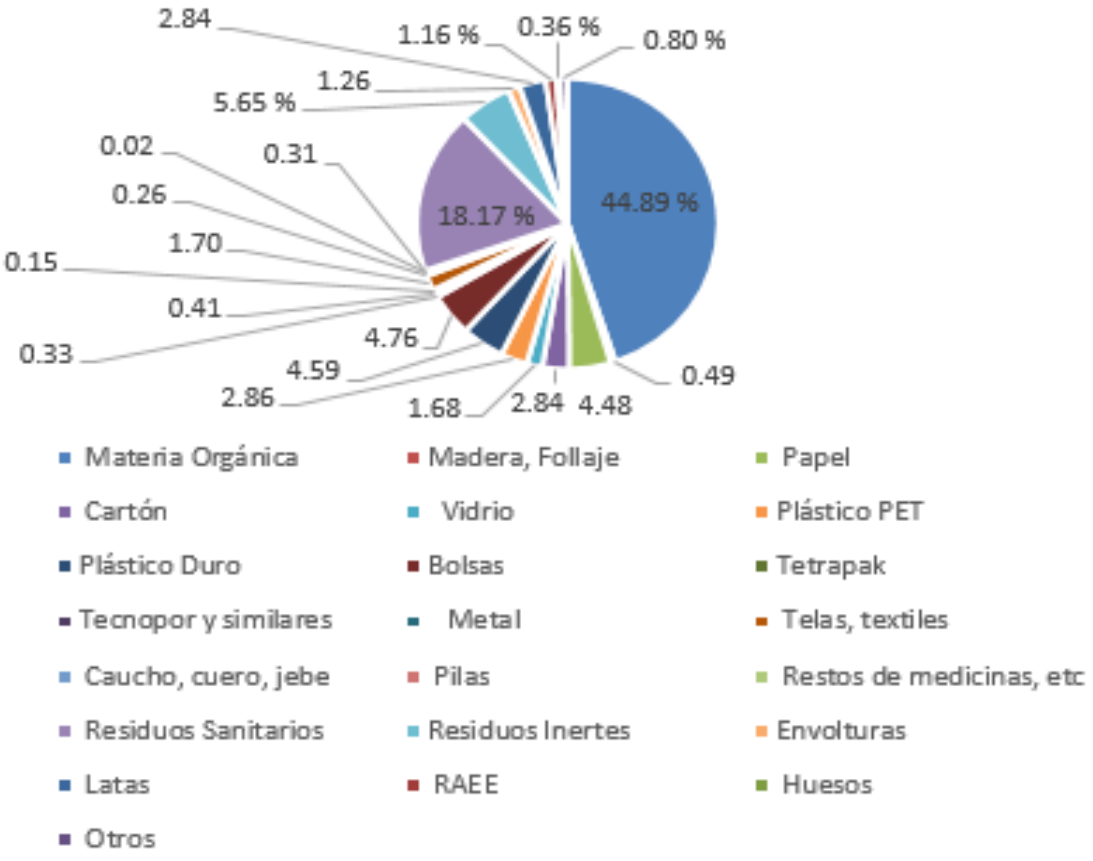
Cuadro Nº 08

Población Distrito (hab.)	GPC (Kg/hab./día)	GD (Kg/día)	G No D (Kg/día)	G M (Kg/día)	GPC Municipal (Kg/Hab./día)
4990	0,415	2070,85	447,792	2518,642	0,504737876

Fuente: Elaboración Propia

La generación per-cápita de RSD del distrito Independencia es de **0,410 Kg/hab-día** y ha sido determinado considerando el promedio ponderado de los resultados validados de generación per-cápita de los 7 días considerados durante el estudio.

FIGURA Nº 05: RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS



Residuos Sólidos No Domiciliarios

CUADRO N°9: GENERACIÓN DE RS EN BODEGAS

Generación No Domiciliarios	Generación per bodega(GPB)	Número de establecimientos	Generación total en bodegas
Generación de residuos sólidos en Bodegas	1,245 kg./bodega/día	35	43,59 kg/día

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N°10: GENERACIÓN DE RS EN OFICINAS ADMINISTRATIVAS

Generación No Domiciliarios	Generación per of. Admi. (GP0A)	Número de establecimientos	Generación total en of. Admi.
Generación de residuos sólidos en Of. Adm.	2,366 kg./of.admi./día	4	9,47 kg/día

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N°12: GENERACIÓN DE RS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Generación No Domiciliarios	Generación per inst. educativa (GPM)	Número de Inst. Ed.	Generación total en Inst. Educ.
Generación de residuos sólidos en inst. educ.	6,585 kg./ins. Educ./día	09	59,26 kg/día

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N°13: GENERACIÓN DE RS EN RESTAURANTES

Generación No Domiciliarios	Generación per restaurante (GPP)	Número de restaurante	Generación total en restaurante
Generación de residuos sólidos en restaurantes	4.47 kg./resta./día	03	4,99 kg/día

Fuente: Elaboración Propia

Generación de RS del barrido de calles:

Para realizar el pesaje de los residuos generados en los mercados de distrito de Tambo de Mora se coordinó con el responsable de Limpieza Pública para solicitar datos de recolección de los residuos de mercados de la ciudad, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Días y Horarios de recolección
- Unidad encargada de recolectar los residuos
- Horario que dispone los residuos en el botadero

El distrito de Tambo de Mora, cuenta con 1 mercado de abastos que provee de diversos artículos de consumo humano a la población local. Estos mercados son de administración municipal. El mercado empezó en funcionar desde el año 1968 y cuenta con 257 puestos.

Se coordinó con el supervisor de Limpieza Pública para coordinar el pesaje de la unidad recolectora de residuos de mercados para llevarlo a la Balanza Electrónica de RANSA.

Cuadro Nº 14

Generación de RS de mercados ubicados en distrito Tambo de Mora

Generador	*Generación de Residuos Sólidos*		
	Tonelada Diaria	*Tonelada Mensual*	*Tonelada Anual*
Residuos de Mercados 1	3.41	102.3	1,244.7

Fuente: Peso en Balanza Electrónica de RANSA de camión SINOTRUCK de MPP – Junio 2017

Residuos de barrido y espacios públicos

Para realizar el pesaje de los residuos generados en los espacios públicos y barrido de calles del distrito de Tambo de Mora se coordinó con el responsable de Limpieza Pública para solicitar datos de recolección de los residuos de barrido de calles y espacios públicos de la ciudad, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Días y Horarios de recolección
- Unidad encargada de recolectar los residuos
- Horario que dispone los residuos en el botadero

CUADRO N° 15: GENERACIÓN DE RS EN BARRIDO DE CALLES

Generación No Domiciliarios	Generación per barredor (GPB)	Número de barredores	Generación total en barrido de calles
"Generación de residuos sólidos en barrido de calles"	55,081 kg./barredor/día	06	330,48 kg/día

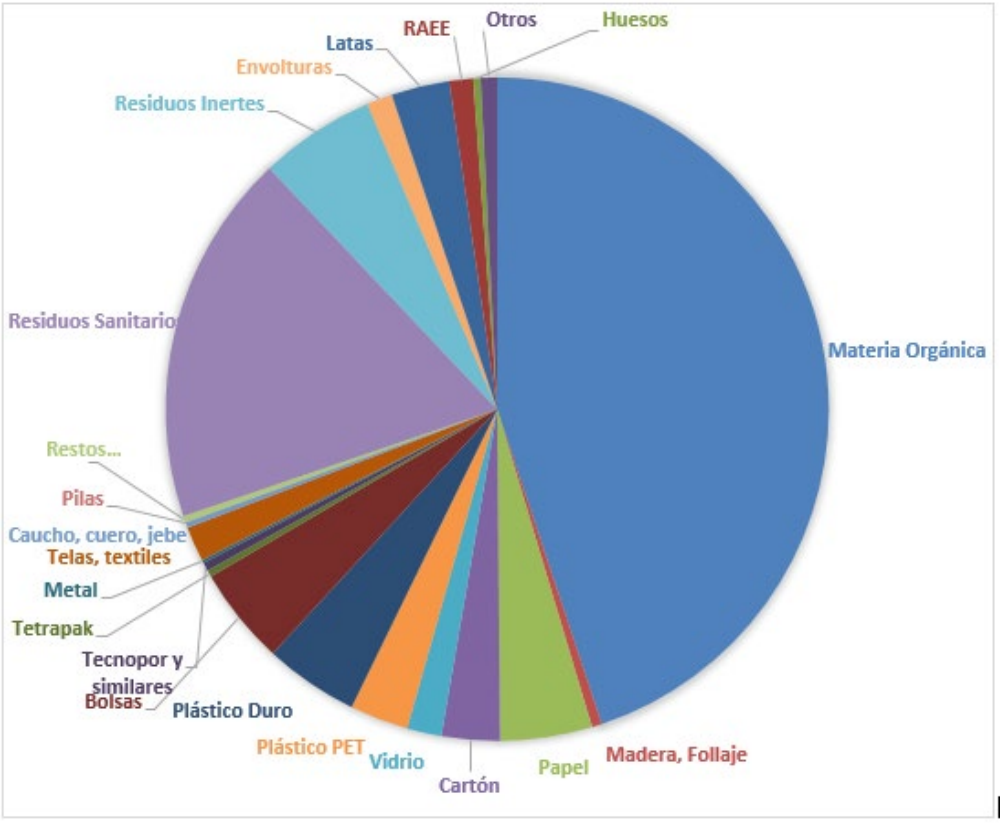
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº 16: RESUMEN POR ACTIVIDAD ECONOMICA

Tipo de predio no domiciliario	GIRO	N° Establecimiento	Generación Total (Promedio Diario) Kg/día	Generación Distrital Total (Kg/día)
COMERCIO	Bodegas	35	1.245	43.58
INSTITUCIONAL	Oficinas administrativas	4	2.37	9.47
	Instituciones educativas	9	6.58	59.26
SERVICIOS	Restaurantes	3	1.66	4.99
AREAS PUBLICAS	Barrido calles	6	55.08	330.48
Total de Residuos sólidos no domiciliarios		57	66.94	447.77

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA Nº 06 RESIDUOS SÓLIDOS NO DOMICILIARIOS



Fuente: Elaboración Propia

B. CONCEPTUALIZACIÓN DEL MODELO

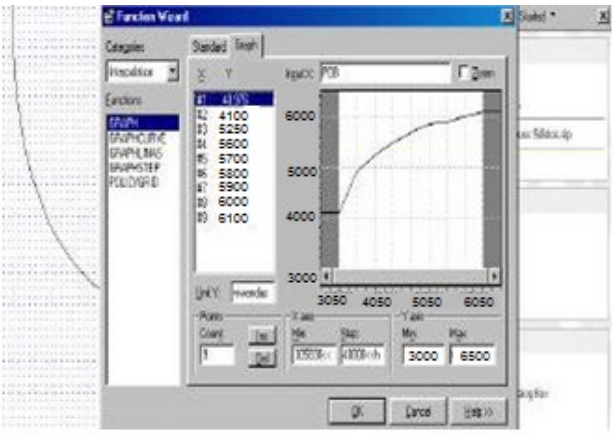
1. IDENTIFICACION DE VARIABLES

La figura 4.1, presenta las variables usados en este análisis-

- **"Utilidad de la empresa prestadora del servicio de recojo de basura (Utilidad – Soles / mo):** Genera impactos para invertir en el equipamiento de camiones recolectores. Al inicio de la simulación la utilidad promedio es de 14,040 soles".
- **"Flujo de Residuos Sólidos de los mercados (FBM – Ton / mo):** Cada mercado genera en promedio 0,17 Ton / mo de RS".
- **"Eficiencia total del Trabajo (ET – Ton / (mo ***

barrendero): Representado. 0,3 toneladas mensuales por barrendero".

- **"Capacidad Mensual en el Distrito de Tambo de Mora (CAP – Ton / (mo*camiones):** Al inicio de la simulación es de 33,5Ton/ (mo*camiones)".
- **"Flujo de generación de RS en la calle (FBC – Ton /mo):** Cantidad de basura en la vía pública BG = 0,575 Ton / mo".
- **"Alquiler o despido de los camiones (ACM – camiones / mo):** Número de unidad que se contratan".
- **"Defunciones (DEF – Habitante / mo):** La tasa es de 0,010136%. Al iniciar la simulación es de 35/ mes".
- **"Nacimientos (NACI – Habitante / mo):** La tasa es de 0,04997%, al iniciar la simulación es 17 nacimientos".
- **"Número de Ambulantes (AMB – Ambulante**. Al iniciar la simulación es con 86 ambulantes".
- **"Camiones Disponibles (CDISP – Camiones):** Flota disponible".
- **"Número de viviendas de acuerdo a la población (NVP – viviendas):** Esta variable influye en el modelo". Ver la Figura 7



- **Número de mercados de acuerdo a la población (NMP – mercados):** La creación de nuevos mercados se

muestra en la Figura 8.

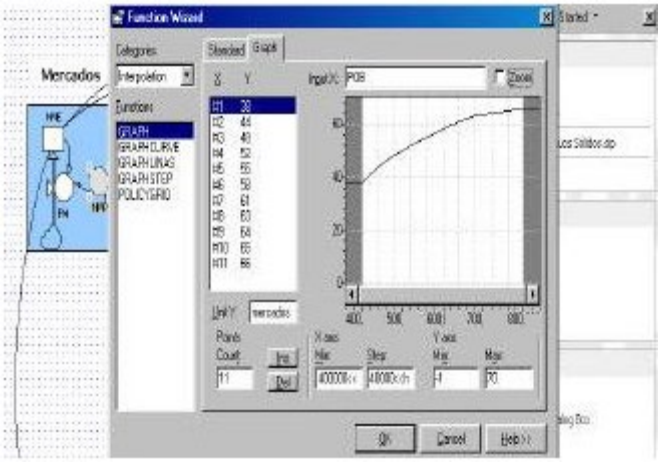


Figura 8: Número de mercados de acuerdo a la población

- **“Flujo de mercados (FM – mercados / mo):** Número de mercados que se incrementan”.
- **“Flujo de viviendas (IV – viviendas / mo):** Incremento mensual de viviendas.. Para iniciar la simulación, se estima 7 viviendas más en el primer mes”.
- **“Flujo de RS recogida por vecinos (FRBV – Ton / mo):** Se considera que 0,5% es recogida por el resto por los barrenderos contratados por la Municipalidad”.
- **“Cantidad recogida mensual (CM – Ton / mo):** Número de toneladas recogidas por los camiones recolectores”.
- **“Flujo de RS recogida (FRB – Ton / mo):**. Al inicio de la simulación es de 0,5 Ton / mo”.
- **“Flujo de RS recogida por barrenderos (FRBB – Ton / mo):** El equipo de barrenderos llega a recolectar 0,3 Ton/mo.(simulación)”
- **“Operativos de Limpieza (OPE – Ton / mo):** Se considera una variable fundamental los operativos de limpieza de la Municipalidad en conjunto con los vecinos. al iniciar la simulación se estima unas 0,6 Ton/mo de recolección”.

- **“Flujo de RS producida por las personas (FBP – Ton / mo):** Cantidad de residuos sólidos”.

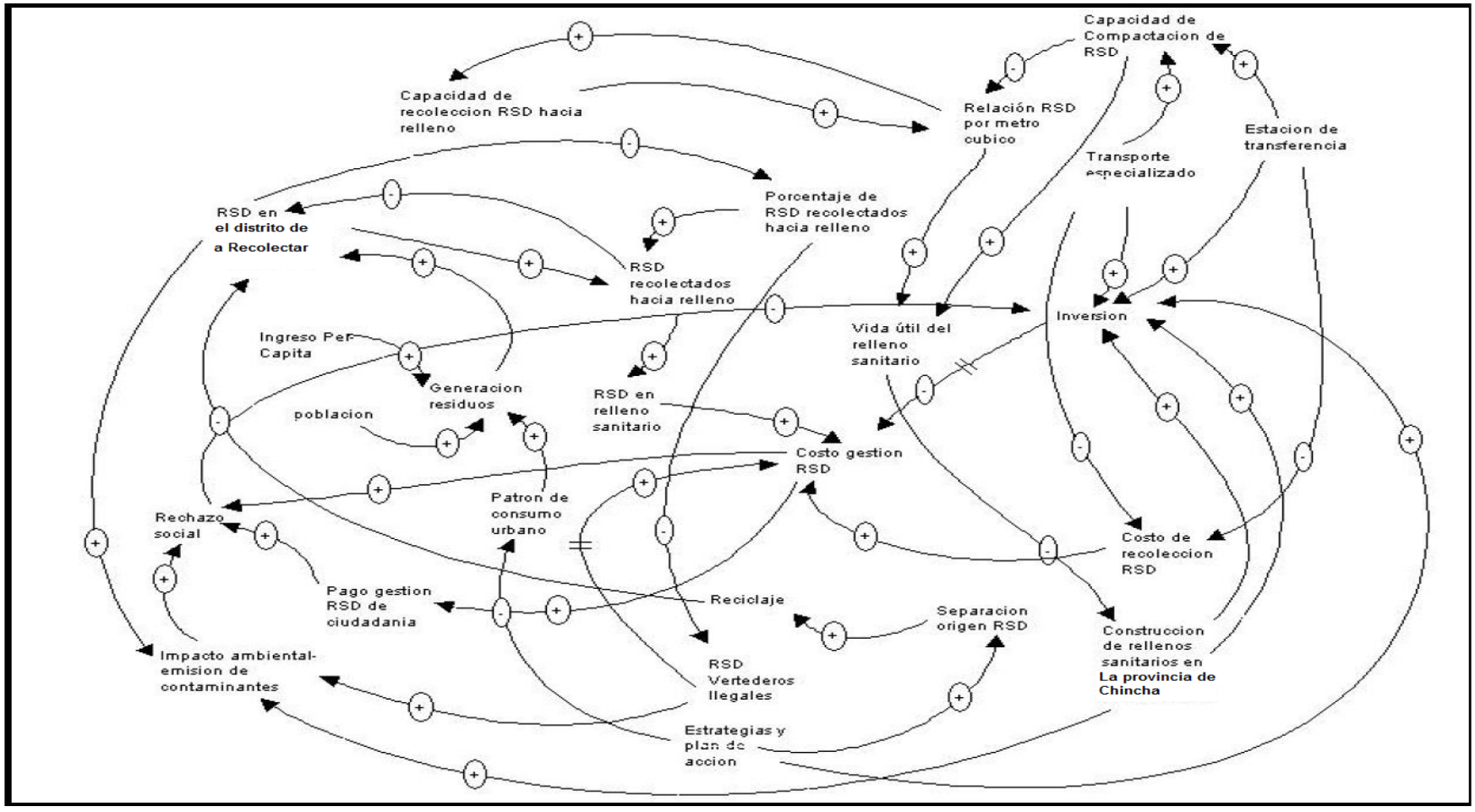
2. VARIABLES

Que intervienen en el modelo son:

- Población, Residuos recolectados hacia el relleno
- Promedio de viviendas por rutas
- Generación de RS
- Demanda de servicio, Tasa de recolección de basura
- Rutas y generación de nuevas rutas de recolección.
- RS en relleno sanitario
- Pago gestión de RS de la población
- Vertederos ilegales.
- Reciclaje
- Costo gestión, Vida útil del relleno sanitario
- Inversión, Trasporte especializado
- Ingresos Totales, Estación de transferencia
- Relación por metro cubico de RS
- Capacidad de compactación de RS
- Estrategias y plan de acción, Rechazo social

3. DIAGRAMA CAUSAL

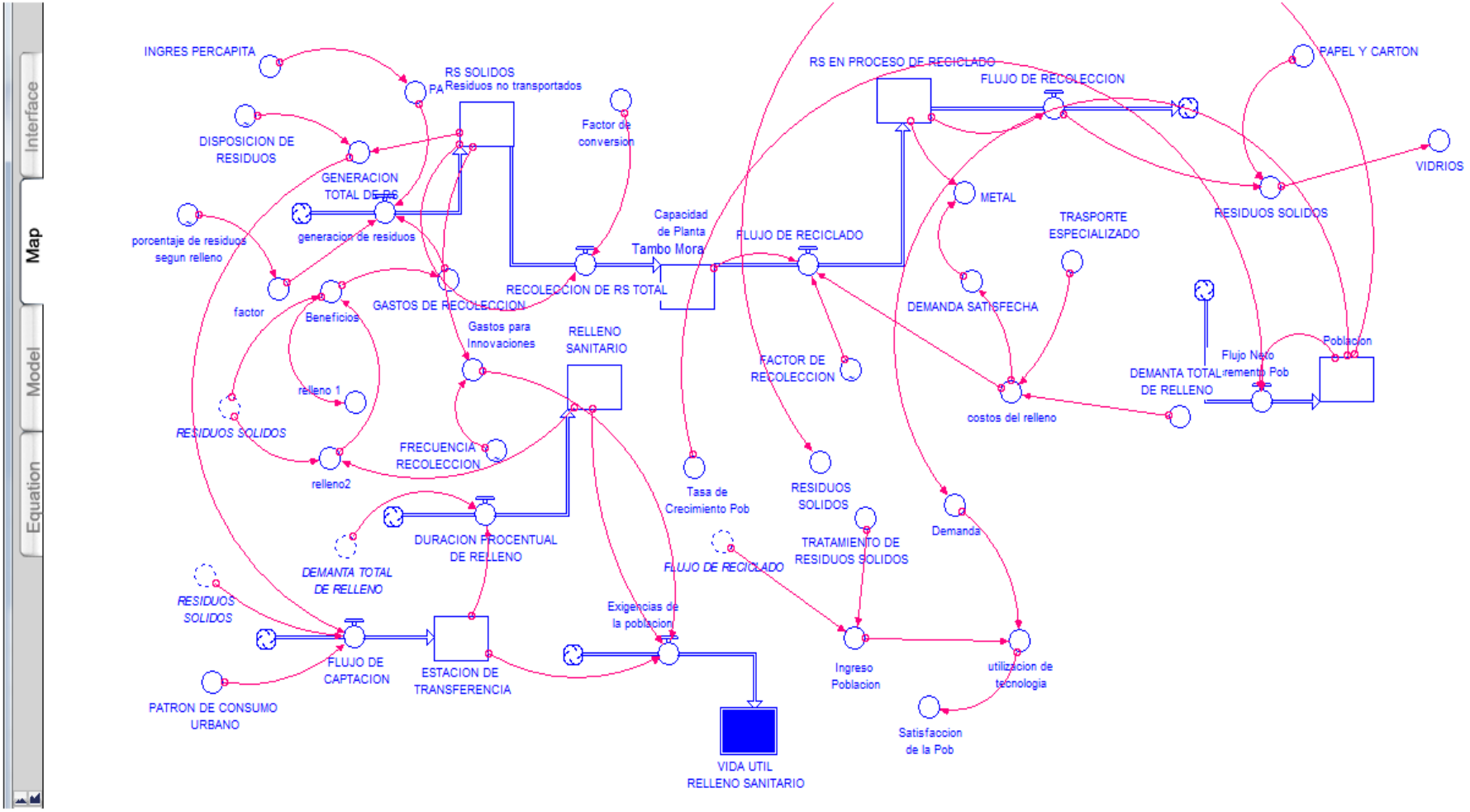
Figura Nº 7.- Diagrama Causal



Fuente: Elaboración Propia

C. MODELO PROPUESTO DEL MANEJO DE RS DIAGRAMA FORRESTER

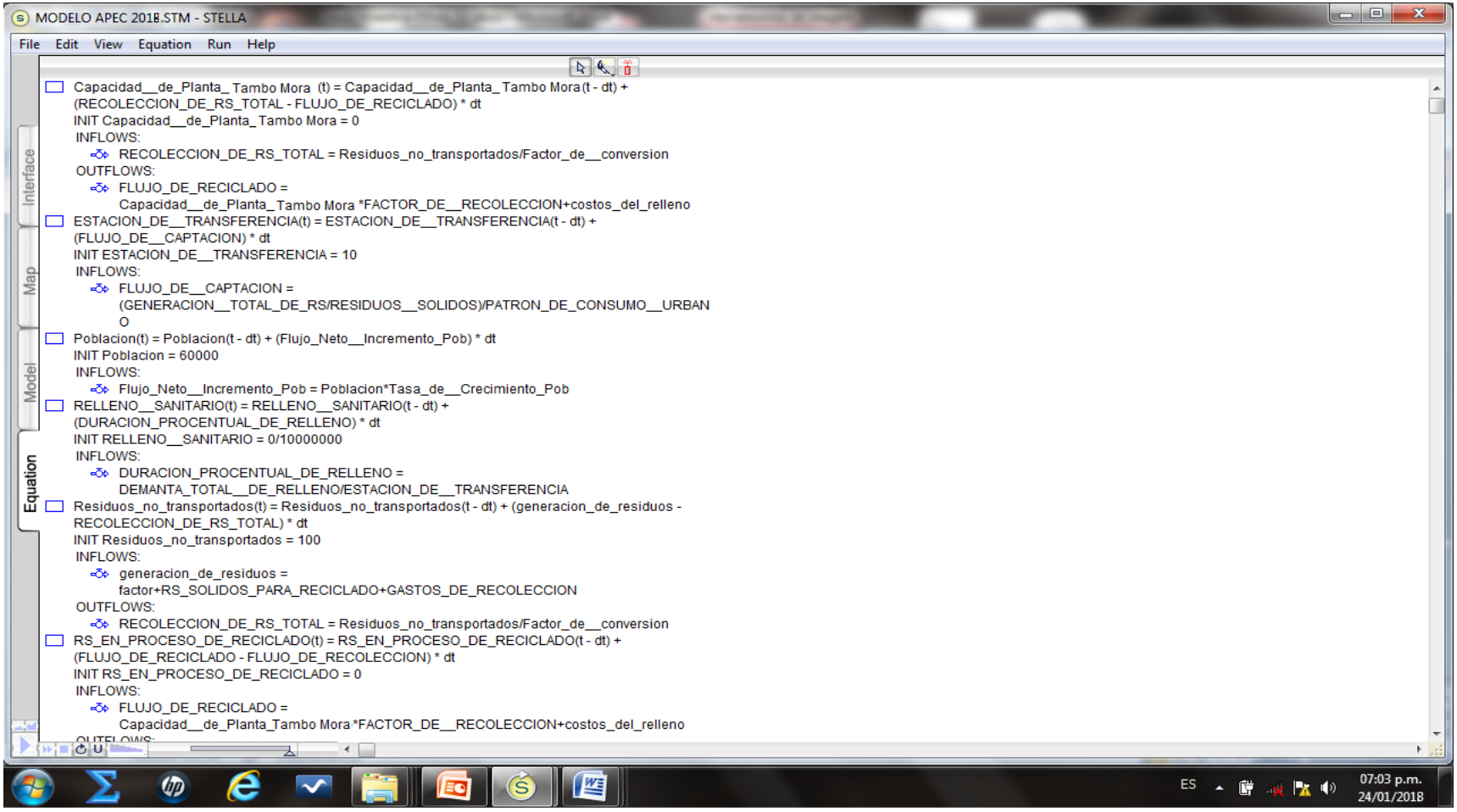
Figura Nº 8.- Diagrama Forrester



Fuente: Elaboración Propia

D. ECUACIONES DEL MODELO

Figura Nº 9.- Ecuaciones del Modelo



Fuente: Resultados del Software

E. Validación del modelo propuesto de RS del distrito de Tambo de Mora , mediante la Prueba De Kolmogorov – Smirnof

Se realiza mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnof.

CANTIDAD DE RS RECOLECTADOSDOS REALES DEL DISTRITO DE TAMBO DE MORA- CHINCHA. Se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 17.- Cantidad de RS reales 2018

RESIDUOS 2017 – 2018	
Toneladas métricas.	
MES	**REAL**
2017 – 05	1.350
2017 – 06	1.400
2017 – 07	1.380
2017 – 08	1.550
2017 – 09	1.525
2017 – 10	1.560
2017 – 11	1.700
2017 – 12	1.750
2018 – 01	1.650
2018 – 02	1.800
2018 – 03	1.850
2018 – 04	1.860
2018 – 05	1.830
2018 – 06	1.760
2018 – 07	1.700
2018 – 08	1.756

Fuente: Dirección estadística, Municipalidad distrital de Tambo de Mora, 2018

- **RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DEL MODELO**

Cuadro Nº 18.- RS simuladas

VENTAS E INGRESOSed Table

15:05 mié, 19 de ene de 2017 Table 1: p1 (VENTAS E INGRESOSed Table)

Months	VENTAS	Ingresos Tot	Utilidad neta
40	1.463.84	4 867.10	2.171.96
41	1.491.20	4 724.36	2.692.28
42	1.631.18	5 110.45	5.594.55
43	1.637.09	5 295.45	5.652.76
44	1.703.06	5 362.49	6.981.35
45	1.742.37	5 594.35	7.746.19
46	1.899.75	5 525.64	11.008.14
47	1.961.45	6 458.88	12.246.41
48	2.122.08	6 491.92	15.577.05
49	2.112.34	6 186.50	15.333.39
50	2.111.55	6 161.91	15.279.29
51	2.036.12	6 798.38	13.646.41
52	2.027.71	6 534.82	13.431.01
53	1.948.38	6 049.20	11.715.71
54	1.770.07	5 462.28	7.907.04
55	1.721.62	5 944.00	6.836.37
56	1.695.91	5 138.54	6.246.85
57	1.671.39	5 370.20	5.682.39
58	1.629.99	5 073.08	4.760.99
59	1.612.84	5 535.63	4.352.38
Final		5 350.93	4.181.88

- **5.11. PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOF**

La prueba se realiza mediante el software ARENA.

Cuadro Nº 19.- Ventas Reales y Simuladas

RS: 2016 – 2018		
Toneladas métricas		
MES	**REAL**	**SIMULADO**
2016 - 05	1.350	1.463
2016 - 06	1.400	1.491
2016 - 07	1.380	1.631
2016 - 08	1.550	1.637
2016 - 09	1.525	1.703
2016 - 10	1.560	1.742
2016 - 11	1.700	1.899
2016 - 12	1.750	1.961
2018 - 01	1.650	2.122
2018 - 02	1.800	2.112
2018 - 03	1.850	2.111
2018 - 04	1.860	2.036
2018 - 05	1.830	2.027
2018 - 06	1.760	1.948
2018 - 07	1.700	1.77
2018 - 08	1.756	1.721
2018 - 09	1.785	1.695
2018 - 10	1.670	1.671
2018 - 11	1.568	1.629
2018 - 12	1.590	1.612

Figura Nº 10.- RS reales

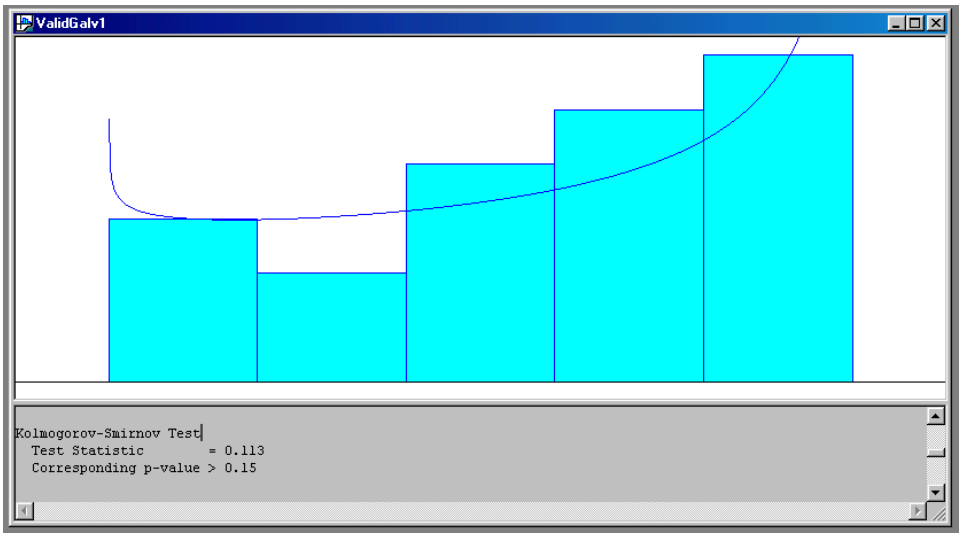


Figura Nº 11.- RS Simuladas

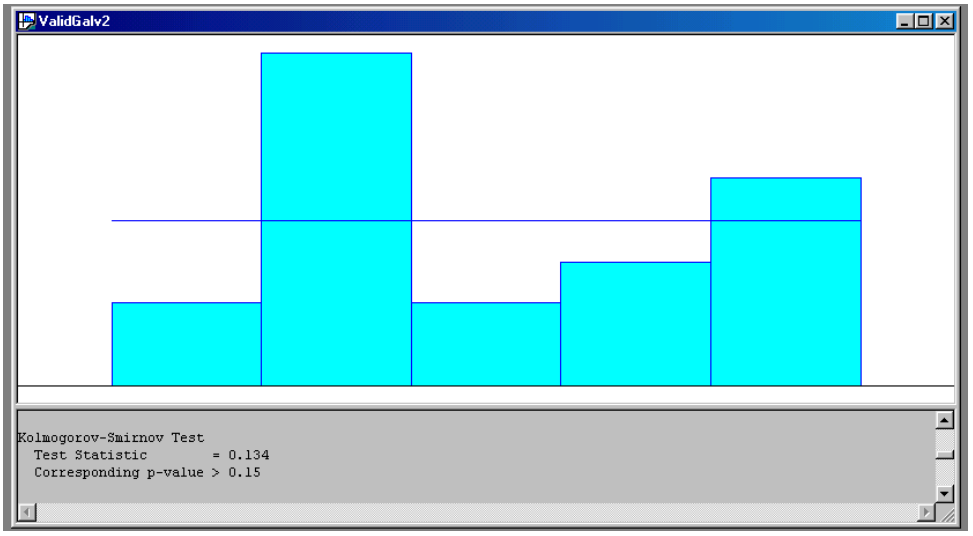
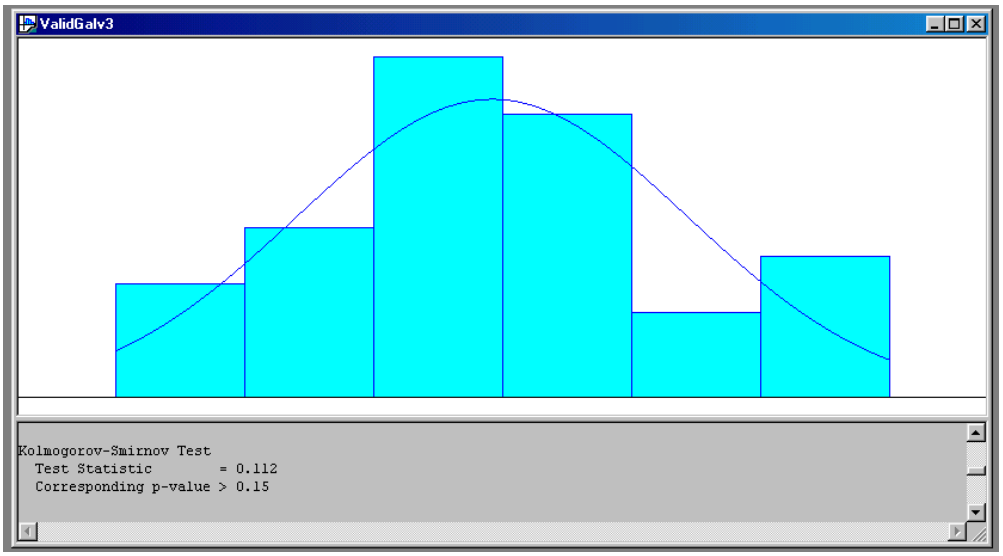


Figura Nº 12.- Prueba de Kolmogorov – Smirnof



De los tres análisis, el test estadístico es menor que el valor límite P-value, por lo tanto, el modelo se acepta como validado y se utilizaría para la investigación.

2.1.3. Métodos y Técnicas de Investigación

El tipo de investigación utilizada es ***Correlacional***[5],

El nivel de la investigación es ***no experimental***[6], además, se trata de un ***diseño longitudinal***[7] para ver el comportamiento en el tiempo, se utilizará la simulación previa (Lahoz, 2004).

La técnica a utilizarse será la observación, análisis de contenidos, revisión de bibliografía, documentos oficiales, reportes estadísticos e institucionales de los casos seleccionados, información del internet, etc.

2.1.4. Técnicas de recolección de datos

El presente proyecto de tesis, corresponde al estudio del sector Medio Ambiente, los materiales a utilizarse serán:

Fuentes primarias de información

Se diseñaron formulario de preguntas que se tendrá la información de la Municipalidad del distrito de Tambo de Mora.

Fuentes secundarias de información

- Registros de los pobladores y de toneladas provenientes del distrito e ingresadas al vertedero.
- Sitios Web nacionales e internacionales.
- Bibliografía relacionada al tema de los RSD, dinámica de sistemas, simulación y software Stella ®, Vensim.

Materiales e instrumentos

Se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Equipo de informática
- Grabadora para entrevistas

2.2. Tratamiento de datos

[5] CABALLERO ROMERO, ALEJANDRO. "Guías Metodologías para planes de Tesis de Maestría y Doctorado". Editorial Instituto de Metodología Halen Caro, Enero 2009
[6] ACHAERANDIO, L. "Iniciación a la Práctica de la Investigación, Guatemala Publicaciones", 1998
[7] SALKID, N, "Métodos de Investigación", (3ª. Edición) Editorial Prentice Hall, 1998.

Se obtiene los datos del PIGARS del distrito Tambo de Mora, para determinar los volúmenes y composición de los residuos, recolección de Vivienda y comercial (barrido de vías públicas).

Se aplicó para todas las variables un análisis de datos cuantitativos, se calculó en EXCEL, se utilizó el software Stella, Vensim el Modelo de simulación Propuesto para la mejora de gestión de Residuos Solidos.

CAPITULO III

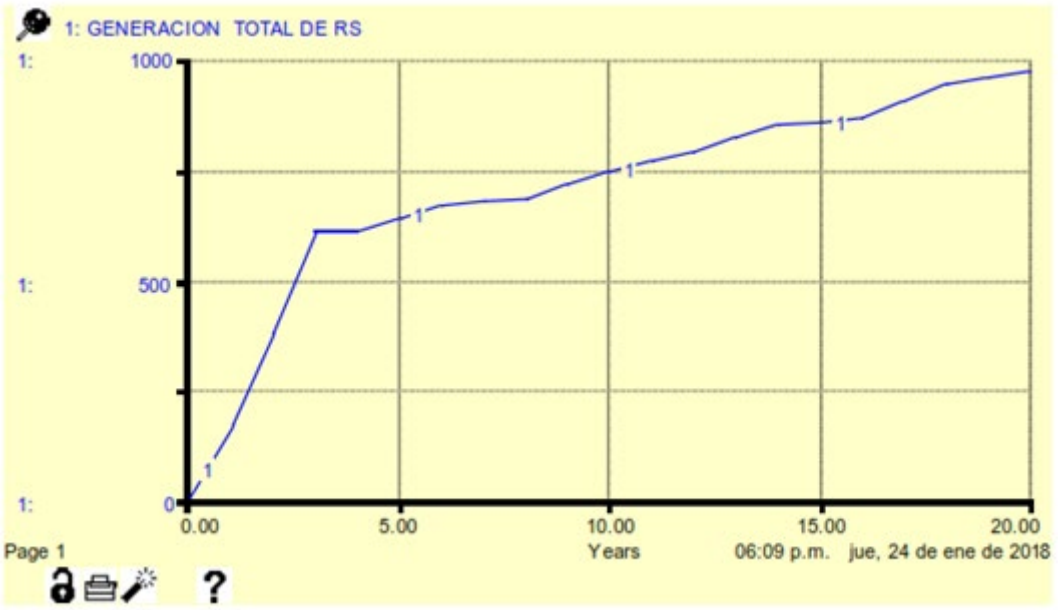
RESULTADOS

Los resultados presentados son los que obtuvieron con el simulador Stella respecto al actual y al simulado.

3.1. Simulación del modelo del sistema actual de los RS del distrito Tambo de Mora - Chincha

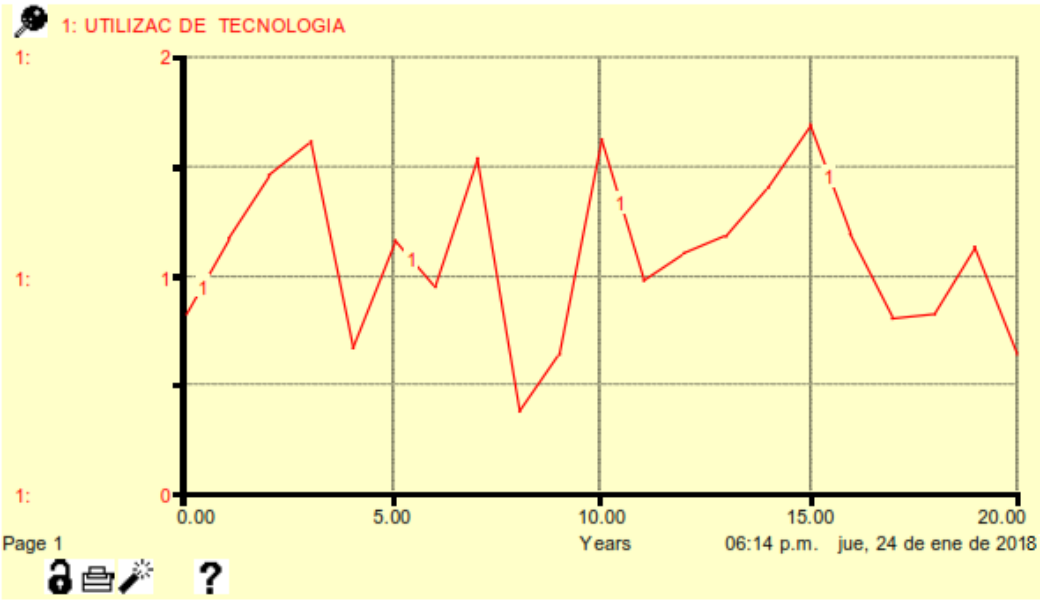
Los RS se mantienen en un promedio de 500 tm./mes, al final del horizonte de planeamiento y si se incrementa generaría efecto negativo para el distrito de Tambo de Mora.

Figura Nº 13.- Simulación de los RS



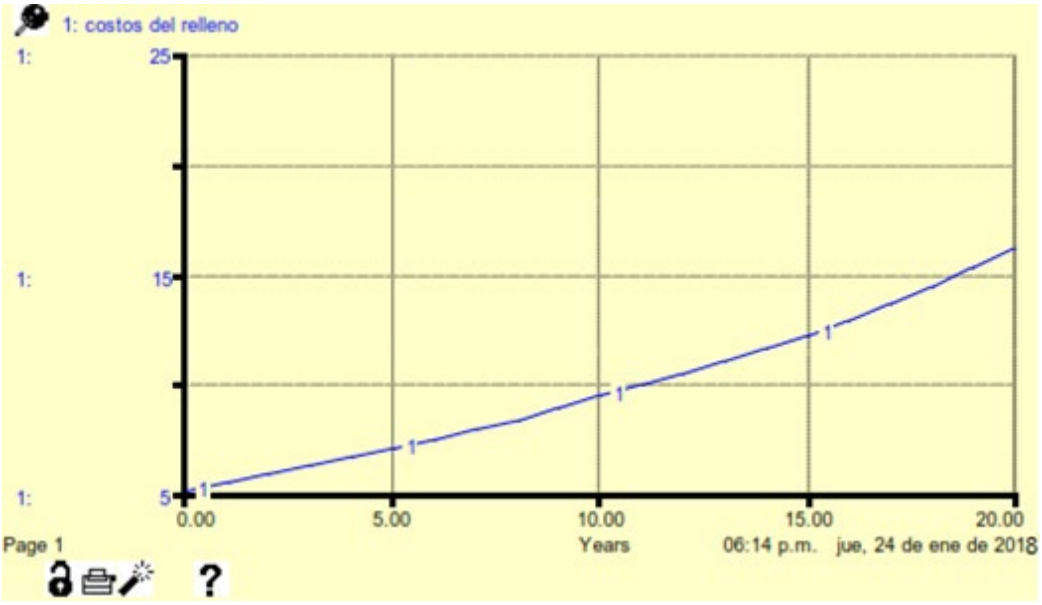
La figura Nº 14, detalla los resultados de la simulación, se aproximan a una media de 1 0 2 veces de uso, y es de manera intermitente; esto es una preocupación para el Municipio y riesgo a la ciudadanía.

Figura Nº 14.- Simulación de utilización de tecnología



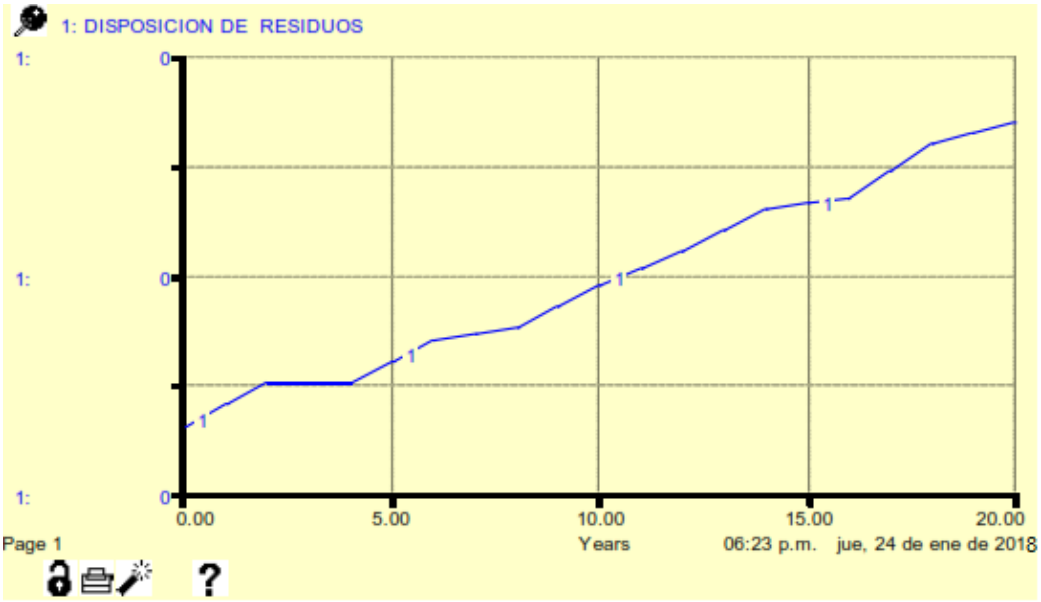
La figura Nº 15, detalla los resultados de la simulación de los costos del relleno.

Figura Nº 15.- Simulación de costos de relleno



La figura Nº 16, muestra la disposición de RS y como no existe cultura de selección y tener una disposición óptima.

Figura Nº 16.- Simulación de disposición de residuos

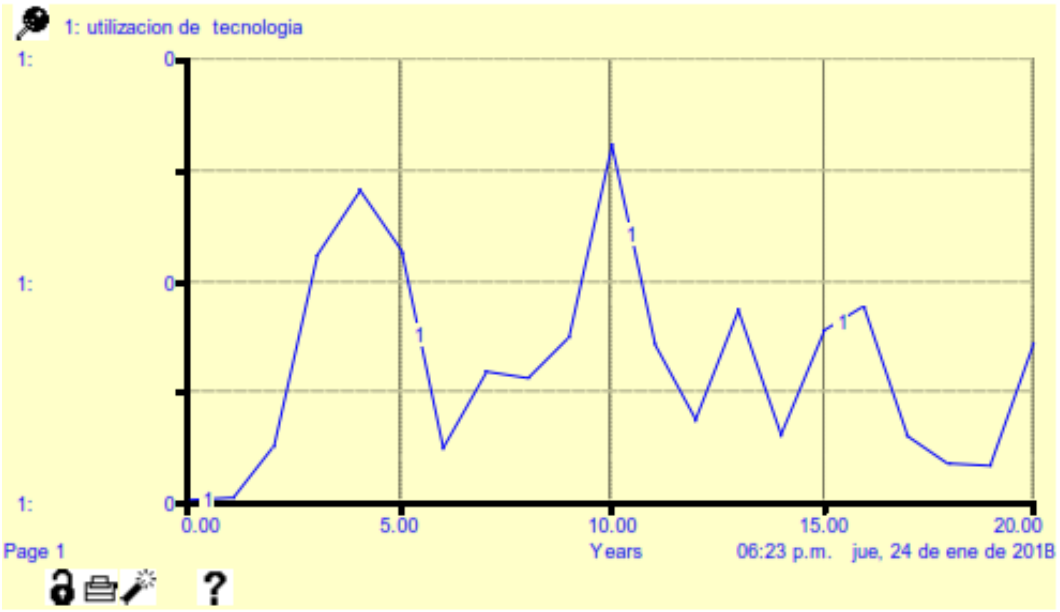


3.2. Simulación del modelo con la implementación de las políticas al sistema

La simulación del modelo de la recolección, tratamiento y disposición de RS del distrito de Tambo de Mora (Chincha) implementando políticas favorables para revertir la situación no deseada y obtener escenarios deseados para el crecimiento de la empresa EPS.

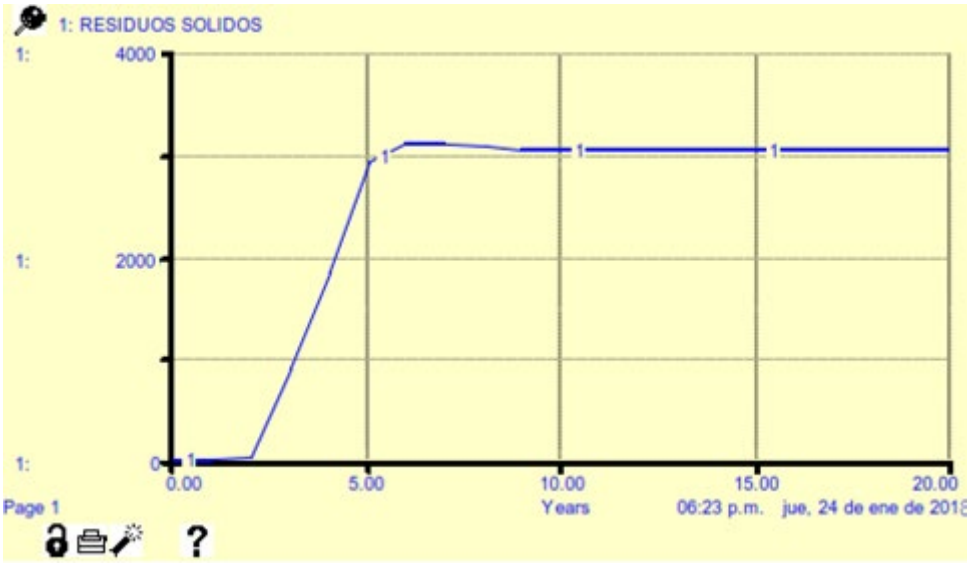
En la figura 17 se observa que la utilización de tecnología incrementada en los 20 años se observa en el grafico como esta se ve en el horizonte.

Figura Nº 17.- Simulación de utilización de tecnología



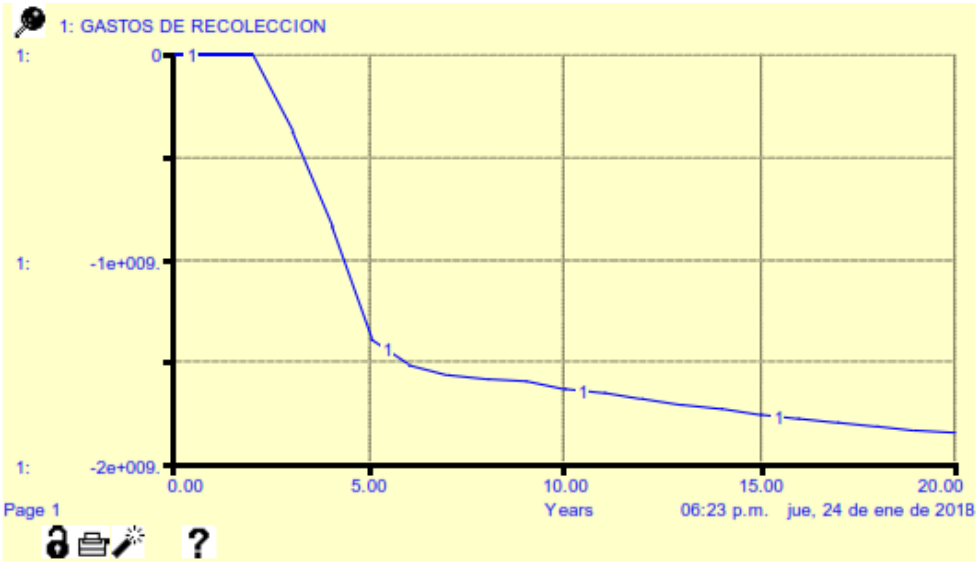
En la figura N° 18 se muestra que; cuando se realiza un adecuado tratamiento el volumen de residuos disminuye.

Figura Nº 18.- Simulación de RS tratados (Ton)



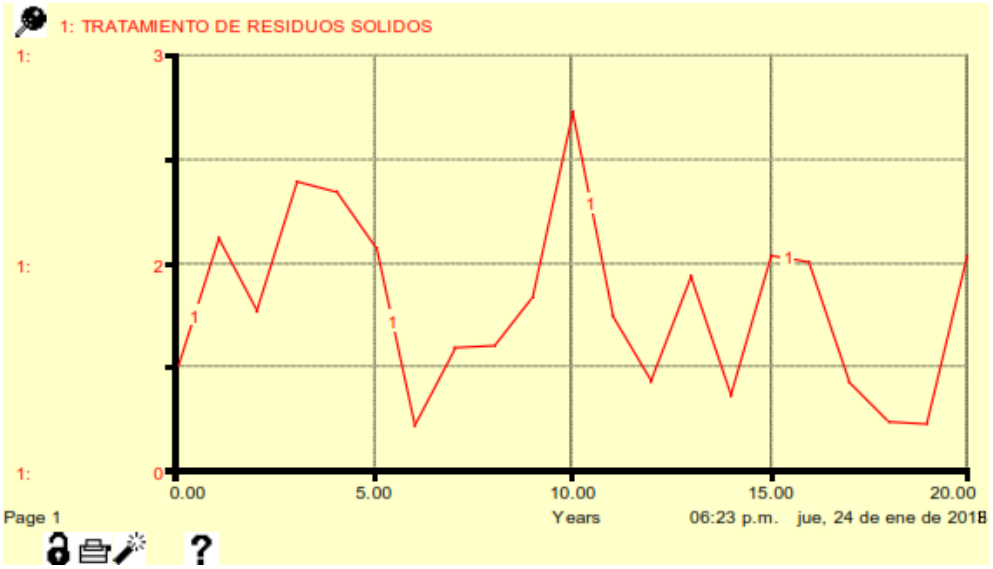
En la figura 19 Se observa que los gastos de recolección disminuyen.

Figura Nº 19.- Simulación de los gastos de recolección



La figura Nº 20, muestra que el ingreso de la población mejora.

Figura Nº 20.- Simulación de ingreso de la población



CAPITULO IV

ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Análisis de Resultados

Los resultados que se obtuvieron con la prueba de la hipótesis fueron las siguientes:

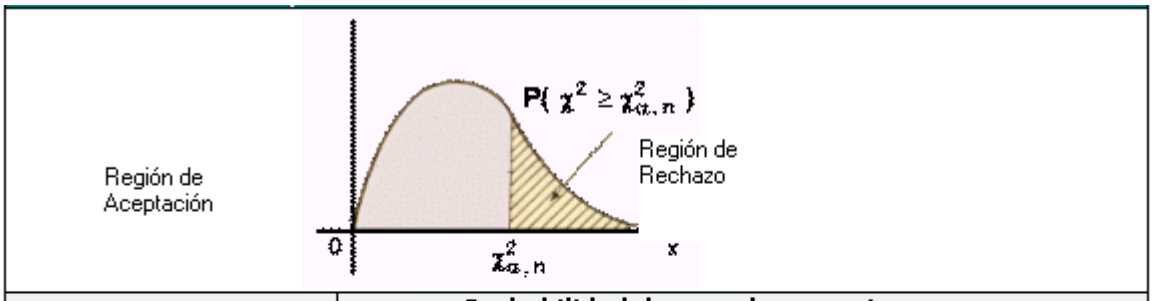
4.1.1. PRUEBA DE LAS HIPÓTESIS

A. CONSIDERACIONES GENERALES

Para comprobar las hipótesis se ha empleado, la Chi cuadrado y la Prueba F, niveles de significancia 0,05 y 0,01 y gl= 9.

Distribución F, gl= 9 para el numerador y denominador y niveles de significancia 0, 05 y 0,01 son 3,18 y 5,35.

Figura Nº 21.- Región de Aceptación y Rechazo Distribución Chi Cuadrado



	Probabilidad de un valor superior				
Grados de libertad	**0,1**	**0,05**	**0,025**	**0,01**	**0,005**
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19
11	17,28	19,68	21,92	24,73	26,76
12	18,55	21,03	23,34	26,22	28,30

PARA gl = **9** Y **99%** DE CONFIANZA

CHI CUADRADO: PUNTO CRÍTICO **14.68**

FISHER: PUNTO CRÍTICO **5.35.**

B. **PRUEBAS ESTADÍSTICAS DE VERIFICACIÓN DE LAS HIPÓTESIS**

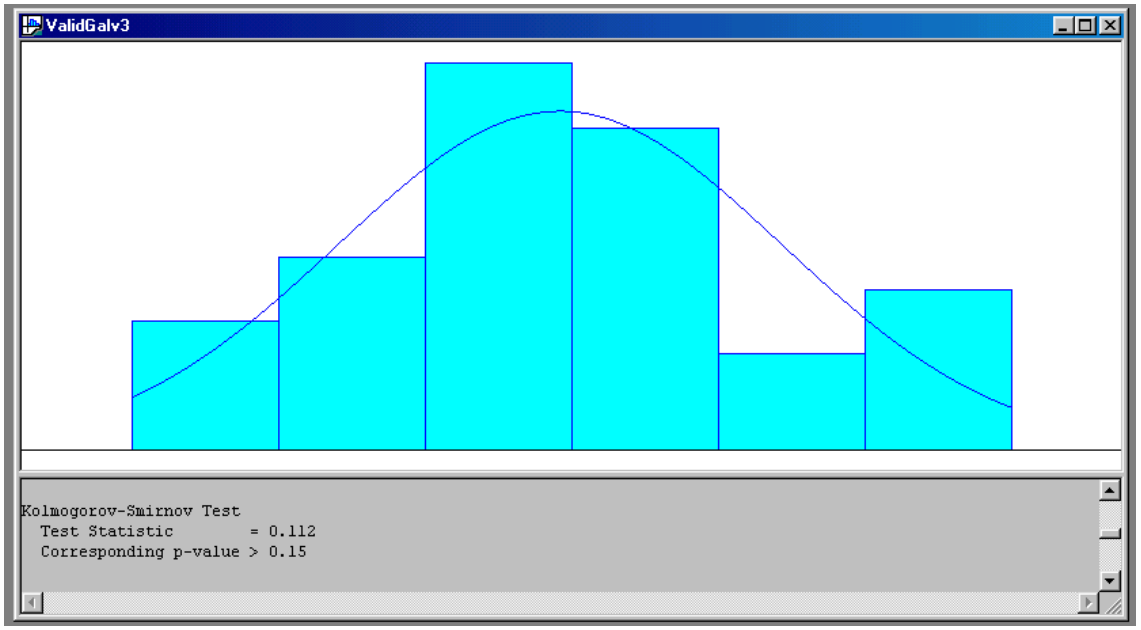
Hipótesis nula Ho: No existe diferencia significativa ente los resultados antes y después de aplicar las políticas (Clasificación adecuada, utilización de tecnologías, estrategias para la disposición) a los factores económicos que intervienen en el modelo del sistema en estudio.

La hipótesis alternativa H1: Si hay diferencia significativa entre los resultados antes y después de aplicar las políticas (Clasificación adecuada, utilización de tecnologías, estrategias para la disposición) a los factores económicos que intervienen en el modelo del sistema en estudio.

HIPÓTESIS GENERAL

Se validó con la prueba de Kolmogorov – Smirnof.

Figura Nº 22.- Test de Kolmogorov-Smirnof



El test estadístico el valor de 0,112, el valor frontera es 0, 15, se acepta la hipótesis.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1:

Se realiza la Chi Cuadrado empleando los datos del cuadro Nº 21.

MES	SIMULADAS	REALES
1	11	1.850
2	11	1.860
3	11	1.830
4	11	1.760
5	11	1.700
6	11	1.756
7	11	1.785
8	11	1.670
9	11	1.568
10	11	1.590

El resultado de la prueba da el valor de cero, se afirma la hipótesis.

CHI CUADRADO	0

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

Se realiza Chi Cuadrado utilizando los datos

Cuadro Nº 6.2.

Empleo en la Empresa		
MES	**SIMULADAS**	**REALES**
1	70	70
2	70	70
3	70	70
4	248	80
5	90	90
6	179	95
7	90	90
8	85	85
9	115	95
10	243	90

El resultado de la prueba da el valor de cero, se afirma la hipótesis.

CHI CUADRADO	2,28E-49

CONCLUSIONES

1. La Municipalidad Distrital de Tambo de Mora de la Provincia de Chincha presenta problemas en la disposición y tratamiento de residuos sólidos, por el Método de la Dinámica de Sistemas, se presenta como una alternativa de solución ya que se identifican los factores que participan en el sistema de RS y su interrelación.

2. Se construyó el Diagrama Causal del proceso de los RS; los diferentes elementos que son parte de la problemática de los RS.

3. Se identificó las estrategias para optimizar la GRS del distrito de Tambo de Mora 2018.

RECOMENDACIONES

1. La Municipalidad del Distrito de Tambo de Mora tiene que reevaluar sus estrategias, para lo cual debe analizar los factores que intervienen en esta problemática, por lo tanto se emplea el Método de la Dinámica de Sistemas.

2. El Problema en estudio debe modelarse en base al diagrama causal, que permite mostrar las relaciones causa efecto entre las variables y facilita su análisis.
3. Para que la confiabilidad de los resultados de la simulación, el tamaño de muestra debe ser grande y ser validados con los estadísticos Chi Cuadrado, T Student, Z, F.

FUENTE DE INFORMACION

1. ACOSTA S.L 2000. “Diagnóstico ambiental de la zona agropecuaria del distrito de Villa El Salvador” . UNALM. Lima-Perú.
2. ARCE, MARCOVICH A. et al (Febrero, 2006). *Diagnóstico situacional de los residuos sólidos del distrito de Ica*. Cooperación Americana de Desarrollo.
3. CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE. (2001). *Guía Metodológica para la formulación del Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.*
4. D.L. N° 1065, Que modifica la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos (2017)
5. EL PERUANO; “*Ley Nº 27314: Ley General de Residuos Sólidos”.*
6. Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional del Altiplano. (2006). *Taller de investigación Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente*.
7. http://www.monografias.com/trabajos15/tratamiento-RS/tratamiento-shtml. Residuos sólidos. Ingeniería Ambiental. 2000.
8. http://www.sidsnet.org/docshare/other/.El análisis sectorial de residuos. 2003.
9. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA (Junio, 2006). Banco de Información Distrital: *Provincia de Ica.* Extraído de: http://desa.inei.gob.pe/mapas/bid.
10. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA (Junio, 2006). *Conociendo Ica.*
11. Manual de Residuos Sólidos, Sociedad Peruana de Derecho Ambiental- SPDA, Miraflores, Noviembre 2009.
12. MARÍN RESTREPO M. (2002). *Manejo integral de residuos sólidos comunidad colegio Jesús María*. Medellín.
13. MOREA, Lucas. (1997). Caracterización de los residuos domiciliarios del distrito de Santa Anita. Perú.
14. Proyecto de Gestión de RSU de Galicia. Junta de Galicia. Ordenación y obras públicas. España. 1992.
15. Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio. (2006). *Metodología de la investigación*. México.

16. ROQUE MEJÍA, L. y FAJARDO HUARACCA O. (2005). *Diagnóstico ambiental del distrito de Santiago. Desarrollo de capacidades locales – Programa Ayuda en acción.*

17. SAKURAI, K*. (1980).Disposición final de residuos sólidos.* CEPIS. Lima, Perú.

18. SUÁREZ R. A. (1974)."*Estudio del manejo de los Desechos sólidos en diez localidades de la provincia Las Villas.* Cuba.

19. SUÁREZ, R A. (1973). "*Estudio de la recogida, disposición final de desechos sólidos y limpiezas de calles en la ciudad de Santa Clara."* Cuba.

20. TRETO, M. (1998). *Manejo de Los Residuales Sólidos Urbanos de la Ciudad de Santa Clara Trabajo de Diploma.*

21. Víctor Manuel Nava Carvellido, Ana Rosa Jiménez Veladez. (2004). ISO 9000:2000.

22. www.cepis.ops-oms.org/residuossolidos/evaluacion/e/index.html.

23. Poma, C. (2015). Modelo de simulación para determinar la vida útil del relleno sanitario de Alpacoma de la ciudad de la paz. Consultado el 16 de enero del 2022. Disponible en: https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/8188/T.3037.pdf?sequence=1&isAllowed=y