

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA DE SISTEMAS**



**TESIS**

**“METODOLOGÍA DE LOS SISTEMAS BLANDOS PARA EL  
MODELADO DEL RECICLAJE DE LA BASURA ELECTRÓNICA DE  
LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO”**

**PRESENTADA POR:**

**DANNY RODNEY DUEÑAS ZAMBRANA**

**JULIO CESAR CUTIPA MENDOZA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO DE SISTEMAS**

**PUNO – PERU**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y**  
**SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**METODOLOGÍA DE LOS SISTEMAS BLANDOS PARA EL**  
**MODELADO DEL RECICLAJE DE LA BASURA ELECTRÓNICA**  
**DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO**

**TESIS**  
**PRESENTADA POR:**

**DANNY RODNEY DUEÑAS ZAMBRANA**  
**JULIO CESAR CUTIPA MENDOZA**



**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO DE SISTEMAS**  
**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 28/12/2017**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE:**

  
M.Sc. MILDER ZANABRIA ORTEGA

**PRIMER MIEMBRO:**

  
Ing. ALDO HERNÁN ZANABRIA GALVEZ

**SEGUNDO MIEMBRO:**

  
Ing. VLADIMIR ROBERTO CRESPO ENDARA

**DIRECTOR DE TESIS:**

  
M.Sc. HUGO YOSEF GOMEZ QUISPE

**Área: Administración de Sistemas**  
**Tema: Modelos de Simulación**

## DEDICATORIA

*Esta tesis se la dedico a Dios que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa, por guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento...*

*A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres Julián y Paula por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar; especialmente a mi abuelito Domingo quienes me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.*

*A mis hermanas Sonia, Yohana y María gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.*

*A mi esposa Adelaida e hija Antuanet por estar siempre a mi lado, comprenderme y por su apoyo incondicional.*

*A ti Tío Oswaldo a pesar de que no estás aquí, sé que tu alma si lo está, te dedico con todo mi corazón. Nunca te olvidaré...*

**Julio Cesar**

*Primero lo primero, esta tesis va dedicada a Dios que me ha regalado esta vida para vivirla...*

*A mi padre Ethel que aunque ya no está entre nosotros inculcó en mí, valores y la fortaleza para enfrentar al mundo; y a mi madre Carmen por su apoyo incondicional; sé ahora que sus oraciones fueron escuchadas, pues nunca perdió la fe en mí...*

*A mis hermanas Katy y Vero gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, las quiero mucho...*

*A Lidia, mi adorada esposa, mi compañera de vida. A Mateo e Ian a ellos principalmente, que fueron el principal impulso para terminar este trabajo, siempre me recuerdan que siguen mis pasos...*

*A toda la gente que ha transitado conmigo en algún momento de la vida...*

**Danny Rodney**



## AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, que nos dieron la oportunidad de desarrollarnos como profesionales, para así aportar en el desarrollo de nuestra región y por ende a nuestro país.

A las autoridades personal directivo, jerárquico, docente y administrativo de la Escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de esta universidad, por haber compartido con nosotros sus experiencias académicas y profesionales que coadyuvaron en nuestra formación académica.

A nuestros padres por brindarnos su paciencia, amor, apoyo y aliento en cada uno de nuestros logros y tropiezos.

A la Municipalidad Provincial de Puno, las autoridades, personal, por habernos permitido realizar el trabajo de campo.

Al M.Sc. Hugo Yosef Gómez Quispe, director del presente trabajo de investigación por sus acertadas observaciones y orientaciones en el desarrollo y culminación de este trabajo de investigación.

A ellos nuestra gratitud.

***Los autores***

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	12
INTRODUCCION .....	13
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	
1. 1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEÁTICA .....	15
1. 2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.2.1. Problema general .....	17
1.2.2. Problemas específicos .....	17
1. 3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.3.1. Objetivo general .....	17
1.3.2. Objetivos específicos .....	17
1. 4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1. 5. ALCANCES Y LIMITANTES .....	19
1.5.1. Alcances .....	19
1.5.2. Limitantes .....	19
1. 6. HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	20
1.6.1. Hipótesis General .....	20
1.6.2. Hipótesis Específica .....	20
1.6.3. Sistema u Operacionalización de variables .....	21
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN LITERARIA</b>	
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
2.1.1. Antecedente internacional .....	22
2.1.2. Antecedente Nacional .....	29
2.2. REFERENCIAS TEÓRICAS .....	32
2.2.1. Sistemas .....	32
2.2.2. Sistemas Blandos .....	33
2.2.3. Metodología de los Sistemas Blandos (MSB) .....	34
2.2.4. Residuos solidos .....	42
2.2.5. Residuos electrónicos .....	43
2.2.6. Impacto Ambiental .....	57

2.2.7.	Destino final de la basura recolectada.....	59
2.2.8.	Reciclaje.....	61
2.2.9.	Municipalidad Provincial de Puno:.....	62
2.3.	MARCO CONCEPTUAL .....	65
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>MATERIALES Y MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>		
3.1.	TIPO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	68
3.2.	DISEÑO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	68
3.3.	POBLACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	69
3.4.	MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN .....	69
3.5.	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	70
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN .....	71
3.7.	TRATAMIENTO DE DATOS.....	71
3.8.	ANÁLISIS DE DATOS .....	72
3.9.	INSTRUMENTOS.....	72
3.10.	LOCALIZACIÓN Y ÁMBITO DE ESTUDIO.....	73
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
4.1.	ETAPA I: SITUACIÓN NO ESTRUCTURADA .....	74
4.2.	ETAPA II: SITUACIÓN ESTRUCTURADA .....	75
4.3.	ETAPA III: DEFINICIONES RAÍCES.....	76
4.3.1.	Análisis CATDWE: .....	77
4.4.	ETAPA IV: MODELOS CONCEPTUALES.....	78
4.4.1.	Proceso de transformación de ventas .....	79
4.4.2.	Productos Electrónicos Nuevos .....	81
4.4.3.	Variables Inherentes al Sistema .....	82
4.5.	ETAPA V: SITUACIONES DE COMPARACIONES .....	96
4.6.	ETAPA VII: IMPLANTACIÓN DE LOS CAMBIOS .....	97
CONCLUSIONES .....		99
RECOMENDACIONES .....		101
BIBLIOGRAFÍA .....		102
ANEXOS.....		105

**ÍNDICE DE CUADROS**

	<b>Pág</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
CUADRO N° 1.1: Sistema de variables .....	21
<b>CAPÍTULO III</b>	
CUADRO N° 3.1: Muestra al azar de la población .....	69
CUADRO N° 3.2: Población según censo por año del distrito de Puno .....	73

## INDICE DE FIGURAS

Pág

**CAPÍTULO I**

FIGURA N° 1.1: Ingreso anual de teléfonos celulares al mercado nacional y generación de residuos de teléfonos celulares por término de ciclo de vida útil en el periodo de 2002 a 2015 .....	16
--	----

**CAPÍTULO II**

FIGURA N° 2.1: Etapas de la metodología de sistemas blandos.....	36
FIGURA N° 2.2: Visión global de actividades para representar modelos conceptuales.....	41
FIGURA N° 2.3: Ley de la basura electrónica.....	58
FIGURA N° 2.4: Residuos de aparatos electrónicos y eléctricos.....	60
FIGURA N° 2.5: Generación de residuos sólidos 2012 (Kg/hab/día).....	61
FIGURA N° 2.6: Organigrama estructural de la Municipalidad Provincial de Puno.....	62

**CAPÍTULO IV**

FIGURA N° 4.1: Sistema percibido.....	75
FIGURA N° 4.2: Situación estructurada.....	76
FIGURA N° 4.3: Proceso de transformación.....	77
FIGURA N° 4.4: Cuadro pictográfico.....	78
FIGURA N° 4.5: Proceso de transformación de ventas.....	79
FIGURA N° 4.6: Diagrama de flujo del modelo para el análisis del crecimiento poblacional en la ciudad de Puno.....	80
FIGURA N° 4.7: Diagrama de flujo del modelo para la población potencial.....	80
FIGURA N° 4.8: Diagrama de flujo del modelo de simulación de productos electrónicos, en VENSIM.....	82
FIGURA N° 4.9: Editor para la variable de productos electrónicos dañados.....	83
FIGURA N° 4.10: Editor para la variable crédito.....	84
FIGURA N° 4.11: Editor para la variable avance de la tecnología.....	84
FIGURA N° 4.12: Editor para la variable costo de reparación.....	85
FIGURA N° 4.13: Editor para la variable tiempo de vida de equipos.....	86

FIGURA N° 4,14: Editor para la variable tasa de desecho de productos.....	86
FIGURA N° 4.15: Editor para la variable desecho electrónico.....	87
FIGURA N° 4.16: Editor para la variable tasa de renovación de equipos.....	87
FIGURA N° 4.17: Editor para la variable daño de equipos.....	88
FIGURA N° 4.18: Editor para la variable reparación de productos.....	88
FIGURA N° 4.19: Editor para la variable productos electrónicos nuevos .....	89
FIGURA N° 4.20: Editor para la variable productos electrónicos en uso. ....	89
FIGURA N° 4.21: Editor para la variable tasa de reparación de productos. ....	90
FIGURA N° 4.22: Editor para la variable población potencial.....	90
FIGURA N° 4.23: Editor para la variable leyes de importación.....	91
FIGURA N° 4.24: Editor para la variable nacimientos. ....	91
FIGURA N° 4.25: Editor para la variable muertes. ....	92
FIGURA N° 4.26: Editor para la variable población de Puno.....	92
FIGURA N° 4.27: Editor para la variable tasa de mortalidad.....	93
FIGURA N° 4.28: Editor para la variable tasa de natalidad.....	93
FIGURA N° 4.29: La relación de las variables involucradas en el sistema.....	94
FIGURA N° 4.30: La población al 2025 será de 165294 habitantes.....	94
FIGURA N° 4.31: La población potencial será de 49867 en el 2025. ....	95
FIGURA N° 4.32: Al 2025 se adquirirán 19,133 productos nuevos .....	95
FIGURA N° 4.33: Al 2025 tendremos 77,897 productos electrónicos dañados .....	96

## RESUMEN

El presente trabajo despliega con la “Metodología de los sistemas blandos para el modelado del reciclaje de la basura electrónica de la municipalidad provincial de Puno”. Debido al crecimiento acelerado, sin planificación de la ciudad, se afronta un problema en el control y distribución adecuada de la basura, que es un contaminante peligroso que afecta al ser humano y al medio ambiente. Para ello se planteó como objetivo fundamental “¿Diseñar y validar un modelo de reciclaje de los residuos electrónicos basado en la Metodología de los Sistemas Blandos en la Municipalidad Provincial de Puno?” para la gestión adecuada en el tratamiento de los residuos electrónicos, para dar información precisa a la población sobre estas, y una relación directa de apoyo con las empresas recicladoras y comercializadoras. Por tal razón se considera justificable la elaboración del modelo. La metodología utilizada es la investigación científica de tipo cuasi experimental. La implementación para el modelado del reciclaje se realizó a través de la Metodología de Sistemas Blandos, diseñada para hacer frente a situaciones problemáticas complejas, utilizando las técnicas del análisis CATDWE que realiza un estudio minucioso de la información de la entidad en relación a los actores, con la cual se beneficia la población, las empresas comercializadoras de aparatos electrónicos, los recicladores formales e informales, la gerencia del medio ambiente de la institución. Se ha demostrado que la aplicación de la Metodología de Sistemas Blandos optimiza en la mejora de toma de decisiones a la gestión de residuos electrónicos, así como también proyecciones fiables al año 2025.

**Palabras claves:** Residuos electrónicos, Sistemas blandos, Reciclaje, Modelo, Transformación.



## ABSTRACT

The present work unfolds with the "Methodology of soft systems for the modeling of the electronic waste recycling of the provincial municipality of Puno". Due to the accelerated growth, without planning of the city, a problem is faced in the control and adequate distribution of the garbage, which is a dangerous pollutant that affects the human being and the environment. For this, the main objective was "Design and validate a recycling model of electronic waste based on the Soft Systems Methodology in the Puno municipality?" For the adequate management of electronic waste treatment, to provide information precise to the population on these, and a direct relation of support with the recyclers and marketers. For this reason, the elaboration of the model is considered justifiable. The methodology used is scientific research of quasi-experimental type. The implementation for the recycling modeling was carried out through the Soft Systems Methodology, designed to face complex problematic situations, using the CATDWE analysis techniques that make a thorough study of the information of the entity in relation to the actors, with which the population benefits, the companies that commercialize electronic devices, the formal and informal recyclers, the environmental management of the institution. It has been demonstrated that the application of the Soft Systems Methodology optimizes the management of electronic waste in decision making improvement, as well as reliable projections to the year 2025.

**Keywords:** Electronic waste, Soft systems, Recycling, Model, Transformation.

## INTRODUCCION

El crecimiento acelerado sin planificación de la ciudad de Puno, hace que afronte un problema en el control y distribución adecuada de la basura y dentro de ello, está el problema de la basura electrónica, que es un contaminante peligroso que afecta no solo al ser humano sino también al medio ambiente, debido a los componentes tóxicos que posee, tanto para la sociedad y el medio ambiente, y carece de un tratamiento adecuado la cual tiene un efecto directo sobre el desarrollo de la ciudad.

Entre la basura que se genera en la ciudad, está la generación de la basura electrónica; dentro de esta podemos destacar artefactos de uso doméstico, de información, entretenimiento, de energía y de comunicación.

El propósito de esta tesis, es la elaboración de un modelo de reciclaje de los residuos electrónicos basado en la Metodología de los Sistemas Blandos y aplicarla en la mejora continua en la toma de decisiones a la gestión de residuos electrónicos.

En el capítulo I se plantean las principales problemáticas sobre el control y distribución adecuada de los residuos electrónicos, los objetivos de la investigación, la justificación, limitaciones, hipótesis y operacionalización de variables.

En el capítulo II se definen los antecedentes del trabajo de investigación, marco teórico y marco conceptual. Con la finalidad de comprender de la mejor

manera los conceptos que están relacionados con el modelo de reciclaje de los residuos electrónicos basado en la Metodología de los Sistemas Blandos.

En el capítulo III se exponen tipo y diseños de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos para recolectar información, tratamiento y análisis de datos, procesamiento de datos. Utilizando un diagnóstico de la gestión actual de manejo de residuos sólidos de la Municipalidad Provincial de Puno e INEI entre otros.

El capítulo IV se expone resultados y discusión. Utilizando metodología de sistemas blandos a través de las técnicas de CATDWE referente al modelado de reciclaje de los residuos electrónicos.

# CAPÍTULO I

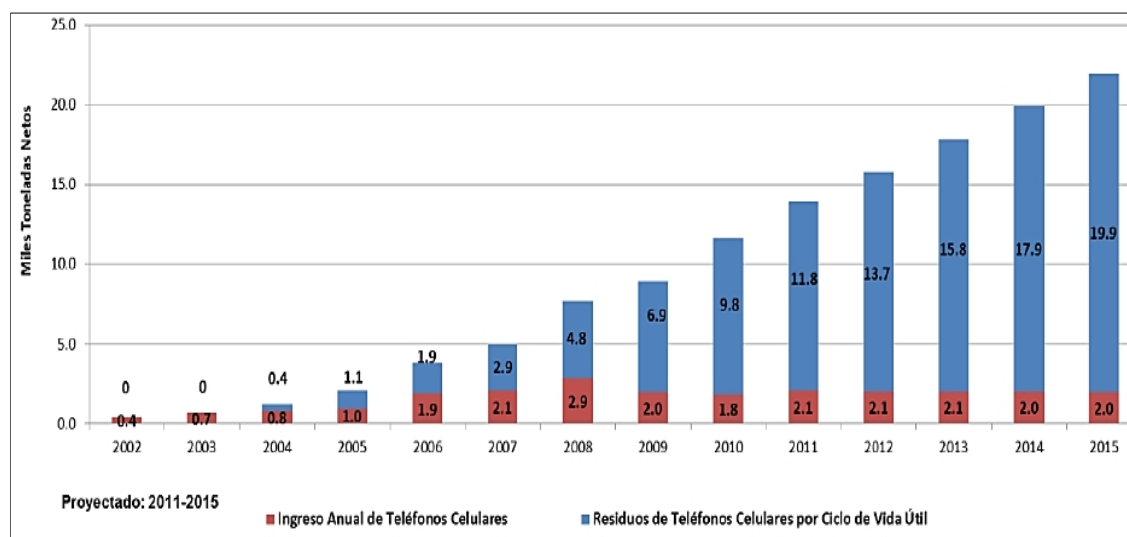
## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1. 1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEÁTICA.

El crecimiento acelerado, sin planificación de la ciudad de Puno, hace que Puno afronte un problema en el control y distribución adecuada de la basura y dentro de ello, está el problema de la basura electrónica, muy importante pero que no se ha profundizado en el problema, debido a que no hay una adecuada información con respecto a ello ya que es un contaminante peligroso que afecta no solo al ser humano sino también al medio ambiente, debido a los componentes tóxicos que posee, tanto para el hombre como el medio ambiente, y que no cuenta con un adecuado tratamiento de reciclaje. El problema de los residuos sólidos en la ciudad de Puno tiene un efecto directo sobre el desarrollo de la ciudad. La inadecuada práctica, de una gestión del manejo de residuos sólidos, conlleva a la proliferación de focos infecciosos que ponen en riesgo la salud de la población.

Entre la basura que se genera en Puno está la generación de la basura electrónica, entre ellos están los de uso doméstico: cocina, lavadora, refrigeradora; información: computadora, impresora, fax, scanner; entretenimiento: televisor, equipo de sonido; energía: pilas, batería; comunicación: teléfono, celular; etc. Entre todos estos, sin dudas el celular es el que ha logrado mayor protagonismo durante estos últimos años. Las explosivas publicidades y la moda han traído como consecuencia la demanda en la población de estos aparatos electrónicos que se cambian muchas veces al año debido a la innovación y por nuevos modelos que aparecen, en otros casos por que sufren algún daño.

**FIGURA N° 1.1: Ingreso anual de teléfonos celulares al mercado nacional y generación de residuos de teléfonos celulares por término de ciclo de vida útil en el periodo de 2002 a 2015**



Fuente: SUNAD

## 1. 2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1. Problema general

¿De qué manera se puede diseñar y validar un modelo de reciclaje de los residuos electrónicos a través de la metodología de los sistemas blandos en la Municipalidad Provincial de Puno?

### 1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué metodología aplicar para modelar el sistema de reciclaje de residuos electrónicos en la Municipalidad Provincial de Puno?
- ¿Cómo se realiza el proceso de recolección de residuos sólidos para reducir la contaminación en la Municipalidad Provincial de Puno?
- ¿Cómo optimizar la recolección de residuos electrónicos con la metodología de los sistemas blandos en la municipalidad de Puno?

## 1. 3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.3.1. Objetivo general

Diseñar y validar un modelo de reciclaje para residuos electrónicos basado en la Metodología de los Sistemas Blandos en la Municipalidad Provincial de Puno.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar una descripción del estado actual de la situación problemática basándose en la percepción de los actores involucrados para diseñar la metodología del sistema de reciclaje de los residuos electrónicos de la ciudad de Puno.

- Construir un modelo conceptual que represente el proceso de recolección de residuos electrónicos para reducir la contaminación en la Municipalidad Provincial de Puno.
- Simular el sistema optimizando la recolección de residuos electrónicos con la metodología de los sistemas blandos.

#### 1. 4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Actualmente en nuestro país no se cuenta con una adecuada gestión, en el cual se realice un tratamiento adecuado de la basura electrónica, ni información precisa a la población sobre el daño que provocan estos aparatos electrónicos, ni una relación directa de apoyo con las empresas recicladoras y comercializadoras.

Esta problemática se presenta también en el municipio provincial de Puno, en donde sus residuos no son separados correctamente, generando así, problemas en la salud de la población puneña, como consecuencia de su deficiente disposición.

Este trabajo de investigación permitirá que la Municipalidad Provincial de Puno mejore mediante este modelo de interacción la gestión en el reciclaje de la basura y de manera específica la basura electrónica.

Se pretende que la población logre tomar conciencia sobre el daño que provoca la basura electrónica hacia el medio ambiente, sino se cuenta con un adecuado almacenamiento de la misma.

Empresas recicladoras fomenten y asuman el reciclaje de estos aparatos electrónicos, con el apoyo activo de la población puneña, colocando



tachos recicladores, separando la basura electrónica de otros desechos, en diversos puntos del ámbito de la Municipalidad Provincial de Puno.

Empresas comercializadoras: Sobre todo aquellos que se dedican a la comercialización de estos aparatos, brinden la información necesaria al usuario final sobre el almacenamiento de estos aparatos cuando dejen de funcionar que la empresa lo recicle a cambio de un pago por estos aparatos electrónicos.

Ministerio del Medio Ambiente: Brinde los recursos necesarios y adecuados a la municipalidad, para el tratamiento de estos aparatos electrónicos, si bien es cierto ya se cuenta con una ley de residuos sólidos (ley N° 27314), mas no se cuenta con una ley de residuos electrónicos a nivel nacional.

## **1. 5. ALCANCES Y LIMITANTES**

### **1.5.1. Alcances**

El modelo es propuesto para ser utilizada en muchas organizaciones de la provincia de Puno los cuales podrían alimentar con datos más precisos lo cual hará el modelo más exacto.

### **1.5.2. Limitantes**

Solo se trabajará con las variables o factores que sean encontradas durante la investigación. La simulación estará limitada por el simulador, por lo que posiblemente algunos factores serán obviados.

## 1. 6. HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 1.6.1. Hipótesis General

Utilizando la Metodología de los sistemas blandos se promoverán el modelo para la optimización en la gestión de residuos electrónicos en la Municipalidad Provincial de Puno.

### 1.6.2. Hipótesis Específica

- La descripción del estado actual de la situación problemática nos permitirá diseñar la metodología del sistema de reciclaje de los residuos electrónicos de la ciudad de Puno.
- El modelo conceptual que represente el proceso de recolección de residuos electrónicos reducirá la contaminación en la Municipalidad Provincial de Puno.

1.6.3. Sistema u Operacionalización de variables

CUADRO N° 1.1: *Sistema de variables*

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Metodología de sistemas blandos</p>	<p>Es una técnica cualitativa que se puede utilizar para aplicar los sistemas estructurados a las situaciones sistemáticas.</p> <p>Es una manera de ocuparse de problemas situacionales en los cuales hay actividad con un alto componente social, político y humano.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Percepción de la situación-problema de manera no estructurada.</li> <li>▪ Percepción de la situación problemática de manera estructurada.</li> <li>▪ Elaboración de definiciones básicas de sistemas relevantes.</li> <li>▪ Elaboración y prueba de los modelos conceptuales.</li> <li>▪ Comparación de los modelos conceptuales con la realidad (comparación).</li> <li>▪ Ejecución de los cambios factibles y deseables.</li> <li>▪ Implantación de los cambios en el mundo real</li> </ul>	Observación
<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Gestión de residuos electrónicos en la Municipalidad Provincial de Puno</p>	<p>Es la recolección, transporte, procesamiento o tratamiento, reciclaje o disposición de material eléctrico y/o electrónico que funcione a base de electricidad que dejan de ser utilizados porque han cumplido con su ciclo de vida útil para una necesidad determinada, pasan a constituirse en elementos llamados residuos o desechos cuya nomenclatura en español es RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Residuos de origen domiciliario.</li> <li>▪ Residuos de actividades comerciales.</li> <li>▪ Residuos del barrido de vías.</li> <li>▪ Residuos procedentes de mercados, instituciones públicas y similares.</li> </ul>	Entrevistas

*Elaboración: Propia.*

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN LITERARIA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. Antecedente internacional

- **Permanyer, O. (2013)** con su tesis titulada “**Situación e Impacto de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) Caso de Estudio: Los Ordenadores**” para optar el grado de Máster de Sostenibilidad en la Universidad Politécnica de Barcelona. El trabajo muestra las distintas etapas presentes en el proceso de reciclaje de material informático. Debido a la importancia de las fases iniciales, de fabricación y diseño, pero también a la compleja conexión que existe entre todas ellas, se ha organizado el documento de manera para el consumidor. Es decir, se va mostrando información relativa según el orden de dudas y motivación seguido por un consumidor estándar, la autora: al convertirse un aparato en residuo, ¿dónde lo tiro? Dadas las

dificultades para encontrar el gestor adecuado, ¿quién/qué normativa lo regula? Y a continuación se indaga en la composición de dichos aparatos, dónde van a parar y qué consecuencias tienen. Por último, un consumidor consciente buscaría soluciones y aquí se proponen mejoras al sistema actual. Arribándose a las siguientes conclusiones: Primero, tienen que ponerse a disposición de los consumidores piezas de recambio que permitan, en el caso de averías localizadas, reemplazar las piezas. Este mero hecho contribuiría a alargar la vida útil de los productos y disminuiría la elevada tasa de generación de RAEE actual. Segundo, la simplificación en los procesos de ensamblaje de las distintas piezas, por ejemplo, en la placa base, ayudaría a la hora de establecer procedimientos estándar para el desmontaje de los RAEE. Los fabricantes de AEE juegan un papel muy importante, ya que de ellos depende en gran grado la dificultad que supone maximizar la reutilización y reciclaje de los residuos. Pero sigue siendo necesario invertir en la investigación y desarrollo de nuevas técnicas que contribuyan a mejorar la eficacia de los procesos. El secretismo de los procesos que existen actualmente obstaculiza la expansión de este tipo de prácticas, aunque se entiende que quieren rentabilizar su inversión e iniciativa. Por último, se deben potenciar nuevas aleaciones que no sólo contribuyan a facilitar la posterior recuperación de materiales sino también que reduzcan el uso de sustancias nocivas. Por ejemplo, el fabricante de componentes Crawford, Hansford and Kimber comenzó a desarrollar alternativas más seguras a partir de 2001, alterando sus placas de circuitos para usar aleaciones sin plomo tales como la de plata/estaño.

- **Pineda, D. (2012)** tesis “**Modelo para la Gestión de Reciclaje de Residuos Electrónicos**” tesis para optar el título de Ingeniero Civil Electricista. En la Universidad de Chile. Este trabajo busca hacer un aporte en la solución a un problema ecológico. Esto es el impacto producido por la acumulación de residuos electrónicos sin tener tratamientos adecuados, en el cual se encuentran en juego factores de tipo económico, ambiental y social. Se estudia el efecto de los productos electrónicos sobre el medio ambiente, a partir de su extracción, manufactura, uso y descarte. Esto es para poder tener conocimientos y comparar finalmente las ventajas del reciclaje versus la obtención tradicional de materia prima. El presente trabajo logra establecer las bases para una solución al problema de los residuos electrónicos mediante una metodología que investiga tanto los materiales como los fenómenos físicos que los afectan. Es posible realizar un tratamiento a los RAEE, de modo de poder recuperar el material que se puede reutilizar. Así, se puede avanzar hacia el cierre del ciclo productivo, disminuyendo el impacto ecológico que conlleva la permanencia de un ciclo abierto. El procesamiento de estos residuos se puede realizar utilizando las propiedades intrínsecas que tiene cada material en particular, que responden frente a su exposición a campos electromagnéticos (en el caso particular de este trabajo). Un dispositivo compuesto por tres módulos independientes, en los que se generan estos campos, con distintas características específicas, hace posible tal objetivo del estudio de los materiales componentes de los residuos, se puede observar que los metales forman un porcentaje de importancia, cuya recuperación es

posible y, además, la obtención de estos es mucho más económica que la extracción natural. Siendo necesaria ésta porque es un aporte de importancia a la disminución del impacto ambiental de la actividad productiva. Dentro de lo que se puede considerar un sistema de reciclaje es importante destacar varios conceptos como sustentabilidad, modularidad, flexibilidad en su ubicación socio-geográfica. En sus aspectos primitivos el reciclaje puede ser bastante elemental, contaminante. Pero, a medida que se van desarrollando y adaptando herramientas para el tratamiento adecuado de estos residuos se logra una mayor sustentabilidad, se modularizan los aspectos productivos y se hacen más flexibles o adaptables a algún lugar en especial.

- **Vázquez, O. (2011)** Presentó un trabajo de investigación titulado **“Gestión Sistémica de Residuos Sólidos (Papel y Cartón) en una Institución de Educación Superior.”** Trabajo especial de grado para optar el título de maestro en ciencias en ingeniería de sistemas. Este trabajo está orientado al diseño de un sistema de gestión de residuos sólidos, específicamente papel y cartón, en una institución de educación superior. Para el diseño del sistema se aplica la Metodología de Sistemas Suaves (MSS) de Peter Checkland, ya que se trata de un sistema de actividad humana, la metodología maneja un proceso cultural interpretativo de investigación-acción y aprendizaje que se considera mejorará la situación actual de manera continua y cíclica aplicando retroalimentación y comunicación continua entre los actores sociales que participan en este proceso. Está apoyada en el concepto de desarrollo sustentable y herramientas como las 3R's, busca motivar a un cambio



cultural que permita tener un aprovechamiento óptimo de recursos naturales sin demeritar la calidad del quehacer educativo y generar una conciencia del cuidado que debemos tener de nuestro medio ambiente. Así como también hace uso de técnicas administrativas como el análisis FOODAF y estadísticas como el análisis de regresión para poder entender la influencia de una variable sobre otra y lograr por la afectación de la variable independiente los resultados esperados en la variable dependiente. Se concluye que el sistema es factible en los aspectos socioculturales ya que se cuenta con el interés de la comunidad por participar en el cambio, se demostró que es rentable ya que no requiere de una gran inversión y que genera beneficios desde el primer ciclo.

- **Tello, C. y Mena, Camilo (2009)** tesis sobre **“Basura Electrónica”**. presentación del prototipo **“Pre-diseño de una Planta Piloto que Recicla y Procesa la Basura Electrónica”** para optar el título de ingeniero, en la Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación Plan de Negocios de una Microempresa que Recopilará, Procesará y Comercializará- Ecuador. Llegando a las siguientes conclusiones con la implementación del Pre-Diseño de La Planta Piloto estamos introduciendo una nueva tecnología en los procesos de reciclaje de basura, para una parte importante de la basura en la ciudad de Guayaquil. Un problema que debemos volver de conocimiento general son los desechos electrónicos y de consumo de productos electrónicos (computadoras, TV, celulares, etc.) a partir de fuentes secundarias para tener una idea de la generación potencial actual y futura de estos desechos; sin embargo, aún existen algunas lagunas

con respecto a información más precisa sobre los patrones de consumo y, particularmente, de las alternativas de almacenamiento y ciclo de vida para los desechos electrónicos. Así mismo, se carece de una infraestructura formal para el manejo de estos desechos en sus diversas etapas, aunque el mercado informal es una realidad. Existen diversos métodos para estimar las cantidades globales de desechos electrónicos; en Europa por ejemplo tenemos los siguientes métodos: Método de “Consumo y Uso”, toma el aparato electrónico promedio de una casa típica como base para la predicción de la cantidad potencial (usado en países bajos). Método de “Suministros de Mercado”, usa datos de la producción y están en una región geográfica dada (utilizado en Alemania y en los Estados Unidos, para equipo de consumo, solamente). Método “Suizo”, basado en la suposición que los hogares ya están saturados y por cada aparato nuevo comprado como uno usado llega a su “final de vida” (utilizado en Suiza). Las cifras aún pueden afinarse a partir de un análisis más detallado de los datos estadísticos, principalmente conociendo las exportaciones. Las proximidades de peso también pueden desglosarse hasta llegar a obtener con mayor precisión cuantos dispositivos se manejan de cada tipo (lo cual incluye peso). Adicionalmente, la vida útil de los aparatos es aún motivo de estudios en varios países. Con la implementación de RECYCLA ECUA S.A. estaremos introduciendo en el mercado un nuevo sistema de reciclaje de “basura electrónica”, el cual es muy favorable para mejorar el sistema de reciclaje de la “basura electrónica” que actualmente las empresas, industrias, instituciones y personas no cuentan. No existe competencia en

el mercado que satisfaga este tipo de necesidades, por lo cual estamos innovando para un mayor control en un correcto reciclado de la “basura electrónica”.

- **Francisco, G. (2008)** Presentó un trabajo de investigación titulado **“Análisis del Sistema de Recolección de Residuos Sólidos Urbanos en el Centro Histórico de Morelia, aplicando Sistemas de Información Geográfica (SIG)”** Trabajo especial de grado para optar el título de maestro en ciencias en ingeniería de sistemas. Este trabajo tiene como objetivo proponer un procedimiento para diseñar rutas de recolección de residuos sólidos utilizando sistemas de información geográfica (SIG). Uno de los softwares para SIG para el transporte más conocidos es TransCad, de Caliper Corporation. TransCad es un SIG diseñado para problemas de transporte. Para la aplicación de este software es necesario la obtención de los principales atributos de la red vial; como son: nombre, sentido, ancho y velocidad de la vía. Así como los tiempos empleados en la operación de las rutas de recolección, para determinar los tiempos de vaciado dependiendo del método empleado, el tiempo de recorrido y el tiempo muerto. La mayor ventaja en el diseño de rutas de recolección de residuos empleando SIG, es que la actualización y modificación de las rutas de recolección existentes, es muy sencilla, y permite la interacción con un amplio número de variables, mediante la aplicación de este método al centro de Morelia se logró realizar el rediseño de cada una de las rutas analizadas en cuatro escenarios distintos variando el horario de recolección, el método de recolección y/o el equipo empleado, logrando reducciones de hasta un 50% del tiempo original. Se concluye que la

aplicación de los sistemas de información geográfica resultan ser de gran ayuda en el análisis de diseño de rutas de recolección de residuos sólidos, ya que tradicionalmente el análisis se limita a minimizar el tiempo que se tarda el vehículo en los traslados de un punto a otro y cuantificar el tiempo que se emplea en el vaciado de tambos y canastas en las áreas de servicio y en el tiradero o relleno sanitario, para determinar el recorrido óptimo.

- **Quintana, R. (2009)**, presentó un trabajo de investigación titulado **“Aplicación de la Metodología de los Sistemas Suaves al Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Civil”**, trabajo especial de grado para optar el título de Ingeniero de Sistemas. Universidad Nacional Autónoma de México, la presente tesis aborda el problema de realizar una revisión al plan de estudios 1994 (PE94), de la Facultad de Ingeniería Civil de la FI de la UNAM, con un enfoque de sistemas, utilizando la Metodología de los Sistema Suaves, en inglés Soft Systems Methodology (SSM).

#### 2.1.2. Antecedente Nacional

- **Valdez, H. (2011)** Presentó la tesis titulada **“Plan de Gestión de Residuos Sólidos en la Municipalidad Distrital de Nueva Cajamarca”** en la Universidad Nacional de San Martín, analizando los puntos deficientes y la decadencia de equipos necesarios para la recolección de los residuos sólidos en el actual sistema de gestión de residuos sólidos. Se utilizó la metodología de sistemas blandos para construir un modelo conceptual en el cual se apreció la integración e interacción de todos los

actores del entorno del sistema de gestión de residuos sólidos, en donde se brindó posibles soluciones a la problemática

- **Martin, D. (2010)** Presentó un trabajo de investigación titulado **“Aplicación de la Metodología de los Sistemas Blandos para Optimizar la Gestión de Residuos Sólidos de la Municipalidad Provincial de Alto Amazonas – Yurimaguas.”** trabajo especial de grado para optar el título de Ingeniero de Sistemas de la Universidad de Cesar Vallejo. Este trabajo se desarrolló en el contexto de la búsqueda de soluciones del problema de los residuos sólidos en la ciudad de Yurimaguas, para lo cual se aplicó la Metodología de Sistemas Blandos de Peter Checkland. El estudio comprende el desarrollo de las siete etapas de esta metodología, permitiendo un análisis holístico de la problemática para la construcción de un modelo conceptual que representa la situación real del problema, concluyendo en la aplicación de un plan de mejoras para optimizar el sistema de gestión de residuos sólidos, las mismas que se tradujeron en acciones con el compromiso de la población, con lo cual la Municipalidad Provincial de Alto Amazonas está en condiciones de garantizar la continuidad del proceso de mejoramiento en la gestión de un tema tan sensible como es los residuos sólidos. Se concluye que la Municipalidad Provincial de Alto Amazonas cuenta con un análisis detallado de la situación problemática de los residuos sólidos que contienen los problemas específicos, los cambios factibles y deseables y 17 actividades programadas tendientes a garantizar una mejor gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Yurimaguas.

- **Llactance, C (2008)** Presentó un trabajo de investigación titulado **“Estudio de Factibilidad para el Manejo de Residuos Sólidos en la Universidad Ricardo Palma.”** trabajo especial de grado para optar el título de Ingeniero de Industrial de la Universidad Ricardo Palma. Este trabajo se basa en la eliminación de residuos sólidos constituye desde hace mucho tiempo gran problema para nuestra sociedad. En el caso de los residuos sólidos es un primer eslabón de la cadena del problema, pues este empieza desde el momento en que el habitante se preocupa solamente en deshacerse de ellos sin preocuparse en lo más mínimo del destino que le espera y de las consecuencias que traerá al medio ambiente. El siguiente eslabón lo constituyen las instituciones públicas como es el caso de municipalidades y no menos importante las instituciones u organizaciones privadas al no impulsar alternativas en la gestión de residuos sólidos. Se concluye que el estudio de factibilidad para el manejo de los residuos sólidos en la URP es una alternativa técnica y económica que mejora el manejo de los residuos en la universidad, así como promueve la participación activa de la comunidad universitaria. Resumiendo, el reaprovechamiento de los residuos es factible social, económica y ambientalmente.

## 2.2. REFERENCIAS TEÓRICAS

### 2.2.1. Sistemas

Un sistema según Aracil, J. & Gordillo, F. (1997) “es un objeto formado por un conjunto de partes entre las que se establece alguna forma de relación que las articula en la unidad que es precisamente el sistema. Un sistema se nos manifiesta como un aspecto de la realidad dotado de cierta complejidad precisamente por estar formado por partes en interacción. Esta interacción coordina a las partes dotando al conjunto de una entidad propia. Las partes y la interacción entre ellas son los elementos básicos en esta concepción de sistema. Un sistema se percibe como algo que posee una entidad que lo distingue de su entorno, aunque mantiene en interacción con él. Esta entidad permanece a largo del tiempo y bajo entornos cambiantes.

Senge, P. (2008) “Un sistema es una totalidad percibida cuyos elementos se “aglomeran” porque se afectan recíprocamente a lo largo del tiempo y operan con un propósito común, La palabra deriva del verbo griego sunislánai que originalmente significaba “causar una unión”. Como sugiere este origen, la estructura de un sistema incluye la percepción unificadora del observador”.

#### 2.2.1.1. Clasificación de Sistemas

Rodriguez, U.(s.f.) manifiesta que de acuerdo con la clasificación de sistemas que Checkland (1981) hace de los sistemas, estos pueden ser:



- **Sistemas naturales.** Aquellos sistemas que han sido elaborados por la naturaleza, desde el nivel de estructuras atómicas hasta sistemas vivos, los sistemas solares y el universo.
- **Sistemas diseñados.** Aquellos que han sido diseñados por el hombre y son parte del mundo real. Pueden ser de dos tipos: abstractos y concretos. Ejemplos de sistemas diseñados abstractos: la filosofía, las matemáticas, las ideologías, la religión, el lenguaje. De sistemas diseñados concretos: un computador, una casa, un auto, etc.
- **Sistemas de actividad humana.** Son sistemas que describen al ser humano epistemológicamente, a través de lo que hace. Se basan en la apreciación de lo que en el mundo real una persona o un grupo de personas podrían estar haciendo, es decir, en la intencionalidad que tiene el sistema humano que se observe.
- **Sistemas culturales.** Sistemas formados por la agrupación de personas por ejemplo, la empresa, la familia, el grupo de estudiantes de una universidad, etc.

### 2.2.2. Sistemas Blandos

Cedeño, A. & Fernández, A. (2011) Un sistema blando es un sistema no definido, el cual solo puede aplicarse a problemas de contexto real, teniendo en cuenta que puede ser variado o estar en un cambio constante.

Los sistemas blandos son aquellos sistemas donde la identificación de sus objetivos es vaga, estos sistemas son conductuales, es decir, no solo son capaces de escoger medios para alcanzar determinados fines,

sino que también es capaz de seleccionar y cambiar dichos fines. En estos sistemas se dificulta la determinación clara y precisa de los fines en contraste a los sistemas duros. Los problemas en los sistemas blandos no tienen estructura fácilmente identificable.

En el pensamiento de sistemas blandos el mundo real se toma como algo complejo y problemático, y la palabra sistema no es aplicada al mundo real, sino que se aplica al proceso de pensar o tratar sobre el mundo mediante la elaboración de modelos conceptuales. Es decir, que la palabra sistema en el pensamiento de sistemas blandos está asociado a la elaboración de modelos conceptuales que se construyen para mejorar la situación problema encontrada en el mundo real.

El componente social de estos sistemas se considera primordial. El comportamiento del individuo o del grupo social se toma como un sistema teleológico (orientado a un fin), con voluntad, un sistema pleno de propósitos, capaz de desplegar comportamientos, actitudes y aptitudes múltiples.

El estudio de estos sistemas se aplica de forma amplia en el ámbito organizacional y político, temas complejos que no están bien definidos estructuralmente, este enfoque permite que estos temas sean tratados de una manera organizada.

### **2.2.3. Metodología de los Sistemas Blandos (MSB)**

Esta metodología fue creada por Checkland y un grupo del Departamento de Sistemas de la Universidad Británica de Lancaster,

quienes trabajaron por varios años en el desarrollo de una metodología sistémica flexible, diseñada para hacer frente a situaciones problemáticas, las cuales son difíciles de definir, donde existe un componente social y política grande.

El desarrollo de MSB para Checkland (1993), "No tiene como resultado el establecimiento de un método que en cualquier situación particular se tiene que reducir a un método adecuado únicamente a esa situación particular", este aspecto es de suma importancia porque considera la complejidad del mundo real en continuo cambio, no pudiendo establecerse dos casos problemáticos iguales a los cuales se podría abordar de igual modo.

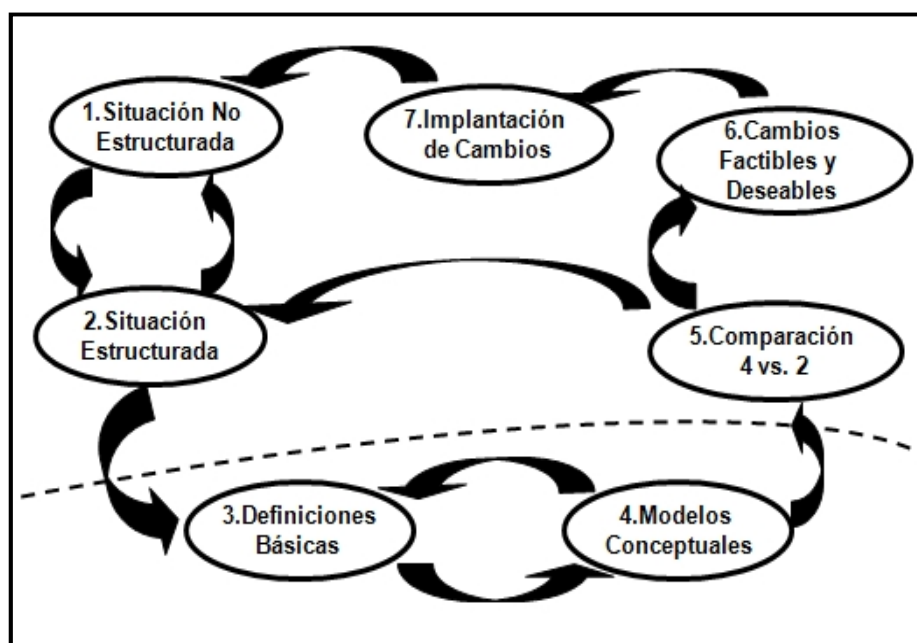
Según Chimen, I (2011) La naturaleza de una metodología siempre deriva de la concepción de los métodos que emplea una ciencia, ya desde muy antes se fueron acumulando conceptos de designar "método", describiéndolo como la forma de hacer algo (el modo de obrar) o posteriormente el comportamiento experto en la formulación de los pensamientos de uno mismo, pero siempre como base de una metodología. Además, asume que la Metodología de Sistemas Blandos es un intermedio en estatus, entre una Filosofía y una Técnica o un método. Considerándola como filosofía porque es una pauta no específica (amplia) para la acción, dejando la suficiente libertad en su accionar y por otra parte tiene de técnica porque es un programa de acción específico y preciso, en donde la Filosofía le indica el "Que" y una técnica le indica el

"como", determinándose tanto el "Que" y el "Como" de la Metodología de Sistemas Blandos.

Como resultado del proceso de desarrollo de la MSB, se pudo establecer como característica.

- Debía de poder usarse en situaciones de problemas verdaderos.
- No debía ser vaga en el sentido de que tenía que ser un acicate más grande para la acción, más que ser una filosofía general de todos los días.
- No debía ser precisa, como es la técnica, pero debía permitir discernimientos que la precisión pudiera excluir.
- Debía ser tal que cualquier desarrollo en la "ciencia de los sistemas" pudiese excluirse en la metodología y se pudiera usar de ser adecuada en una situación particular.

**FIGURA N° 2.1 Etapas de la metodología de sistemas blandos.**



Fuente: <http://karihelen10.blogspot.pe/2011/05/metodologia-de-los-sistemas-suaves.html>

**a) Situación-problema de manera no estructurada**

En esta etapa inicial el pensador de sistemas realiza la percepción de la situación en que se encuentra una porción de la realidad social afectada por un problema que le hace actuar no de acuerdo a lo que desearía.

En esta acción primaria se trata de determinar el mayor número posible de percepciones del problema y demás expresiones que suceden en una realidad determinada, pudiendo desarrollar de ella la construcción mental más detallada posible de las situaciones que acontecen. En este proceso la observación de los sucesos se ve liberado de las interrelaciones existentes entre los elementos que participan en la porción de la realidad percibida, dejando como función del investigador, percibir elementos, expresiones, entornos y demás hechos no relacionados pero que son relevantes de tal percepción.

Supongamos que la porción de la realidad fuera Trujillo y su problema el transporte, en esta primera parte el investigador percibirá como elementos sin relación a los autos, micros, combis, basura, transeúntes, comercio ambulatorio y formal, estructura de las vías de transporte, señalización etc. y demás sucesos que describen con la mayor precisión la situación que acontece en tal porción de la realidad problemática.

**b) Situación problemática de manera estructurada**

El principio de objetividad y realidad de la problemática debe primar con mayor claridad y precisión, despojándose de conclusiones y puntos de vistas y con la mayor neutralidad posible describiremos la realidad. Se concatenan los elementos que integran la situación problema, haciendo una descripción de los hechos ya ocurridos y los que están ocurriendo como causa de lo que ocurrirá, y recogiendo aspiraciones, intereses y necesidades del Sistema Contenedor del Problema. Lo realizaremos a través de cuadros pictográficos.

**c) Elaboración de definiciones básicas**

Debemos determinar los candidatos a problemas, para establecer los candidatos a soluciones para cambiar la realidad. El investigador establecerá con precisión cada situación real (una definición) y todas deberán interrelacionarse actuando como un sistema.

Rodríguez (1994), es una descripción concisa de un sistema de actividad humana, desde un tipo de punto de vista específico que se creé será útil para mejorar la situación o resolver el problema. En este sentido toda propuesta dada viene hacer una definición particular del investigador o investigadores de la realidad, esto no implica que el sistema seleccionado sea necesariamente el deseable y ciertamente tampoco que este sea el sistema que se deba diseñar e implementar en el mundo real, es parte de una visión posible, determinándose que

mientras más puntos de vistas tenga de la situación problema, más concreta será la definición del proceso de transformación a desear.

Para la verificación de una adecuada definición básica utilizaremos el análisis CATDWOE, para esto se establecerá los siguientes componentes:

- Cliente (C): Quienes obtienen algún beneficio del sistema.
- Actores (A): Los que transforman las entradas en salidas y realizan las actividades definidas en el sistema.
- Proceso de transformación (T): Se muestra el cambio que se verificará en las salidas.
- Weltanschüüngen (W): Hace el proceso de transformación significativo en el contexto.
- Owners (O): El propietario, es quien puede comenzar y cerrar el sistema, asumiendo toda la responsabilidad y la autonomía en su decisión (voto).
- Environment (E): Medio ambiente, son elementos externos que debemos tener en consideración. Son restricciones incluyen políticas organizacionales, así como temas legales y éticos, tal que pueden ser favorables o desfavorables.

#### **d) Elaboración de modelos conceptuales**

En base a la definición básica que se realice, se podrá construir un modelo conceptual que permitirá tener una visión global y propia del problema y su posible solución; convirtiéndose adecuadamente en

un reporte de las actividades que el sistema debe hacer para convertirse en el sistema nombrado en la definición.

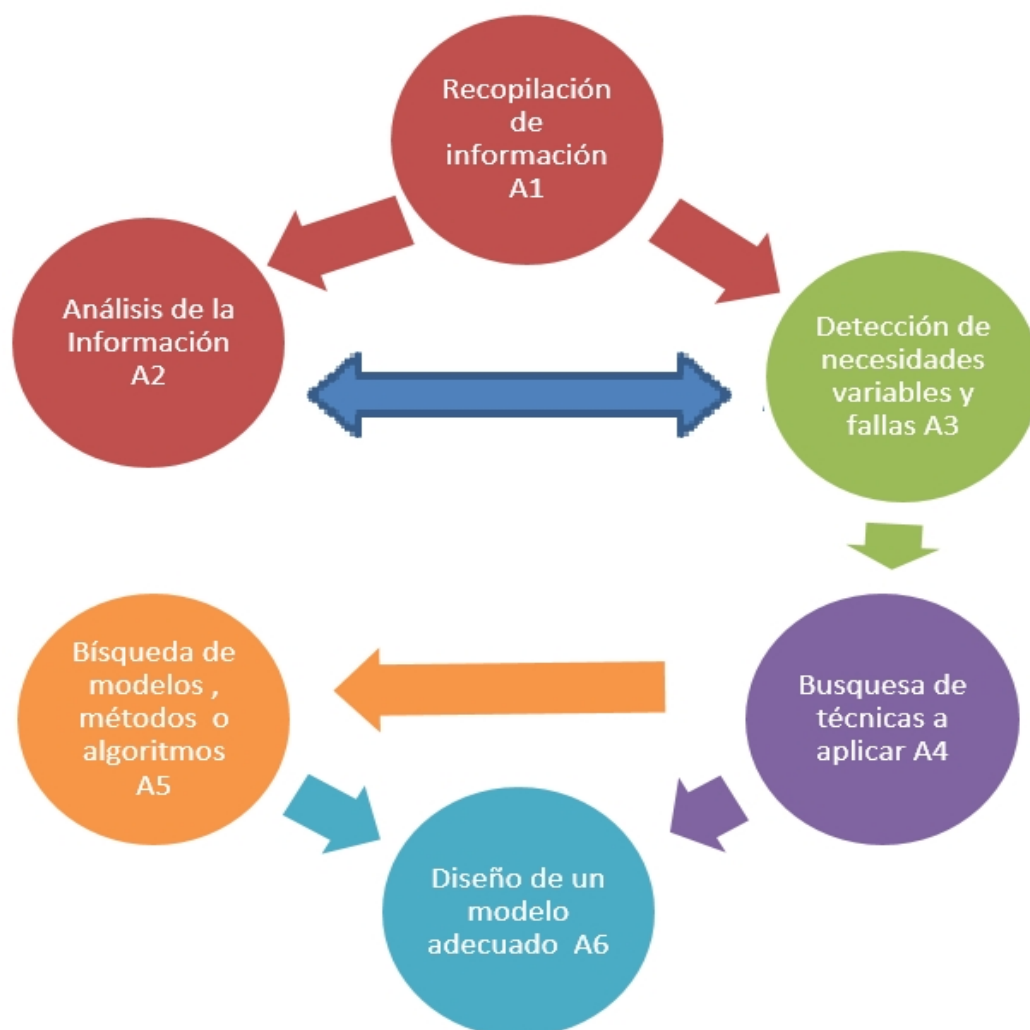
Aquí se aplicará la técnica del modelado que consiste en ensamblar sistémicamente una agrupación mínima de verbos que describen actividades que son necesarias en un sistema especificado en la definición básica y que están unidas gráficamente en una secuencia de acuerdo a la lógica.

### **Actividades de descripción**

- A1** Recopilación de información real del problema de la basura electrónica.
- A2** Análisis de la información.
- A3** Detección de fallas y variables significativas al comportamiento del problema.
- A4** Búsqueda de técnicas requeridas para resolver las necesidades de la Institución o empresa.
- A5** De acuerdo a la problemática de la entidad realizar la búsqueda de modelos, métodos y algoritmos existentes del problema de la basura Electrónica (VRP) o variantes del mismo y técnicas heurísticas que mejor se apeguen a la problemática existente.
- A6** En caso de no contar con A5 diseñar un modelo a las necesidades de la empresa utilizando información real del problema.



**FIGURA N° 2.2: Visión global de actividades para representar modelos conceptuales.**



*Elaboración: Propia.*

**e) Comparación de la situación estructurada**

Se realiza previamente una comparación de los Modelos Conceptuales con la situación de la realidad problemática estructurada.

**f) Cambios factibles y deseables.**

Se determina las semejanzas y diferencias, se procede a ejecutar aquellas propuestas en la etapa anterior que lleva a

transformar la situación problema, cambios que deben ser observados, medidos y evaluados en todos sus planos; de esta forma poder garantizar su eficiencia con el menor riesgo además de satisfacer las necesidades del cliente y los objetivos del dueño.

#### **g) Proceso de implantación en el mundo real**

Este proceso consiste en la puesta en marcha de los cambios deseables y factibles que permitirá dar solución al problema, el desarrollo de cada etapa permite el arribo a esta, sin embargo, se pueden presentar situaciones imprevistas que devendrán en un ciclo de permanente conceptualización y retroalimentación en busca de una mejora continua.

#### **2.2.4. Residuos solidos**

Según Larios & Ponce (2011) Los residuos son aquellos objetos que han dejado de desempeñar la función para la cual fueron creados, se considera que ya no sirven porque no cumplen su propósito original; y, por tal motivo, son desechados. Sin embargo, éstos pueden ser aprovechados si se manejan de forma adecuada. Ahora bien, un desecho o basura es un producto resultado de las actividades humanas que ya no tiene valor ni utilidad, y es llevado directamente a un botadero. Hay objetos o materiales que son residuos en ciertas situaciones, pero que en otras se aprovechan. En los países desarrollados se tira diariamente a la basura gran cantidad de cosas que en los países en vías de desarrollo, como Perú, se utilizarían de nuevo o seguirían siendo bienes valiosos.

### 2.2.5. Residuos electrónicos.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la basura electrónica o “e-waste” se define como cualquier dispositivo que utilice un suministro de energía eléctrica que haya alcanzado el fin de su vida útil. El problema con este tipo de residuos es que no existe un manejo adecuado para el destino final de los mismos, así como también hace falta infraestructura específica para su tratamiento.

La basura electrónica es generada por computadoras, televisiones, impresoras, celulares, entre otros objetos los cuales las personas descartan, y la cantidad está aumentando cada día, por las mejoras en la tecnología y también en el estándar de la misma.

Según, Third International E-Waste design competition (2012) Por medio de encuestas se puede observar como una gran parte de la población no tiene en consideración la contaminación al medio ambiente que ciertos componentes de estos objetos electrónicos tienen, Como se puede observar muchas de las personas encuestadas respondieron que son conscientes, aunque realmente no saben las opciones que hay cuando tienen un objeto electrónico obsoleto que quieren desechar o simplemente no lo necesitan más.

Por más de que la mayoría de los participantes de las encuestas hayan respondido que guardan los objetos, ninguno de ellos mencionó el reciclaje y muy pocos los dona o regala. También se puede observar una pequeña porción que tira los objetos, la cual debe estar desinformada de

las consecuencias que este acto puede llegar a producir al medio ambiente.

Mucha gente poco informada sobre el tema debe preguntarse porque reciclar los residuos electrónicos es importante para mantener al medio ambiente limpio. Lo es ya que mediante el reciclaje de las mismas se evita que químicos tóxicos, como puede ser el mercurio o dioxinas afecten el aire, agua y tierra y se presenta la oportunidad de usar nuevamente estos componentes para la realización de nuevos productos, evitando tener que extraer más materia prima de la Tierra, reduciendo también la contaminación el gasto de energía y el efecto invernadero. A review of the case of uncontrolled electronic-waste recycling, Environmental Pollution (2007).

En el mundo cada año se generan de 20 a 50 millones de toneladas de chatarra electrónica, y debido a sus componentes que tienen un nivel de toxicidad elevado, al ser quemados o reciclados en medio ambientes donde no se los controla ni maneja de manera adecuada, los residuos electrónicos resultan causando un daño significativo respecto a la salud y al medio ambiente. Lo que debe buscar nuestra sociedad son formas seguras y económicas de manejar estos desechos, para lo cual los gobiernos tendrán que inevitablemente invertir grandes sumas de dinero para mejorar la tecnología de esta industria, aunque también será necesario elevar el nivel de educación sobre este tema, para facilitar el servicio de reciclaje.

La basura electrónica no solo daña al medio ambiente, sino que también daña a la salud de las personas, mediante distintos efectos que causan ciertos componentes de los objetos electrónicos, como pueden ser el cromo, mercurio, cadmio, selenio y plomo. Estos causan una gran amplitud de consecuencias en el cuerpo humano erupciones cutáneas, malestar de estómago y úlceras, problemas respiratorios, debilitamiento del sistema inmune, daño en los riñones e hígado, alteración del material genético, por parte del cromo y por el mercurio, daño al sistema nervioso, a las funciones del cerebro, al ADN y cromosomas, entre otras consecuencias. Efectos de la basura electrónica en la salud humana.

### **Aparatos eléctricos y electrónicos convertidos en desechos**

En la actualidad la línea de separación entre la electrónica y la electricidad es ligera, demasiada pequeña, por no decir nula, por lo tanto, de manera general se define como aparato o equipo eléctrico y electrónico a todo aquel que funcione adecuadamente a base de electricidad como fuente de energía. Estos aparatos cuando dejan de ser utilizados porque han cumplido con su ciclo de vida útil para una necesidad determinada, pasan a constituirse como todo en la vida en elementos llamados residuos o desechos cuya nomenclatura en español es RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) o en inglés WEEE (Waste Electrical and Electronical Equippament).

Por todos es conocido que estos aparatos son utilizados tanto a nivel industrial, comercial, educativo, doméstico y personal, pues representan ventajas competitivas y marcan el grado de paridad en su

avance con el desarrollo tecnológico. Por tanto es necesario identificar a los principales aparatos que con el tiempo se convierten en residuo, pudiéndose mencionar a los siguientes:

- Herramientas eléctricas.
- Lámparas fluorescentes.
- Computadores de escritorio.
- Computadores portátiles.
- Monitores.
- Impresoras.
- Scanner.
- Video Cámaras.
- Equipos de Audio.
- Televisores.
- DVD.
- Juguetes electrónicos.
- Teléfonos Fijos.
- Teléfonos Móviles.
- Electrodomésticos en general.
- Tarjetas electrónicas utilizadas en el control industrial.

Basta una simple inspección no tan rigurosa, para darnos cuenta que la gran mayoría de estos aparatos están constituidos por elementos

como: metales, vidrios y plásticos que por el tipo de inspección en primera instancia no parecerían.

Según el Ing. Castellanos, N. (2005) y demás coautores en su trabajo “la chatarra electrónica, la contaminación ambiental y su efecto económico”, presentado en el XVI FORUM de ciencia y técnica en la Habana, Cuba 2005, los desechos electrónicos generalmente están constituidos por: polímeros en un 30% (plásticos), óxidos refractarios en un 30% (cerámicos) y por metales en un 40%. A su vez a los metales presentes en la chatarra electrónica se los puede dividir en dos grupos:

#### **A. Metales Básicos**

- Cobre del 20% al 50%
- Hierro del 8% al 20%
- Níquel del 2% al 5%
- Estaño del 4% al 5%
- Plomo aproximadamente 2%
- Aluminio del 2% al 5%
- Zinc del 1% al 3%

#### **B. Metales preciosos**

- Oro de 170g a 850g aproximadamente el 0.1%
- Plata de 198g a 1698g aproximadamente el 0.2%
- Paladio de 3g a 17g aproximadamente el 0.005%.

Un análisis más profundo, revela, por ejemplo:

- Que, entre los metales, no solamente se encuentran los ya mencionados, sino también el bismuto y los denominados metales pesados como el arsénico, el cadmio, el cromo, el mercurio y el selenio.
- Diversos tipos de plásticos con o sin retardante de llama.
- La presencia de vidrio en aparatos visualizadores como las modernas pantallas de cristal líquido o los tradicionales tubos de rayos catódicos.
- La presencia de dispositivos como acumuladores, pilas y baterías, capacitores, resistores, relés, sensores, conductores, circuitos impresos, medios de almacenamiento de datos, elementos de generación de luz, sonido y calor, etc.

### **Componentes peligrosos en los dispositivos eléctricos y electrónicos.**

Entre los componentes de los elementos eléctricos y electrónicos, se encuentran sustancias y materiales tóxicos, como los metales pesados, los Bifenilos Policlorados, los Éteres Bifenílicos Polibromados y materiales que al incinerarse en condiciones inadecuadas son precursores de la formación de otras sustancias tóxicas como las dioxinas y los furanos, todas estas ambientalmente problemáticas.

Por esta razón, la eliminación de los residuos electrónicos se viene constituyendo en un grave problema ya que, por ejemplo: “cada monitor



de computadora o pantalla de televisor contiene entre 2 y 8 libras de plomo” Martínez (2008). “Ese plomo lo absorbemos cuando esa pantalla va a un tiradero en el campo, en el suelo, a lo largo de los años se desintegra y, cuando llueve, pasa a los mantos freáticos. Eventualmente, a largo plazo, tomaremos agua de ahí, entonces nos llegará el plomo al organismo” Daniel, S. (2008).

De la misma manera al acumularse al aire libre, los demás componentes peligrosos, contaminarán el suelo, el agua y el aire seguramente provocando en poco tiempo la aparición de problemas graves de salud.

A continuación, y con la ayuda de las Fichas Internacionales de Seguridad Química, se hace una caracterización de los componentes peligrosos, con el propósito de aportar con argumentos, del porqué los Residuos Electrónicos se están constituyendo en un gran problema para la humanidad.

### **Plomo**

Se presenta como plomo u óxido de plomo, en soldaduras, en placas de baterías, en los tubos de rayos catódicos de los computadores y televisores. Se calcula que un televisor contiene cerca de 2 kg. de plomo y un computador personal cerca de 0,4 kg.

Se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión. La evaporación a 20°C (temperatura ambiente) es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de

partículas en el aire. La exposición de corta duración puede causar efectos en el tracto gastrointestinal, sangre, sistema nervioso central y riñón, dando lugar a cólicos, shock, anemia, daño renal y encefalopatías. La exposición puede producir la muerte. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica. La exposición prolongada o repetida puede afectar al tracto gastrointestinal, sistema nervioso, sangre, riñón y sistema inmunológico, dando lugar a cólicos graves, parálisis muscular, anemia, cambios en la personalidad, retardo en el desarrollo mental, nefropatías irreversibles. Puede causar retardo en el desarrollo en los recién nacidos. Posibilidad de efectos acumulativos.

Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial al aire y al agua. En la cadena alimenticia referida a los seres humanos tiene lugar bioacumulación, concretamente en vegetales y organismos acuáticos, especialmente en los peces.

### **Mercurio**

Se estima que más del 90% del mercurio de los RAEE proceden de las pilas y sensores de posición, aunque también se encuentra en pequeñas cantidades en los relés y tubos fluorescentes.

Se puede absorber por inhalación, a través de la piel y también como vapor. Por evaporación, esta sustancia a 20°C se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire. Por exposición de corta duración, la inhalación del vapor puede originar neumonitis. El mercurio puede causar efectos en el riñón y en el sistema nervioso central. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda

vigilancia médica. Por exposición prolongada o repetida, la sustancia puede afectar al sistema nervioso central y al riñón, dando lugar a inestabilidad emocional y psíquica, temblores, alteraciones cognitivas y del habla. Peligro de efectos acumulativos. La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.

En cuanto al medio ambiente, esta sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos. En la cadena alimenticia referida a los seres humanos tiene lugar bioacumulación, concretamente en los peces.

### **Cadmio**

Se estima que más del 90% del cadmio de los RAEE procede de las pilas recargables, también se puede encontrar en determinados componentes de los circuitos impresos y es utilizado como estabilizador en el PVC.

Al cadmio se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión. La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire. Por efecto de una exposición de corta duración la sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio.

La inhalación del humo puede originar edema pulmonar y fiebre de los humos metálicos. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica. Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida a las partículas de

polvo. La sustancia puede afectar al riñón, dando lugar a proteinuria y disfunción del riñón. Esta sustancia es probablemente carcinógena para los seres humanos.

### **Bario**

Se utiliza generalmente en los paneles frontales de los tubos de rayos catódicos con el propósito de proteger de la radiación a los usuarios.

El bario se puede absorber por ingestión. La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. “Estudios han demostrado, que ciertas exposiciones al bario han causado aumento y endurecimiento del cerebro, flaqueza muscular, daños al corazón y al hígado” BAN (2002).

### **Cromo**

El cromo metálico de la forma cromo 0, se encuentra presente en los elementos ferrosos o acerados pues es un componente de este. El cromo VI conocido como hexavalente se usa en el cromado en las tinturas y pigmentos.

El cromo se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión. La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire cuando se dispersa. El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel.

“La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha determinado que el cromo hexavalente es carcinógeno en seres humanos; en el mismo

sentido el Department of Health and Human Services (DHHS) de los Estados Unidos ha determinado que ciertos compuestos de cromo hexavalente producen cáncer en seres humanos y, la Environmental Protection Agency de Estados Unidos ha establecido que el cromo hexavalente en el aire es carcinogénico en seres humanos” (Román).

### **Arsénico**

Se encuentra en los tubos de rayos catódicos antiguos. El Arsénico se puede absorber por inhalación del aerosol, a través de la piel y por ingestión. La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire. Debido a la exposición de corta duración la sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La sustancia puede causar efectos en el sistema circulatorio, sistema nervioso, riñón y tracto gastrointestinal, dando lugar a convulsiones, alteraciones renales, graves hemorragias, pérdida de fluidos y electrolitos, shock y muerte. La exposición puede producir la muerte. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica. El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. La sustancia puede afectar a las membranas mucosas, piel, riñón e hígado, dando lugar a neuropatías, desórdenes en la pigmentación, perforación del tabique nasal y alteraciones tisulares. La sustancia es carcinógena para los seres humanos.

El Arsénico es tóxico para los organismos acuáticos. Se aconseja firmemente impedir que el producto químico se incorpore al ambiente.

### **Selenio**

Generalmente está presente en los tableros de circuitos como rectificador de suministro de energía.

El Selenio se puede absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión. La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire por dispersión. Por efecto de una exposición de corta duración la sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La inhalación del polvo puede originar edema pulmonar. La inhalación del humo puede originar síntomas de asfixia, escalofríos, fiebre y bronquitis. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La sustancia puede afectar al tracto respiratorio, al tracto gastrointestinal y a la piel, dando lugar a náuseas, vómitos, tos, coloración amarilla de la piel, pérdida de uñas, aliento alíaceo y alteraciones dentales.

### **Los Bifenilos Policlorados (PCB)**

Poseen magnificas propiedades dieléctricas, y de longevidad, no son inflamables y son resistentes a la degradación térmica y química. Los (PCB) tienen 12 congéneres a los que la Organización Mundial de la Salud ha asignado factores de equivalencia de toxicidad por su comportamiento parecido en este aspecto al de la dioxina.

Antes de ser prohibidos eran utilizados en la fabricación de: transformadores eléctricos, condensadores eléctricos, reactancias de lámparas, interruptores eléctricos, relés y otros accesorios, cables eléctricos, motores eléctricos y electroimanes, además era utilizado como plastificante en cloruro de polivinilo, neopreno y otras resinas artificiales.

### **Los Terfenilos Policlorados (PCT)**

Poseen propiedades físicas y químicas muy parecidas a las de los PCB por lo que se les utilizaron en las mismas aplicaciones, son prácticamente insolubles en agua y muy resistentes a la degradación, además de ser menos volátiles que los PCB. Las cantidades que se utilizaron en aplicaciones eléctricas fueron muy pequeñas.

### **Los Bifenilos Policromados (PBB)**

Son sustancias sólidas o cerosas a temperatura ambiente. Son prácticamente insolubles en agua y sumamente resistentes a la degradación.

Los PBB se utilizaban fundamentalmente como retardadores de llama. Se añadían al plástico de acrilonitrilo butadieno estireno, a las pinturas, lacas y a la espuma de poliuretano.

Los residuos electrónicos que contengan o estén contaminados con PCB, PCT o PBB están constituidos por elementos como: condensadores, disyuntores, cables eléctricos motores, electroimanes, interruptores, transformadores, reguladores de voltaje, disolventes, selladores, pinturas, fluidos dieléctricos y plásticos.

### **Retardantes de llama**

Son químicos que se agregan a los componentes plásticos (carcasas) en el caso de los equipos electrónicos, con el propósito de evitar que el fuego se esparza con facilidad. Los más utilizados son los siguientes:

### **Éteres de Polibromodifenilos (PBDEs)**

Son químicos ambientalmente persistentes, algunos altamente bioacumulativos y con capacidad de interferir en el desarrollo normal del cerebro de los animales. Existe la sospecha de que varios de estos PBDSs son disruptores endócrinos y que presentan facilidades para interferir a las hormonas relacionadas con el crecimiento y el desarrollo sexual. Existen estudios en los cuales se ha comprobado que afectan al sistema inmunológico.

### **Tetrabromobisfenol – A (TBBPA)**

Se ha comprobado que pueden interferir con las hormonas tiroideas, que tienen efectos sobre el crecimiento y el desarrollo, se cree además que presentan efectos potenciales sobre otros sistemas hormonales, sobre el sistema inmunológico, el hígado y los riñones.

### **Fosfato de Trifenilo (TPP)**

Es sumamente tóxico para la vida acuática, es un fuerte inhibidor de un sistema de enzimas vitales en la sangre humana. Puede causar dermatitis por contacto en algunas personas y es un posible disruptor endócrino.



### 2.2.6. Impacto Ambiental

Como ya se mencionó anteriormente este tipo de desecho es el de mayor crecimiento en los últimos años, y crece de manera paralela al aumento en el consumo o utilización de nuevos y modernos aparatos eléctricos y electrónicos.

De acuerdo a la descripción que se hizo de los principales componentes de estos aparatos y equipos, sus eliminaciones al dejar de ser utilizados provocan los siguientes efectos:

Por su peso y volumen ocupa gran cantidad de espacio al ser enviados como basura convencional a los llamados vertederos. Al no gestionar técnicamente su eliminación total, el gran peligro constituye la contaminación del suelo, del aire y del agua con sustancias tóxicas para la salud humana que inclusive pueden resultar de la interacción con el medio ambiente que también resultará contaminado acarreando consecuencias sumamente negativas.

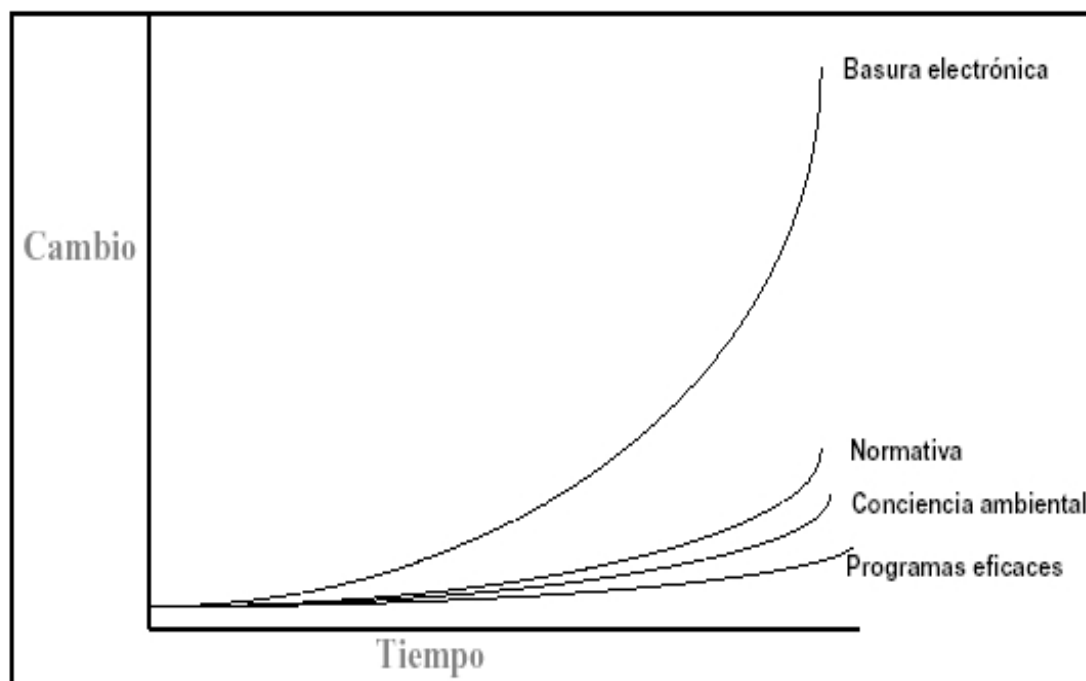
La presencia de muchas personas en los vertederos, gestionando de manera anti técnica este tipo de residuos, con el propósito de obtener de ellos plástico, metales, vidrio y otros materiales con el grave riesgo de resultar afectados por las sustancias tóxicas propias de estos aparatos o de las que se producen como resultado de la interacción con el medio ambiente. Duery, L. (2007).

La imposibilidad de un reciclado fácil, rentable, seguro para los seres humanos y de baja contaminación para el medio ambiente, provoca

grandes consumos de energía y recursos naturales. “Y la situación empeora si se considera el uso de los recursos en el sector electrónico. Fabricar un PC con una pantalla plana de 17 pulgadas, demanda 240 kg de combustible fósil, 22 kg de productos químicos 1500 litros de agua. Otro ejemplo: una planta de chips consume 7 millones de litros de agua cada día. Duery, L. (2007).

Como una consecuencia en el crecimiento de la tasa de renovación tecnológica y la gran acumulación de equipos que han cumplido su ciclo de vida, los aparatos electrónicos y sus residuos crecen más rápido que la implementación de nuevos equipos y mucho más que la conciencia ambiental junto con su normativa y los programas eficaces para su manejo que se fomenten. En el siguiente gráfico se muestra este comportamiento con lo que se llama la “Ley de la basura electrónica”. Prince, A. (2006).

**FIGURA N° 2.3: Ley de la basura electrónica.**



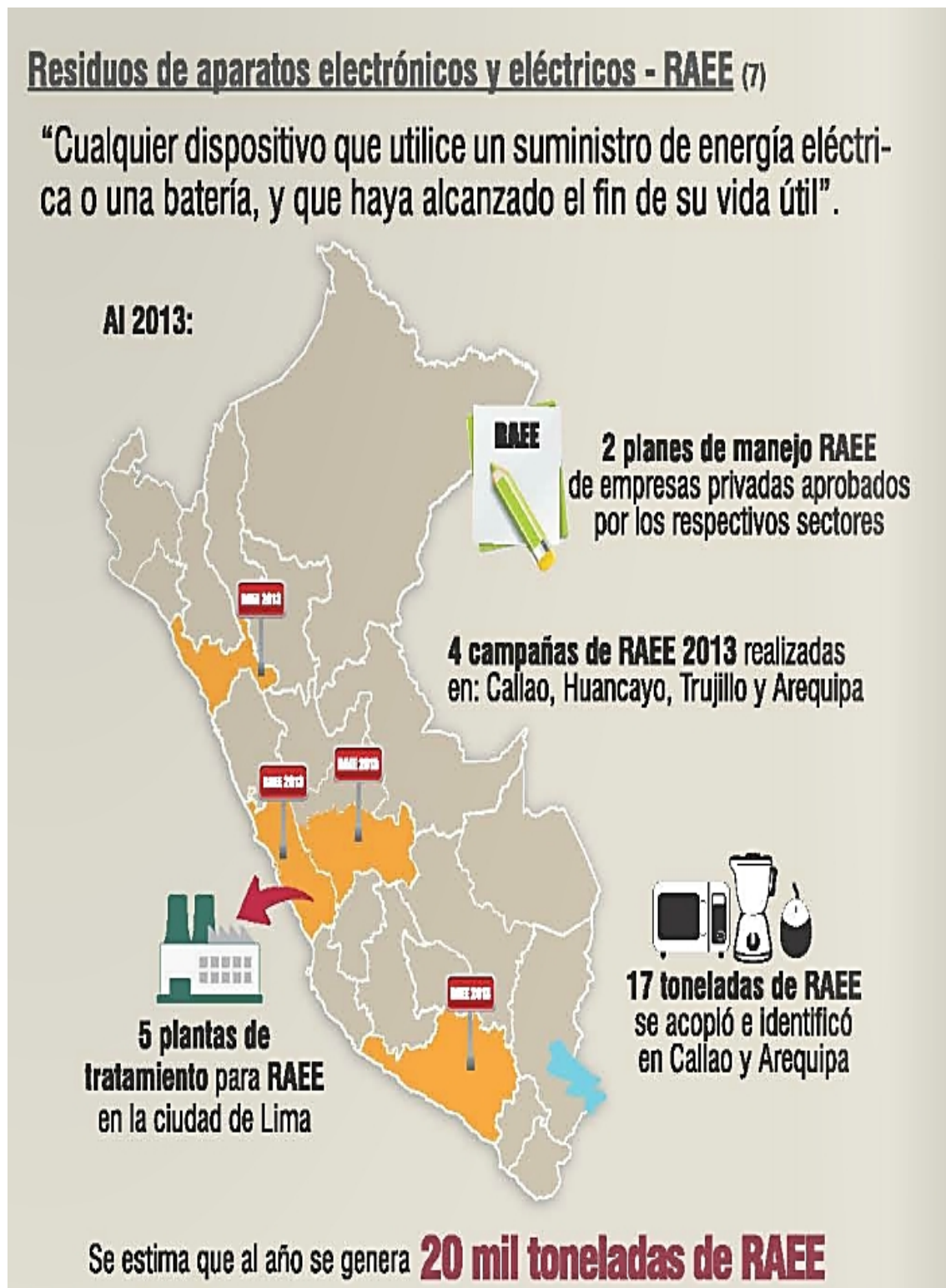
Fuente: Primer Taller de Reciclaje SUR- IDRC  
<http://www.raee-peru.pe/pdf/reglamento.pdf>

Entonces se puede decir que la población requiere que se oficialice un mecanismo serio que ayude al reciclaje de esta basura, ya que su cantidad está creciendo día a día y se tiene que hacer lo posible para detenerla en el menor tiempo posible y de la manera más satisfactoria. Para esto se requiere no solo la ayuda legal, sino también mayor infraestructura, y organizaciones que se dediquen a esto, pero también algo muy importante es la educación de la población. Si el pueblo es educado e informado de los causantes de la basura electrónica el proceso de reciclaje será mucho más exitoso y fácil de realizar y se podrá llegar satisfactoriamente a resultados positivos y notorios en un menor tiempo y finalmente aumentar la cantidad de basura electrónica reciclada.

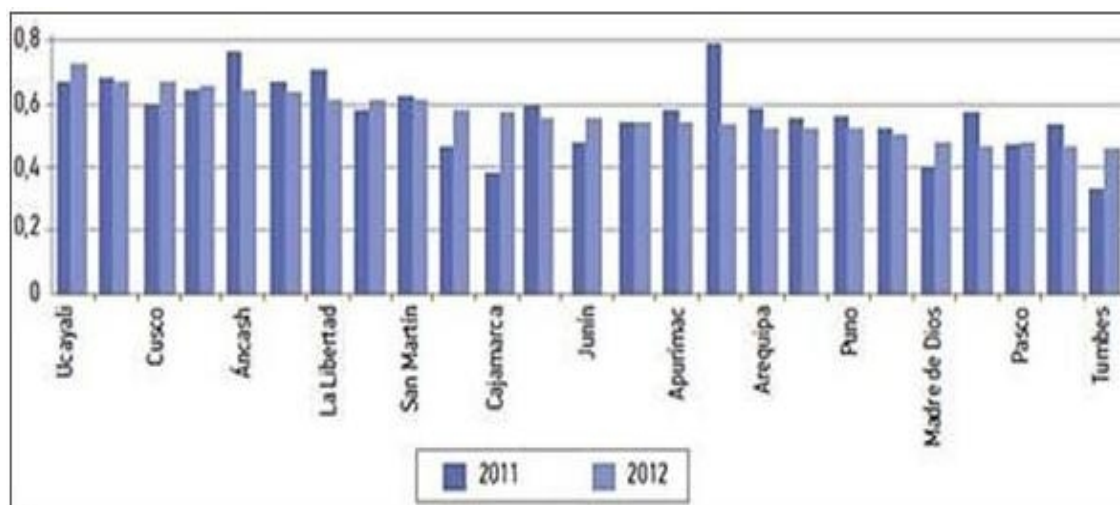
#### **2.2.7. Destino final de la basura recolectada**

La basura que es recolectada por parte de las municipalidades tiene diferentes destinos finales, siendo el principal destino el botadero a cielo abierto, donde el 71,5% (1 mil 243) de las municipalidades depositan la basura recolectada, seguido del relleno sanitario con el 29,9%, quema de basura el 22,1%, reciclaje el 20,9% y tan solo un 3,8% de las municipalidades lo vierten en los ríos, lagunas o en el mar, según datos del Registro Nacional de Municipalidades. Los departamentos de Ancash (100), Cajamarca (92), **Puno (88)** y Lima (87) concentran la mayor cantidad de municipalidades que depositan su basura en el botadero a cielo abierto; mientras que en los departamentos de Madre de Dios (9), Tumbes (12) y Ucayali (14), se registró el menor número de municipalidades que depositan la basura en este destino. (INEI 2013).

FIGURA N° 2.4: Residuos de aparatos electrónicos y eléctricos.



Fuente: SINIA (2014); <http://sinia.minam.gob.pe/>

**FIGURA N° 2.5: Generación de residuos sólidos 2012 (Kg/hab/día).**

Fuente: MINAN (2014), Quinto informe nacional de residuos sólidos municipales y no municipales gestión 2012. Listado oficial, BASE SIGERSOL

### 2.2.8. Reciclaje.

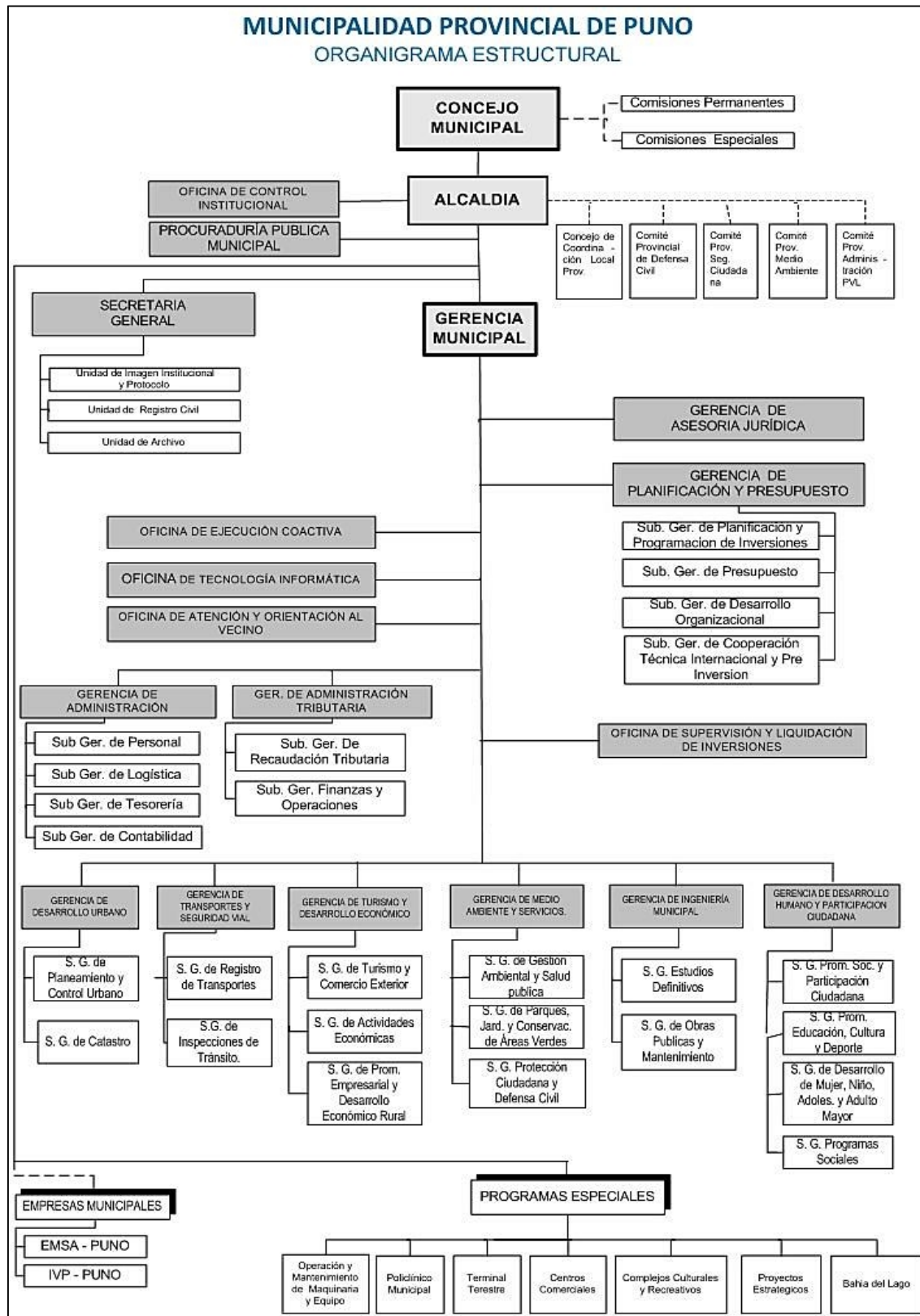
Reciclaje o reciclamiento es la acción y efecto de reciclar (aplicar un proceso sobre un material para que pueda volver a utilizarse). El reciclaje implica dar una nueva vida al material en cuestión, lo que ayuda a reducir el consumo de recursos y la degradación del planeta.

El tratamiento de reciclaje puede llevarse a cabo de manera total o parcial, según cada caso. Con algunos materiales, es posible obtener una materia prima, mientras que otros permiten generar un nuevo producto.

La base del reciclaje se encuentra en la obtención de una materia prima o producto a partir de un desecho. Un producto ya utilizado (como una botella de plástico vacía) puede destinarse a la basura o reciclarse y adquirir un nuevo ciclo de vida (al derretir el plástico y utilizarlo en la fabricación de una nueva botella).

2.2.9. Municipalidad Provincial de Puno:

FIGURA N° 2.6: Organigrama estructural de la Municipalidad Provincial de Puno.



Fuente: <http://www.munipuno.gov.pe/muni7/municipalidad/organigrama2017/03/21>



Es una entidad pública que representa al vecindario, promueve la adecuada prestación de los servicios públicos locales y el desarrollo integral sostenible y armónico de su circunscripción.

Planificando, ejecutando e impulsando a través de los organismos competentes el conjunto de acciones destinadas a promover el desarrollo económico local y proporcionar al ciudadano el ambiente adecuado para la satisfacción de sus necesidades vitales de vivienda, salud, educación, recreación, transportes y comunicaciones.

Como se observa el organigrama de la municipalidad provincial de Puno, la Gerencia de Medio Ambiente y Servicios dirigida por la Lic. Luz Nancy Gallegos Fuentes a través de la Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud Pública es la encargada de la recolección de residuos sólidos de la ciudad de Puno para ser depositados en el relleno sanitario y/o botadero a cielo abierto de Cancharani.

Actualmente viene siendo representada por el Lic. Iván Joel Flores Quispe.

## **FIGARS**

Si bien es cierto que en la Provincia de Puno existe un estudio de carácter ambiental, en ella no se observa específicamente el tipo de contaminación sólida y su correspondiente mecanismo de gestión, tal como aparece en el informe que se encuentra en el municipio de Puno (2013) La Comisión Ambiental Municipal-CAM presidida por el Alcalde de la Municipalidad Provincial de Puno, realizó una evaluación ambiental de la ciudad de Puno, precisando que una de las principales fuentes de

contaminación son los residuos sólidos, debido al incremento de puntos de disposición de residuos sólidos en las vías públicas de la ciudad, la cobertura insuficiente del servicio de recolección de residuos sólidos a domicilio y la inadecuada disposición final la que se realiza directamente a cielo abierto en el botadero de Cancharani, para tales problemas ambientales se aunaron los esfuerzos para realizar de forma conjunta la actualización del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) para la ciudad de Puno, esto en cumplimiento de La Ley 27314 , Ley General de Residuos Sólidos.

La actualización del PIGARS requirió en primera instancia elaborar el diagnóstico, el mismo que ha sido realizado de forma participativa, logrando involucrar de forma activa al Sector Salud, Vivienda y Construcción, PELT, Universidades, Gobierno Regional, Sector Educación, SENATI y diversas organizaciones sociales de base miembros de la CAM con la Municipalidad Provincial de Puno.

El trabajo se ha basado en el procesamiento de la información existente como el estudio de Caracterización de residuos sólidos realizado en la ciudad de Puno a nivel domiciliario, establecimientos comerciales (restaurantes y hoteles), el mercado y la feria de la localidad, la acumulación de residuos electrónicos se dan en un 40% en los contenedores de basura por la zona céntrica de la ciudad, un 30% de las tiendas de reparaciones de artefactos en centros comerciales y un 30% en las zonas periféricas; elaborado por un equipo técnico de la Municipalidad Provincial de Puno a solicitud de los investigadores; y el Diagnóstico Basal de la Gestión y Manejo de los Residuos Sólidos de Generados en Establecimientos de Atención de



Salud en las ciudades de Cusco, Juliaca, Puno y Arequipa en el marco del proyecto “Gestión Integral de Residuos Sólidos Hospitalarios en el Sur del Perú”.

### **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

#### **Metodología**

Una metodología es el conjunto de métodos por los cuales se registrará una investigación científica por ejemplo, en tanto, para aclarar mejor el concepto, vale aclarar que un método es el procedimiento que se llevará a cabo en orden a la consecución de determinados objetivos. Entonces, lo que preeminente hace la metodología es estudiar los métodos para luego determinar cuál es el más adecuado a aplicar o sistematizar en una investigación o trabajo.

#### **Sistemas de información**

Un sistema es un conjunto de componentes que interaccionan entre sí para lograr un objetivo común. Aunque existe una gran variedad de sistemas la mayoría de ellos pueden representarse a través de un modelo formado por cinco bloques básicos elementos de entrada elemento de salida, sección de transformación mecanismo de control y objetivos.

#### **Sistemas Blandos**

Es un sistema no definido, el cual solo puede aplicarse a problemas de contexto real, teniendo en cuenta que puede ser variado o estar en un cambio constante. En otras palabras las opciones pueden ser tomadas en una forma particular para solucionar el problema en debate. Se les da

mayor importancia a la parte social, el componente social de estos sistemas se consideran lo primordial.

### **Ingeniería de sistemas**

Se refiere a la planeación, diseño evaluación y construcción científica de sistemas hombre-máquina. El interés teórico de este campo se encuentra en el hecho de que aquellas entidades cuyos componentes son heterogéneos hombres, maquinas, edificios dinero y otros objetos, flujos de materias primas, flujos de producción, etc.

### **Residuos solidos**

Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

### **Recolección**

Operación de recojo y traslado de los residuos sólidos sea en forma manual o mediante un medio de locomoción para su posterior tratamiento en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada.

### **Tratamiento**

Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y al ambiente.

**Relleno sanitario**

Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.

**Reciclaje**

Toda actividad que permite reaprovechar un residuo sólido mediante un proceso de transformación para cumplir su fin inicial u otros fines.

**Vensim**

Es una herramienta visual de modelización que permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de dinámica de sistemas.

Vensim provee una forma simple y flexible de construir modelos de simulación, sean lazos causales o diagramas de stock y flujo

**Modelo**

Es una representación simplificada de un sistema elaborada para comprender, predecir y controlar el comportamiento de dicho sistema

**Transformación**

El término hace referencia a la acción o procedimiento mediante el cual algo se modifica, altera o cambia de forma manteniendo su identidad.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada es de tipo cuasi experimental, se obtiene los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, se expone y se resume la información de manera cuidadosa y luego se analiza minuciosamente los resultados, a fin de conocer los resultados mediante metodología de los sistemas blandos para optimizar la gestión de residuos sólidos de la municipalidad provincial de Puno.

#### 3.2. DISEÑO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La metodología que se utilizará en este proyecto es la Metodología de Sistemas Blandos, debido a que el problema planteado es de carácter social y de complejidad. El proceso se dará a través de siete etapas desarrolladas bajo un criterio técnico en las cuales, se realizará un estudio minucioso de la información de la entidad en relación a los actores que se beneficiarán directamente: la población en su casa, las instituciones educativas públicas y

privadas, las empresas, los recicladores informales, y quienes forman parte de la solución del problema: la gerencia de Medio Ambiente y Servicios de la Municipalidad Provincial de Puno, recicladores formales y empresas comercializadoras de aparatos electrónicos.

### 3.3. POBLACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Según el INEI la población en el año 2015 es de 141 064 habitantes. Población que se considerará en nuestro trabajo de investigación, quienes generan residuos electrónicos en forma diaria, mensual y anual en forma silenciosa sobre el cual se recolectan los datos mediante las entrevistas y proyecciones para poder obtener la información necesaria para el estudio de investigación.

### 3.4. MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

La muestra será al azar según el criterio del investigador y la información obtenida, se trabajará por segmentos entre trabajadores o recolectores de contenedores de basura, instituciones educativas, empresas, oficinas y recicladores. Según información elaborada y recopilada por los investigadores con apoyo de personal del municipio provincial.

**CUADRO N° 3.1: Muestra al azar de la población**

SECTORES	POBLACIÓN	MUESTRA
Centros comerciales	10	4
Instituciones educativas	158	10
Recicladores	210	40
Recogedores de contenedores por sectores	259	20

*Elaboración: Propia.*

### 3.5. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

El objeto de estudio se encuentra ubicado en el ámbito de la Municipalidad Provincial de Puno.

Para el desarrollo se siguió los siguientes pasos:

- a) Coordinación con el personal de la Municipalidad Provincial de Puno, en forma personal con la autoridad edil sobre la ejecución del proyecto de tesis para recibir las facilidades de los datos que se necesitarán.
- b) Revisión y recopilación de información existente sobre el manejo de residuos sólidos en la localidad de Puno con la finalidad de obtener un diagnóstico de la Gestión Actual de Manejo de Residuos Sólidos.
- c) Se siguió con la evaluación de las etapas del manejo de los residuos sólidos (generación y almacenamiento, recolección, transporte y disposición final), con la aplicación de dos métodos o técnicas: observación directa y mediciones.
- d) Muestreo Aleatorio Simple; este método de muestreo consiste en la selección de las unidades muestrales (viviendas), para la determinación de la producción per cápita de los RSD, tomados de una población universal de tal forma que cada una de las muestras posibles tuvo la misma probabilidad de ser escogida por los investigadores.

### 3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN

Los recursos o materiales que se utilizaron para la recolección de los datos son:

- **Entrevistas Personales:**

Consiste en tener en círculos pequeños, reuniones con el entrevistado, con pobladores, comerciantes, recicladores, trabajadores y autoridades donde se realizarán preguntas definidas para de este modo se tenga información de lo que cada entrevistado sepa, opine y aporte a nosotros.

- **Registros digitales:**

Conjunto de datos digitales que se encuentren en las entidades públicas como el Municipio, INEI, etc. se realizarán la revisión de dichos registros.

- **Observaciones:**

Los investigadores realizarán el registro de sus visitas, experiencias y observaciones realizadas durante la investigación.

- **Simulaciones:**

Representaciones en modelos que serán analizadas, reformuladas y medidas.

### 3.7. TRATAMIENTO DE DATOS

Se utilizará las comparaciones entre los datos reales y los de la simulación, hallándose el margen de error basándonos en la fórmula:

$$E = 1 \times \frac{(R - R)}{R}$$

Según esta fórmula se tiene un error, con la cual hemos cuantificado nuestro modelo.

### 3.8. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos recolectados fueron tabulados en hoja de cálculo electrónico Excel y para su representación se utilizaron gráficos estadísticos.

### 3.9. INSTRUMENTOS

#### Hardware

- Computadora personal Laptop.
- Computadora de escritorio.
- Impresora Láser.
- Memoria USB.
- Discos Compactos.

#### Software

- Microsoft Windows.
- Microsoft Office
- Vensim.
- SPSS v.22



### 3.10. LOCALIZACIÓN Y ÁMBITO DE ESTUDIO

La población y el ámbito de estudio está conformado en el distrito de Puno, provincia de Puno, departamento de Puno.

**CUADRO N° 3.2: Población según censo por año del distrito de Puno**

Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Población	131,856	133,218	134,578	135,933	137,256	138,548	139,816	141,064

Fuente: <https://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/#>

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. ETAPA I: SITUACIÓN NO ESTRUCTURADA

En esta etapa iniciamos con el reconocimiento del sistema que conforma la situación problemática, que es la actual gestión de residuos electrónicos y el plan de gestión de residuos electrónicos que se ha realizado para mejorar las condiciones del servicio de residuos hacia la población de Puno, desde su generación hasta la deposición final.

De la misma manera se visualizará como parte del sistema elementos como el ambiente externo y las limitaciones que son las leyes vigentes sobre la actual gestión de residuos sólidos, las ordenanzas y decretos.

**FIGURA N° 4.1: Sistema percibido.**

*Elaboración: Propia.*

#### 4.2. ETAPA II: SITUACIÓN ESTRUCTURADA

En esta etapa concatenaremos a todos aquellos que se encuentran involucrados con la problemática es decir aquellos que forman parte del sistema contenedor del problema y el sistema solucionador del problema.

FIGURA N° 4.2: *Situación estructurada.*

*Elaboración: Propia.*

#### 4.3. ETAPA III: DEFINICIONES RAÍCES

En esta etapa se realizará una definición básica de los sistemas de actividad humana que forman parte del problema, mediante el sistema relevante, tales como la Municipalidad de Puno, el Ministerio del Medio Ambiente, Municipalidad y empresas comercializadoras. Se utilizará la técnica del análisis CATDWE:

## MUNICIPALIDAD DE PUNO

**Sistema relevante:** Es un conjunto de S.A.H encargado de realizar la gestión de residuos sólidos.

**Definición Básica:** Es el órgano de gobierno Local promotor del plan de gestión de residuos sólidos en mejora de las condiciones del servicio.

### 4.3.1. Análisis CATDWE:

**Cliente (C):** La población.

**Actores (A):** Gobierno Local.

**Proceso de transformación (T):**

**Weltanschüüngen (W):** Mejorar el servicio de residuos electrónicos.

**Dueño (D):** Municipalidad de Puno.

**Restricciones ambientales (E):** Leyes, ordenanzas municipales, recicladores formales y plantas de tratamiento.

**FIGURA N° 4.3: *Proceso de transformación***



*Elaboración: Propia.*

PROPUESTA

FIGURA N° 4.4: Cuadro pictográfico.



Elaboración: Propia.

4.4. ETAPA IV: MODELOS CONCEPTUALES

Para comenzar con la elaboración de un modelo primero realizamos una descripción del sistema, se realiza las respectivas relaciones de influencia así se tendrá una visión más amplia y se podrá crear los diagramas causales, en los diagramas de Forrester se realiza el modelo matemático para realizar la simulación en un programa. Todo se centra en el consumismo de la población, por lo que la simulación tiene su eje en las ventas de productos electrónicos que se van a realizar:

#### 4.4.1. Proceso de transformación de ventas

El proceso de ventas tiene el siguiente proceso de transformación, una persona tiene la necesidad de comprar un artículo electrónico, para cumplir su objetivo realiza una serie de actividades (transformación), una vez que cumpla el deseo de comprar se tendrá una necesidad satisfecha.

**FIGURA N° 4.5: Proceso de transformación de ventas.**



*Elaboración: Propia.*

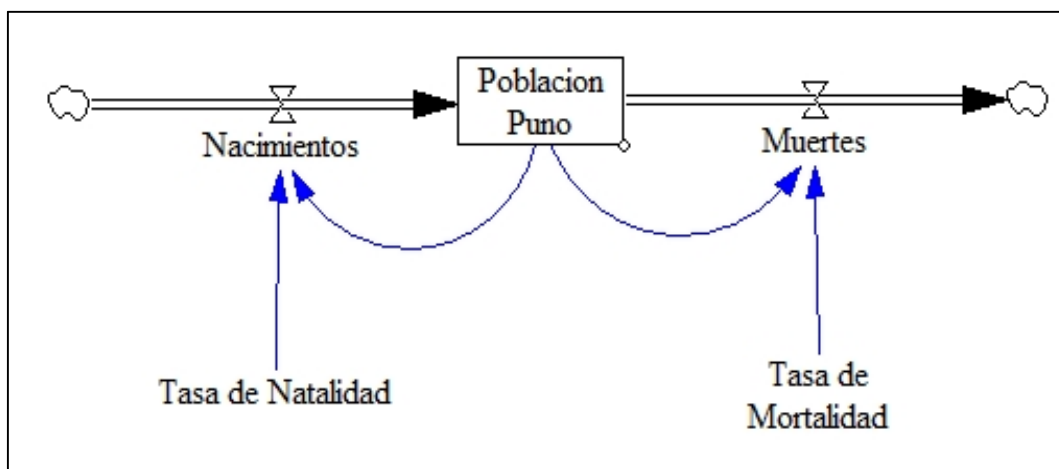
R1 : Necesidad de comprar

R2 : Acción de compra venta

R3 : Necesidad satisfecha

Para construir el modelo empezamos con el análisis del crecimiento poblacional en el distrito de Puno, tomando como base los datos del INEI, que nos indica que el 2010 año que hemos tomado como base para la simulación, la población era de 134,578 habitantes en Puno distrito con una tasa de nacimientos de 2.23 por cada mil habitantes y una tasa de mortalidad de 0.85 por cada mil habitantes

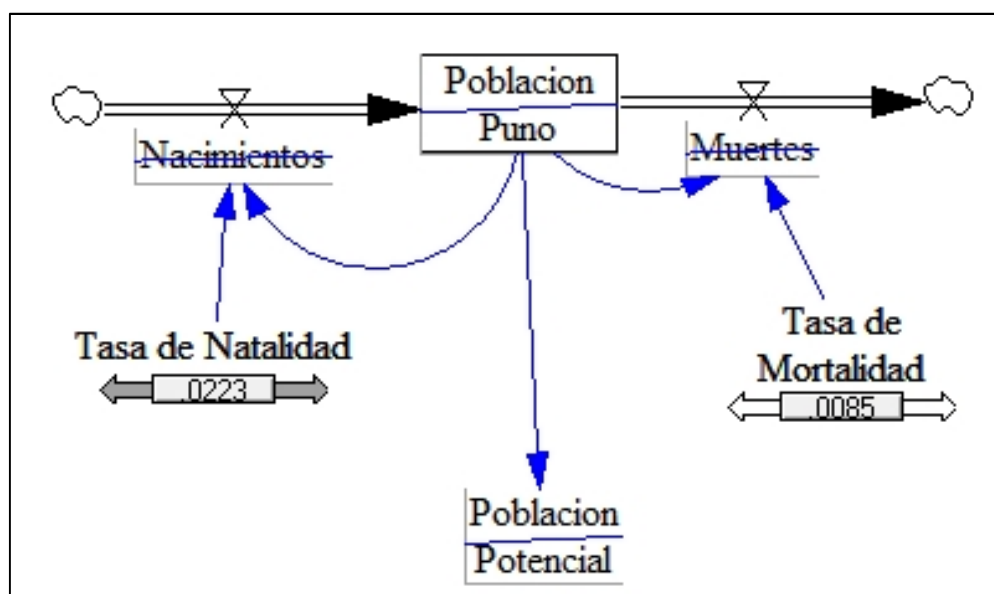
**FIGURA N° 4.6: Diagrama de flujo del modelo para el análisis del crecimiento poblacional en la ciudad de Puno.**



*Elaboración: Propia.*

Como población potencial se ha considerado a los adultos mayores con poder adquisitivo que de acuerdo con el INEI es del 48.5% de la población.

**FIGURA N° 4.7: Diagrama de flujo del modelo para la población potencial.**



*Elaboración: Propia.*



#### 4.4.2. Productos Electrónicos Nuevos

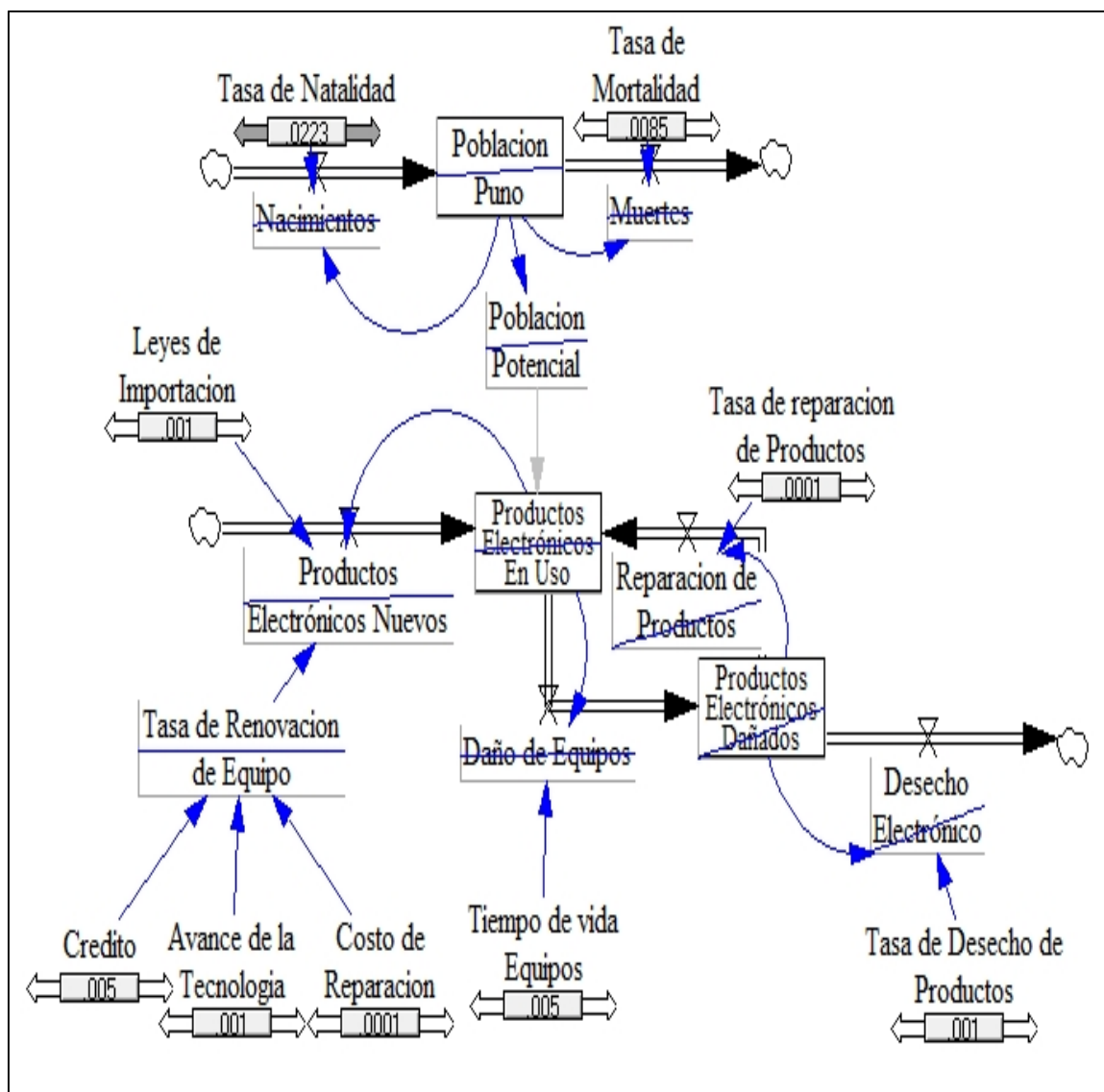
De acuerdo con el INEI el 91% de la población económicamente activa tiene teléfono fijo o teléfono móvil (celular) y renueva celulares una vez por año en promedio.

De acuerdo con el INEI el 31% de la población económicamente activa tiene al menos una computadora o una laptop y renueva equipos una vez cada 3 años en promedio.

De acuerdo con el INEI el 84% de la población económicamente activa tiene al menos un televisor y una radio y renueva equipos una vez cada 5 años en promedio.

De acuerdo con el INEI el 40% de la población económicamente activa tiene adicionalmente otros aparatos electrónicos y renueva estos aparatos una vez cada 8 años en promedio. Con esos datos construimos el modelo de simulación en VENSIM

**FIGURA N° 4.8: Diagrama de flujo del modelo de simulación de productos electrónicos, en VENSIM**

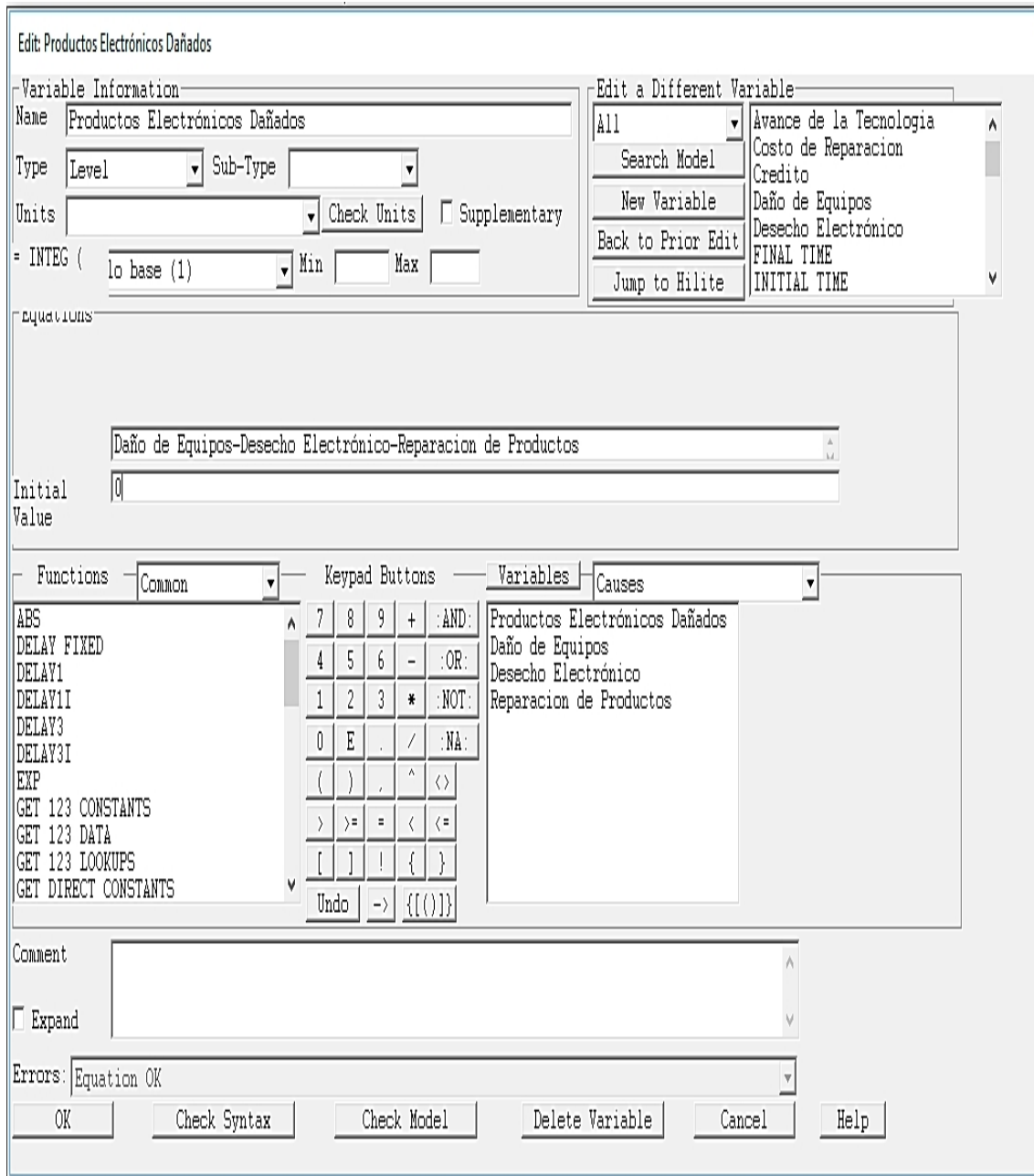


Elaboración: Propia.

#### 4.4.3. Variables Inherentes al Sistema

**Productos Electrónicos Dañados.** Son los productos que han sido dañados por diferentes factores, durante su uso.

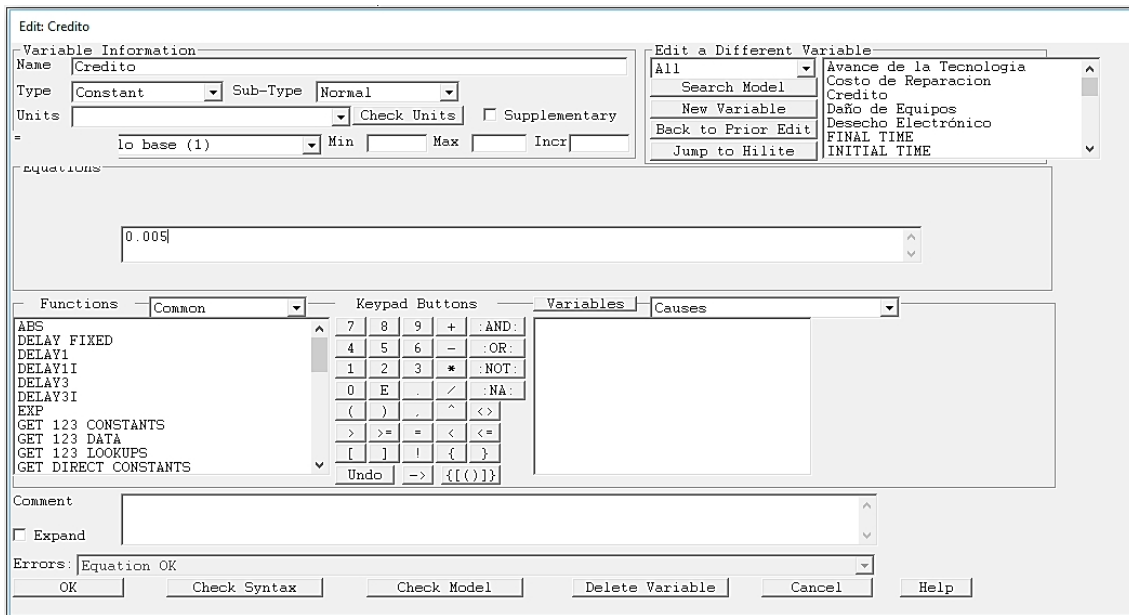
**FIGURA N° 4.9: Editor para la variable de productos electrónicos dañados.**



*Elaboración: Propia.*

**Crédito.** Variable que nos permite representar los productos adquiridos a crédito, en los distintos comercios del distrito.

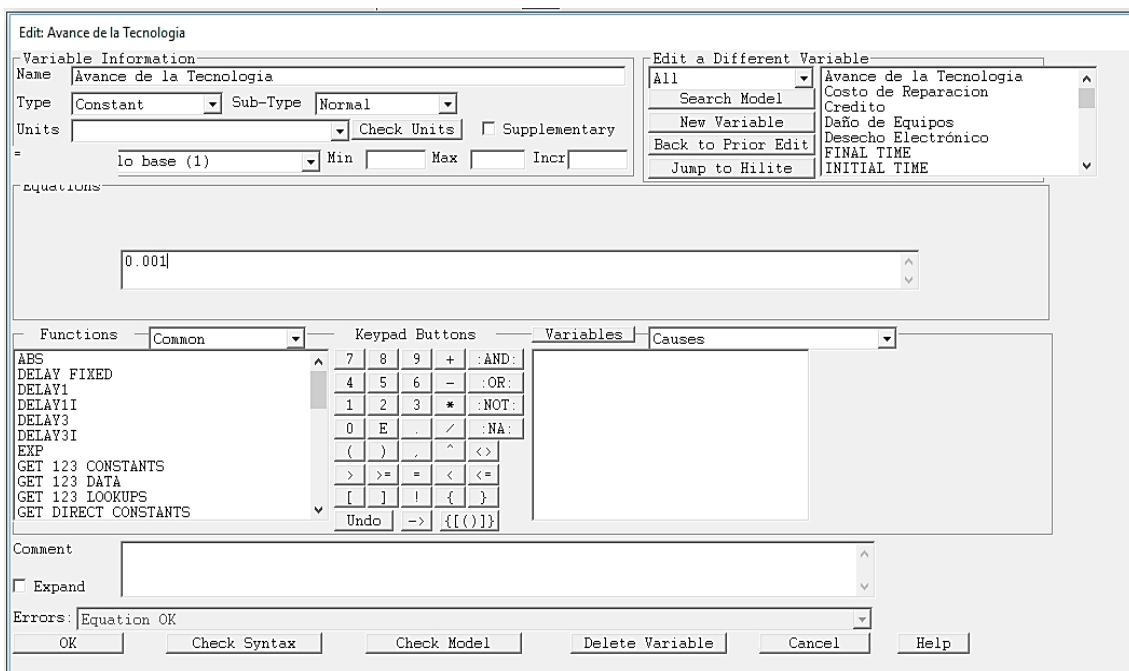
**FIGURA N° 4.10: Editor para la variable crédito**



*Elaboración: Propia.*

**Avance de la Tecnología.** Variable importante en el sistema que representa el consumismo de la población, la necesidad superflua de renovar equipos por las mejores características y prestaciones.

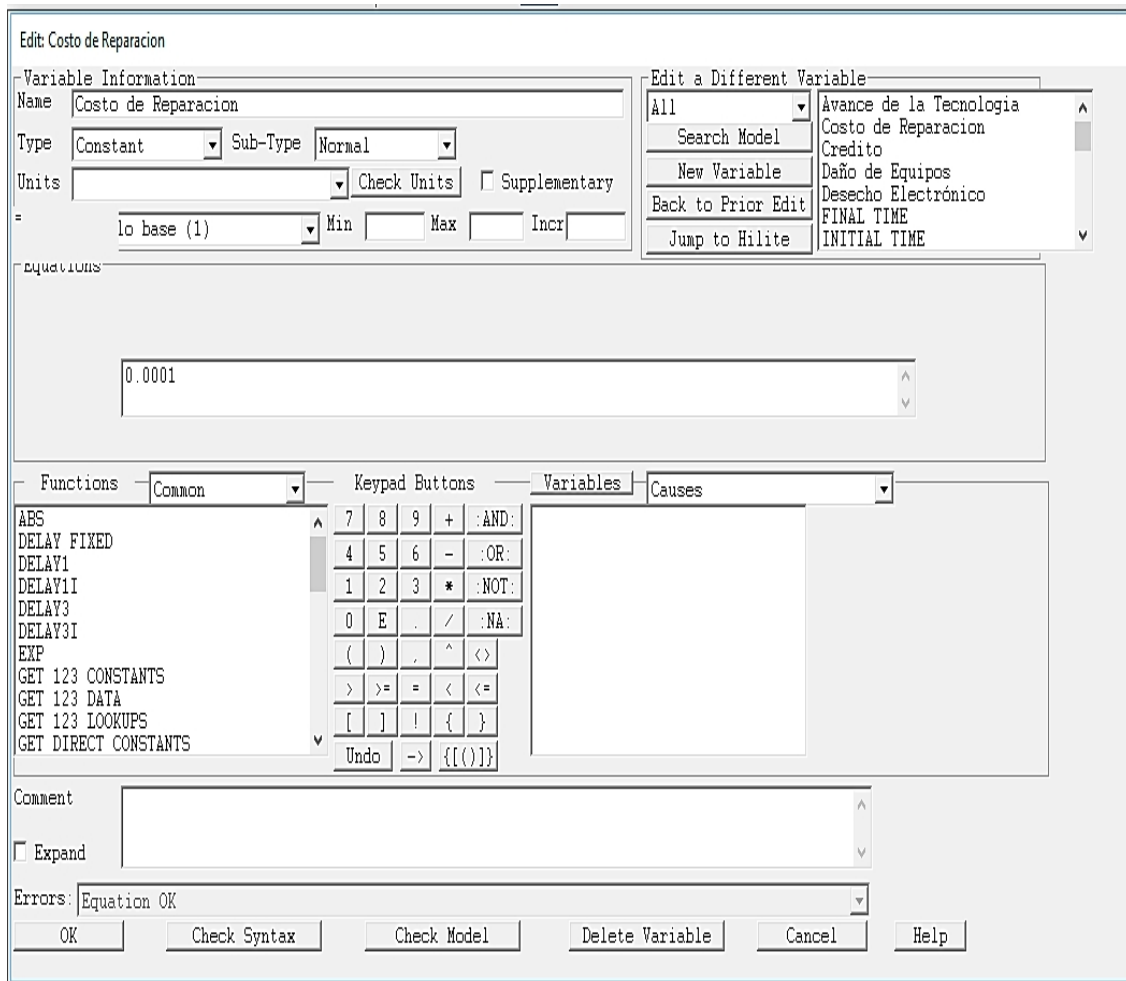
**FIGURA N° 4.11: Editor para la variable avance de la tecnología.**



*Elaboración: Propia.*

**Costo de Reparación.** Variable que representa los costos de reparación, ya que los equipos actuales se dañan rápidamente debido al uso y la obsolescencia programada desde su fabricación.

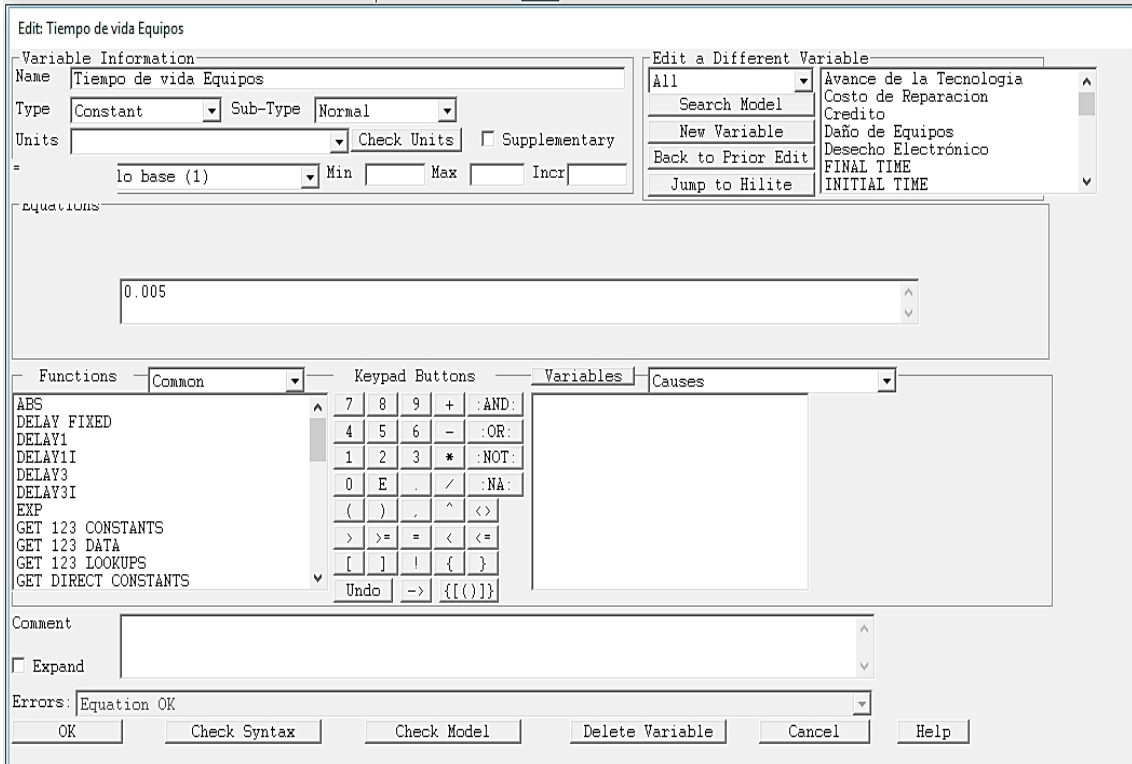
**FIGURA N° 4.12: Editor para la variable costo de reparación**



*Elaboración: Propia.*

**Tiempo de Vida de Equipos.** Variable que representa el tiempo de vida de los productos, considerando su tipo y uso.

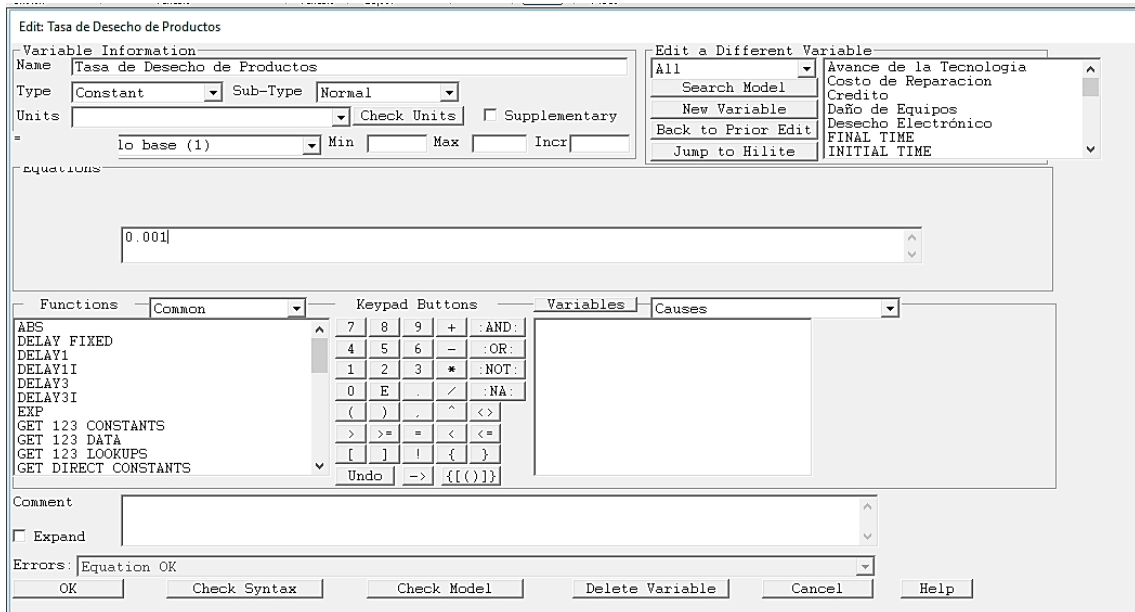
**FIGURA N° 4.13: Editor para la variable tiempo de vida de equipos.**



*Elaboración: Propia.*

**Tasa de Desecho de Productos.** Variable que representa la tasa de desecho de productos, considerando su tipo y uso.

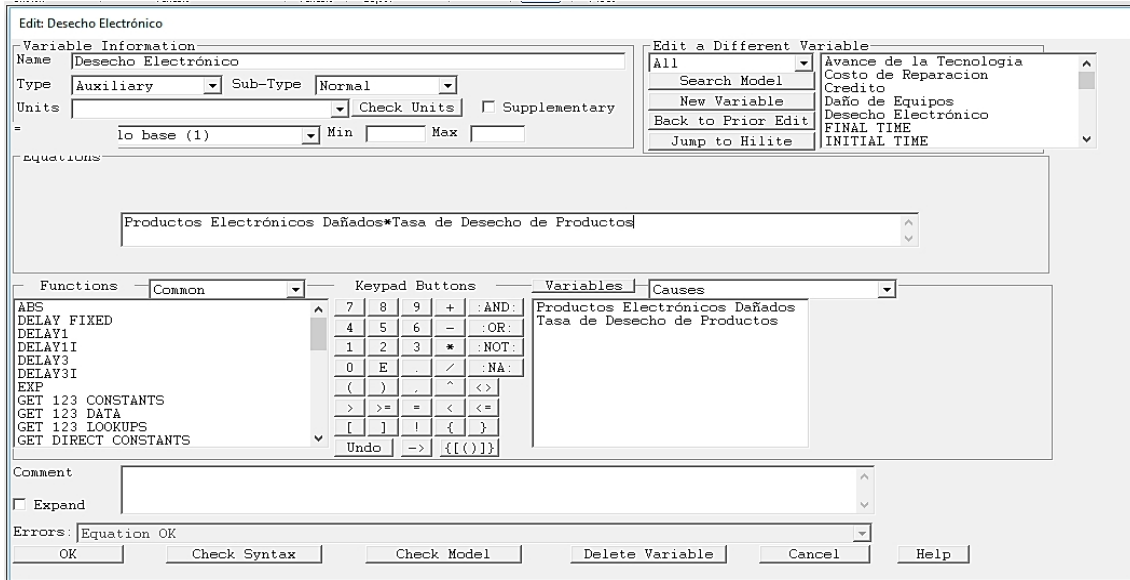
**FIGURA N° 4,14: Editor para la variable tasa de desecho de productos.**



*Elaboración: Propia.*

**Desecho Electrónico.** Variable que representa el número de productos electrónicos desechados por la población

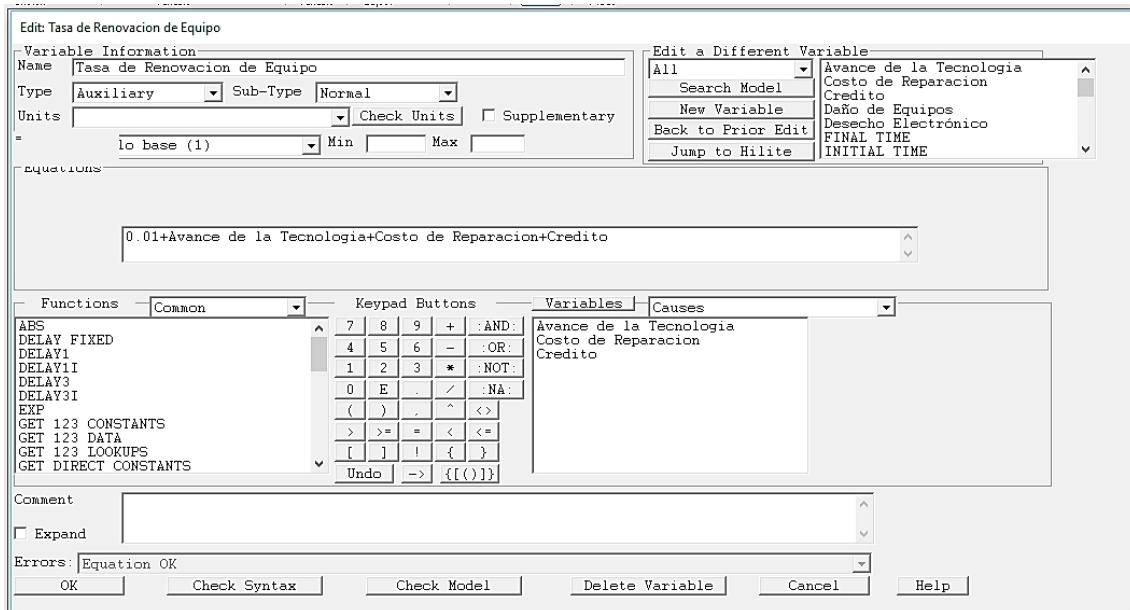
**FIGURA N° 4.15: Editor para la variable desecho electrónico.**



*Elaboración: Propia.*

**Tasa de Renovación de Equipos.** Variable que representa la tasa de renovación de equipos considerando su tipo y uso.

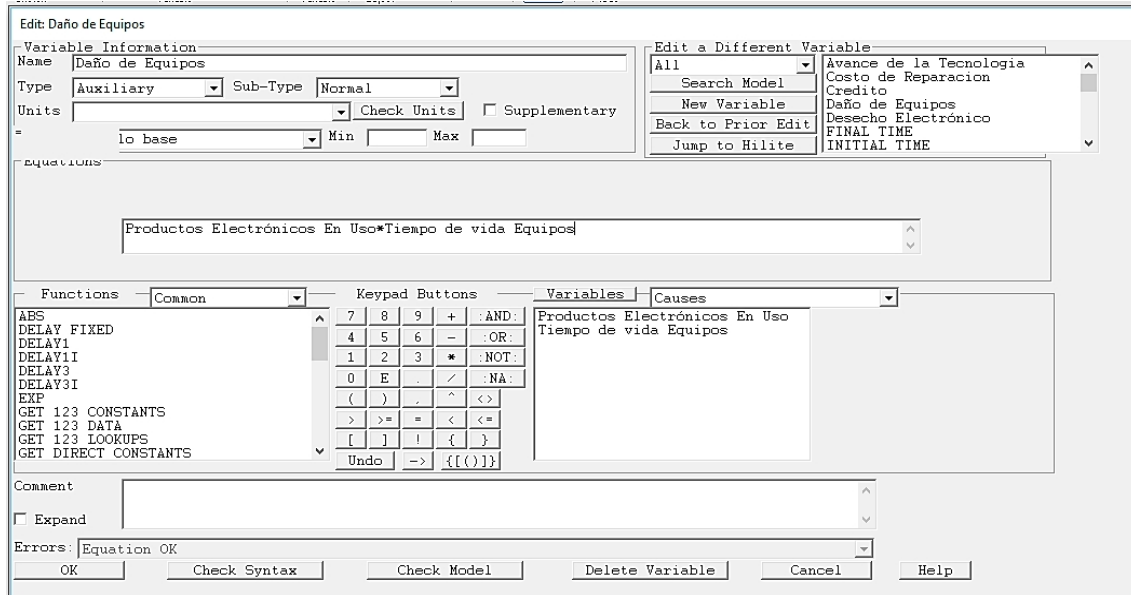
**FIGURA N° 4.16: Editor para la variable tasa de renovación de equipos.**



*Elaboración: Propia.*

**Daño de Equipos.** Variable que nos indica la frecuencia con la que se dañan los equipos.

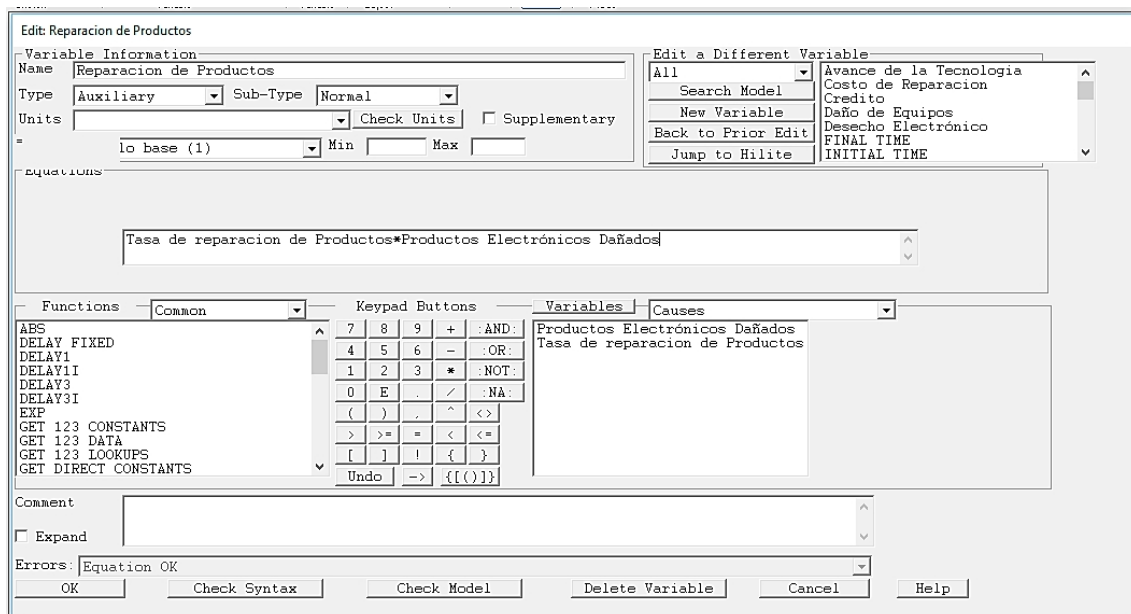
**FIGURA N° 4.17: Editor para la variable daño de equipos.**



*Elaboración: Propia.*

**Reparación de Productos.** Variable que nos indica el índice de reparación de equipos, que luego son considerados como productos en USO.

**FIGURA N° 4.18: Editor para la variable reparación de productos.**

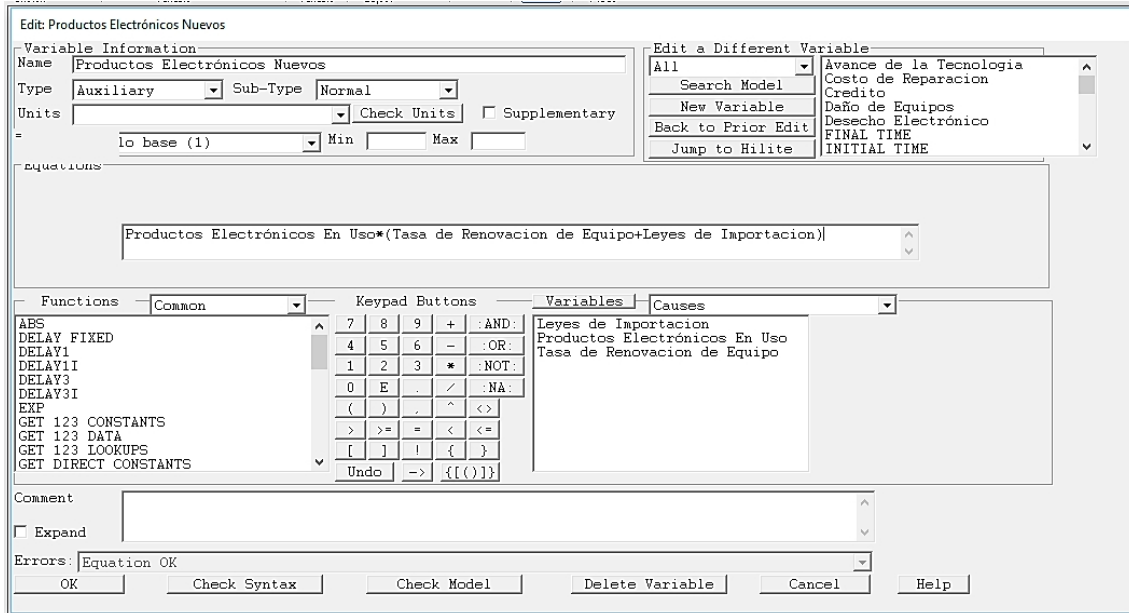


*Elaboración: Propia.*



**Productos Electrónicos Nuevos.** Variable que representa los productos que son adquiridos y que pasan a ser productos en uso.

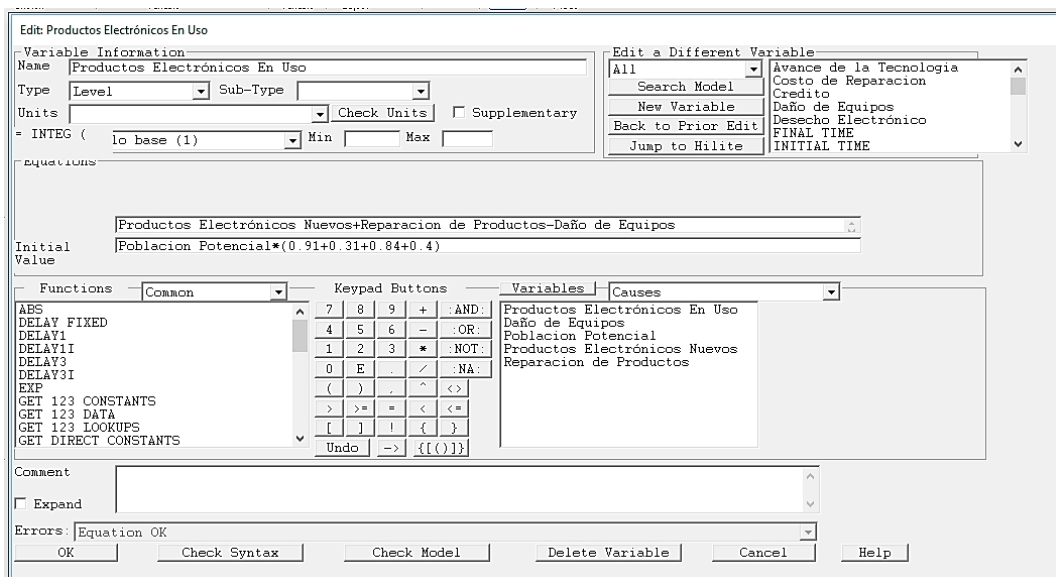
**FIGURA N° 4.19: Editor para la variable productos electrónicos nuevos**



*Elaboración: Propia.*

**Productos Electrónicos en Uso.** Variable que representa los productos en uso por la población.

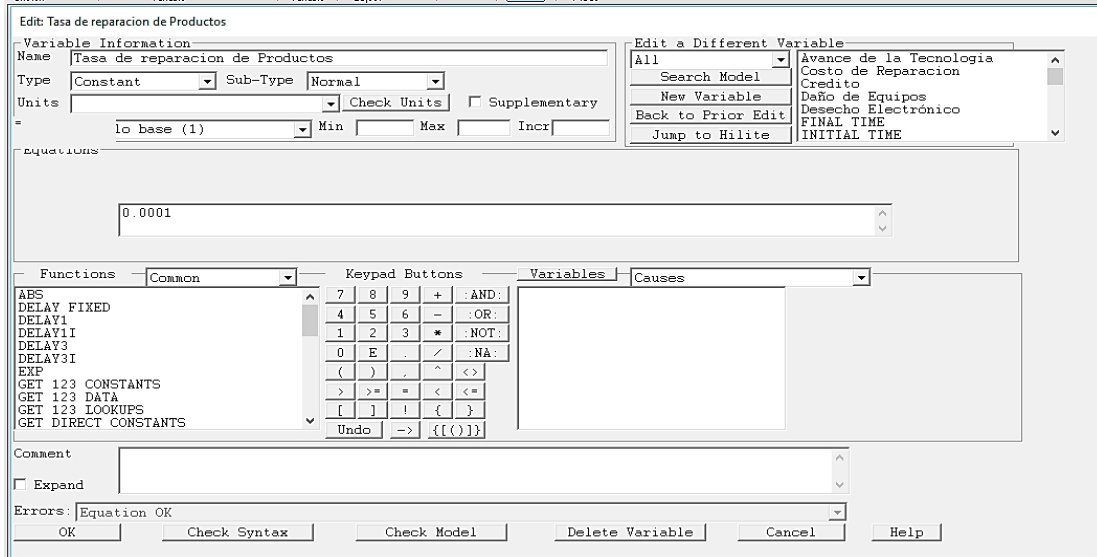
**FIGURA N° 4.20: Editor para la variable productos electrónicos en uso.**



*Elaboración: Propia.*

**Tasa de Reparación de Productos.** Variable que representa la tasa de reparación de productos, considerando que no todos los productos pueden ser reparados por la falta de laboratorios altamente especializados.

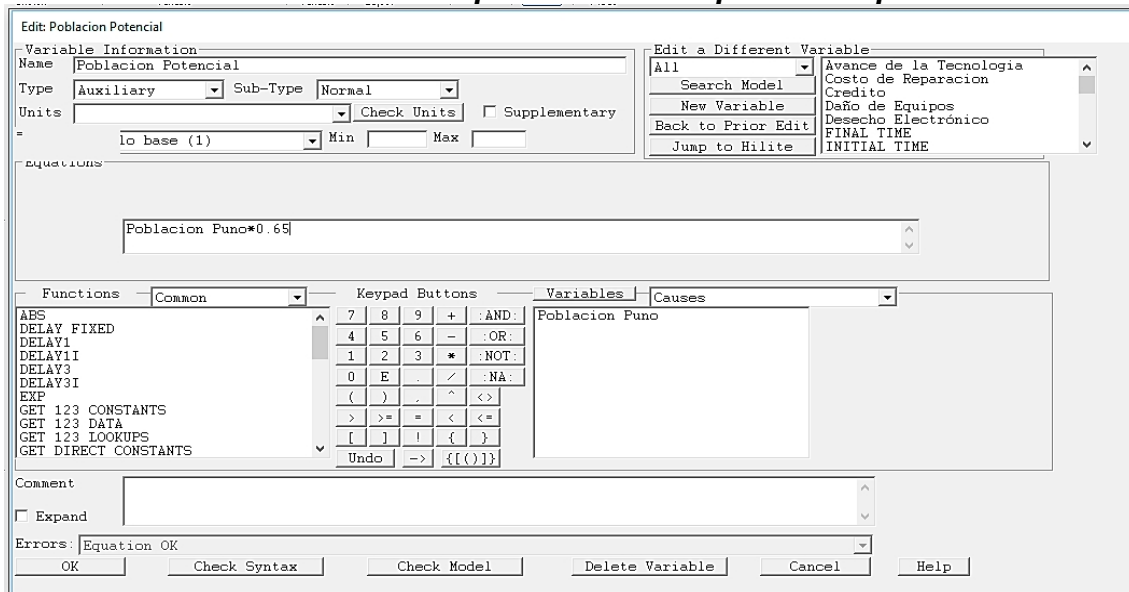
**FIGURA N° 4.21: Editor para la variable tasa de reparación de productos.**



*Elaboración: Propia.*

**Población Potencial.** Variable que representa la población económicamente activa que adquiere productos para su consumo.

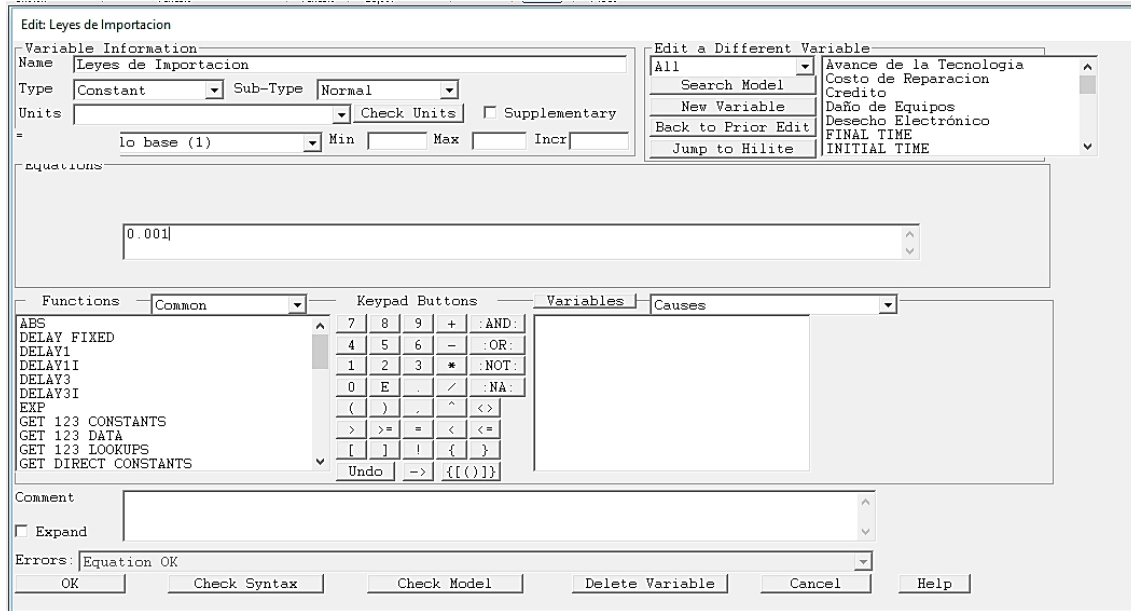
**FIGURA N° 4.22: Editor para la variable población potencial.**



*Elaboración: Propia.*

**Leyes de Importación.** Variable que representa las leyes de importación que pueden facilitar o dificultar el ingreso de productos al país.

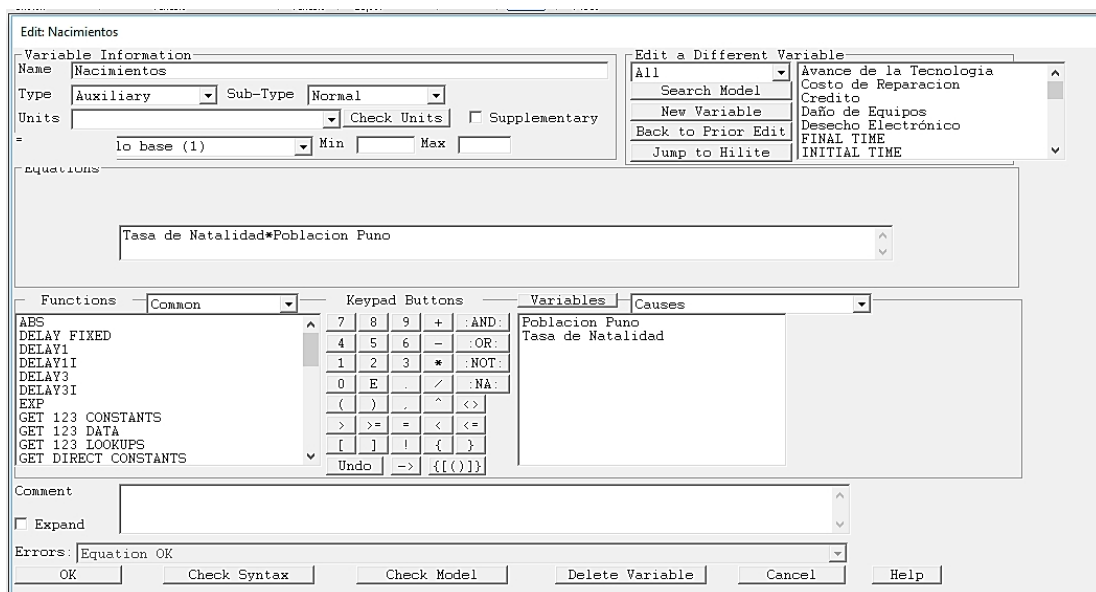
**FIGURA N° 4.23: Editor para la variable leyes de importación.**



*Elaboración: Propia.*

**Nacimientos.** Variable que representa la cantidad de nacimientos en el distrito de Puno.

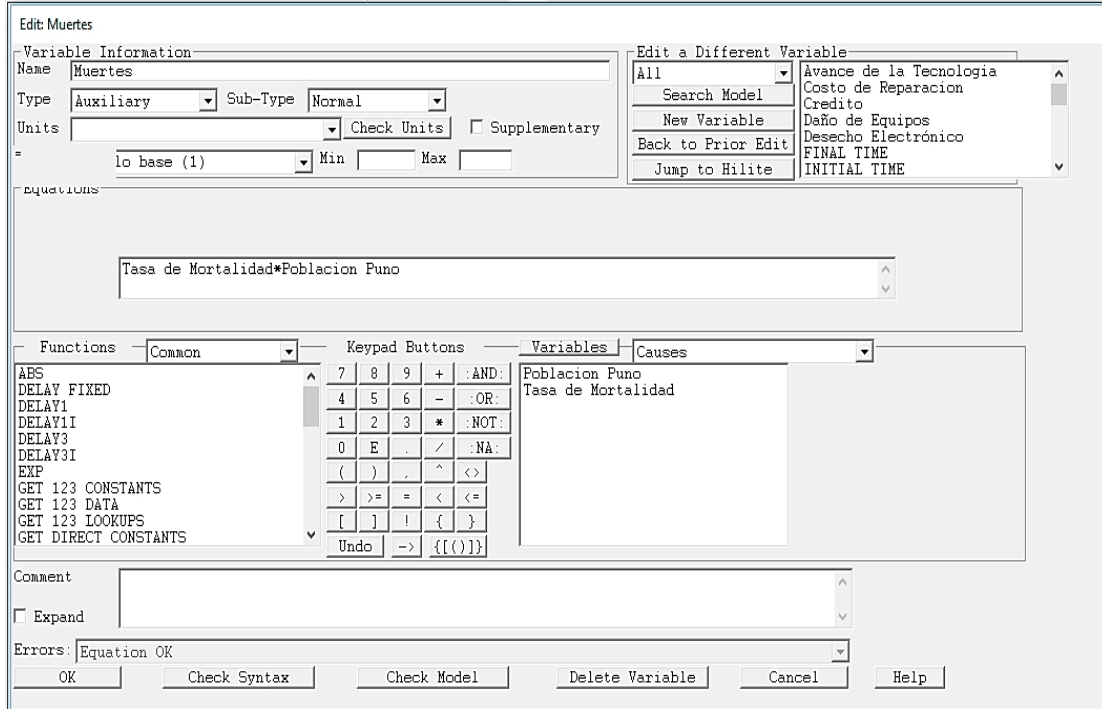
**FIGURA N° 4.24: Editor para la variable nacimientos.**



*Elaboración: Propia.*

**Muertes.** Variable que representa la cantidad de muerte en el distrito de Puno

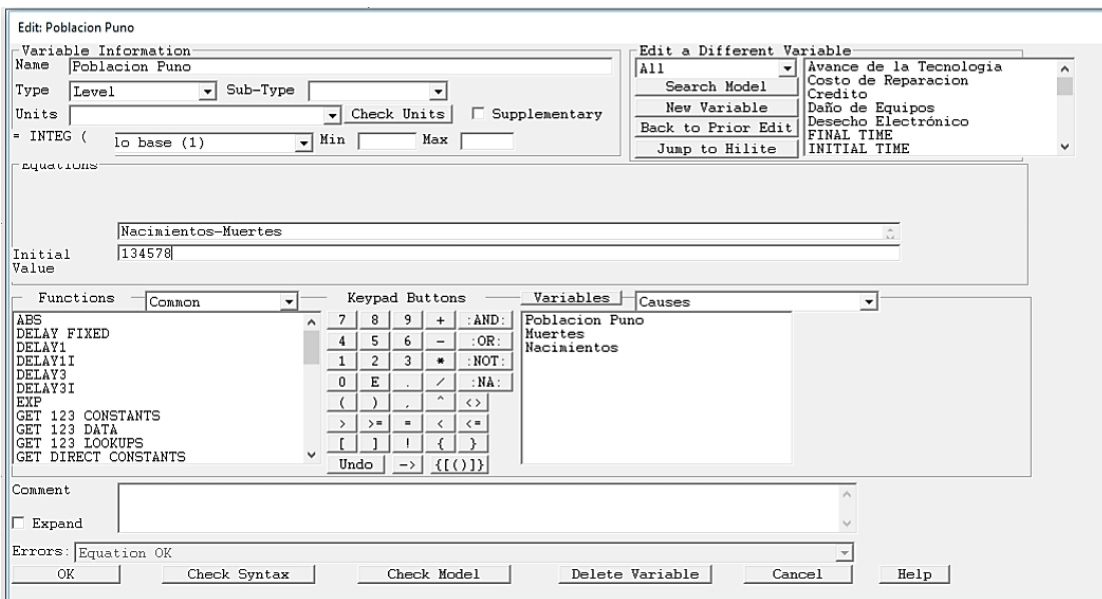
**FIGURA N° 4.25: Editor para la variable muertes.**



*Elaboración: Propia.*

**Población de Puno.** Variable que representa la población total en Puno

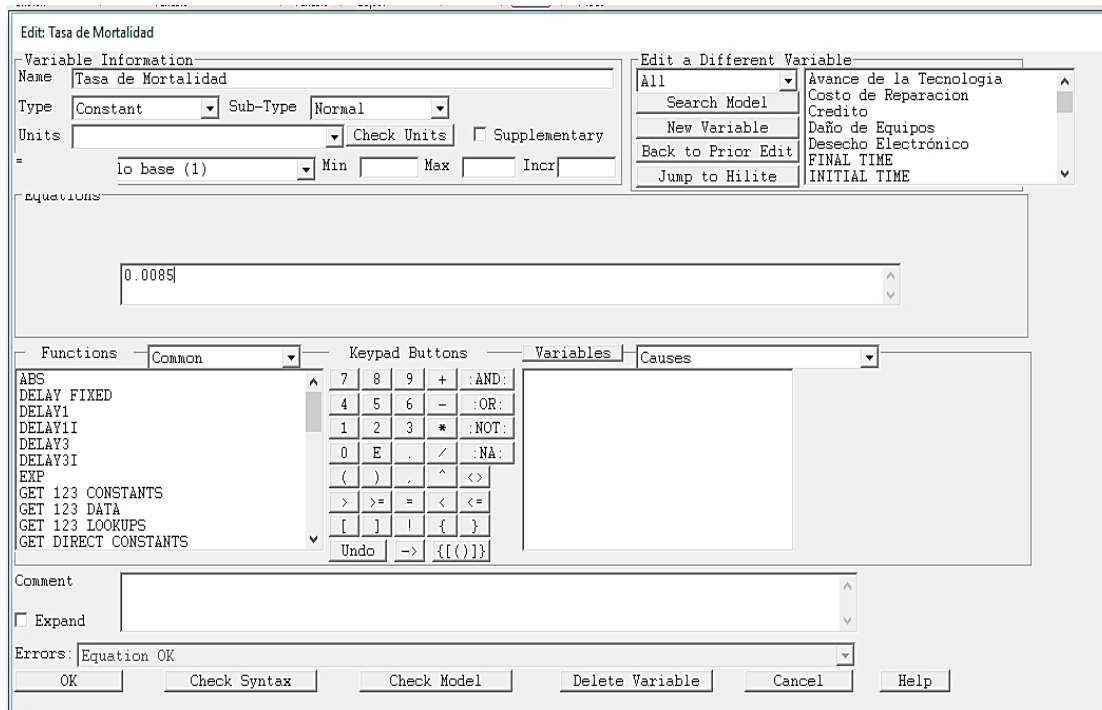
**FIGURA N° 4.26: Editor para la variable población de Puno.**



*Elaboración: Propia.*

**Tasa de Mortalidad.** Variable que representa la tasa de Mortalidad en Puno

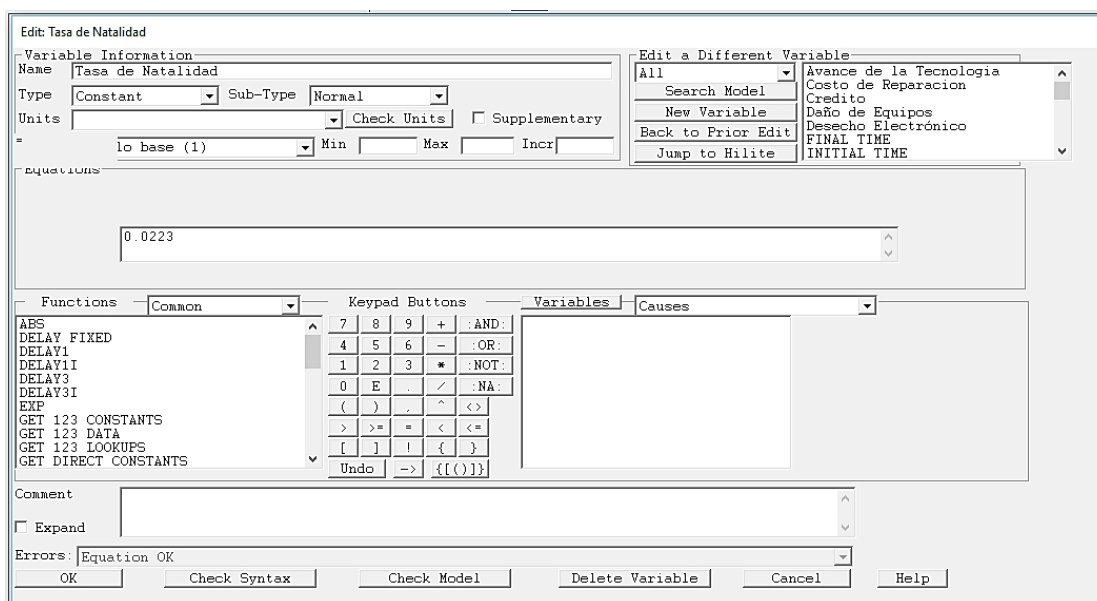
**FIGURA N° 4.27: Editor para la variable tasa de mortalidad.**



*Elaboración: Propia.*

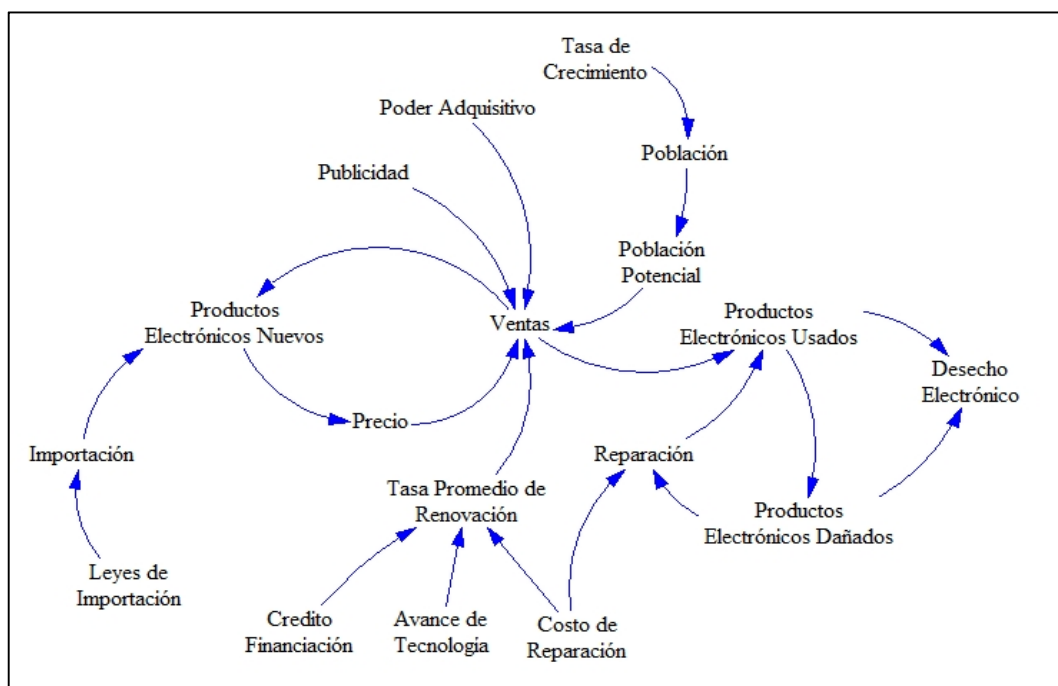
**Tasa de Natalidad.** Variable que representa la tasa de Natalidad en Puno

**FIGURA N° 4.28: Editor para la variable tasa de natalidad.**



*Elaboración: Propia.*

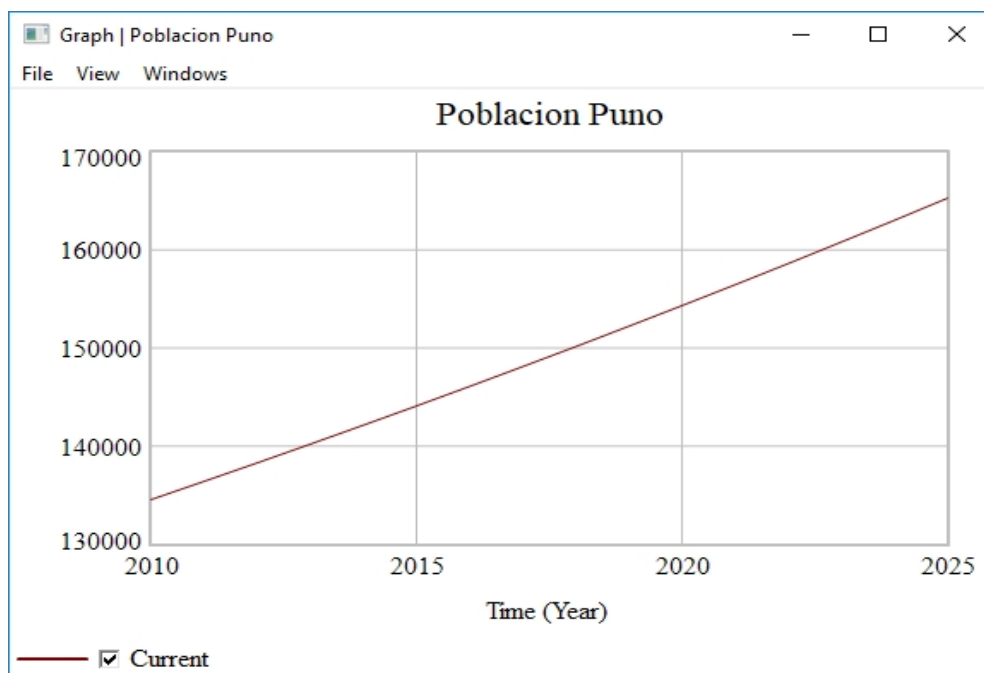
**FIGURA N° 4.29: La relación de las variables involucradas en el sistema.**



*Elaboración: Propia.*

Luego de ejecutar la simulación en el software VENSIM se obtiene los siguientes resultados:

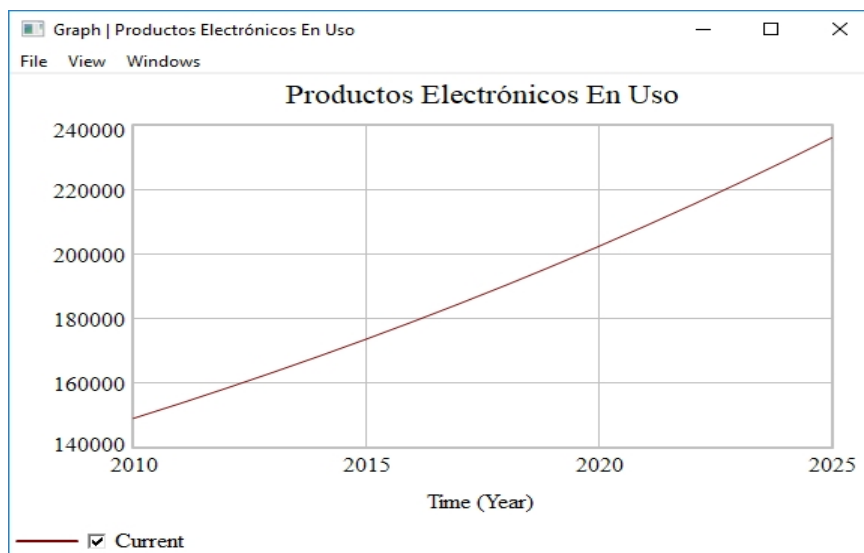
**FIGURA N° 4.30: La población al 2025 será de 165294 habitantes.**



*Elaboración: Propia.*

Este incremento de la población influirá en la población potencial, quienes seguirán adquiriendo productos electrónicos, este incremento tendrá influencia por el avance tecnológico, por el incremento de ofertas de crédito, por el incremento del poder adquisitivo entre otros.

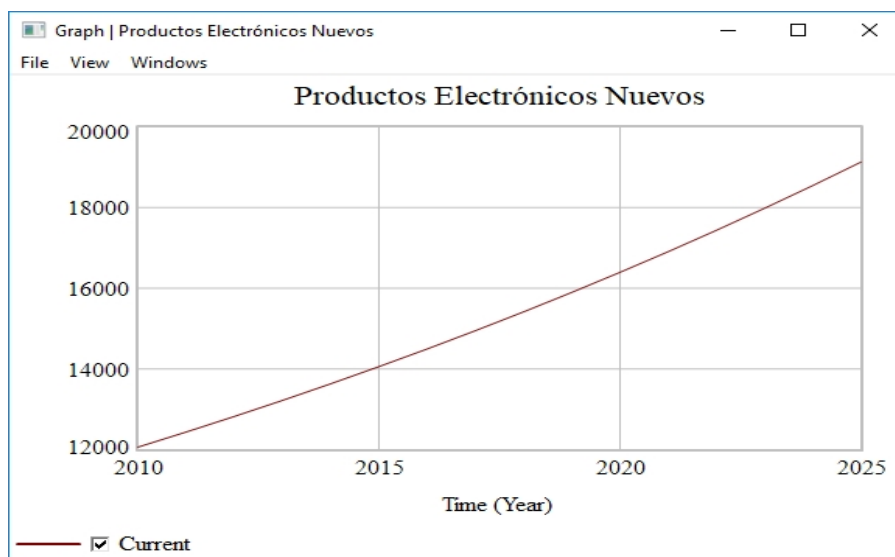
**FIGURA N° 4.31: La población potencial será de 49867 en el 2025.**



*Elaboración: Propia.*

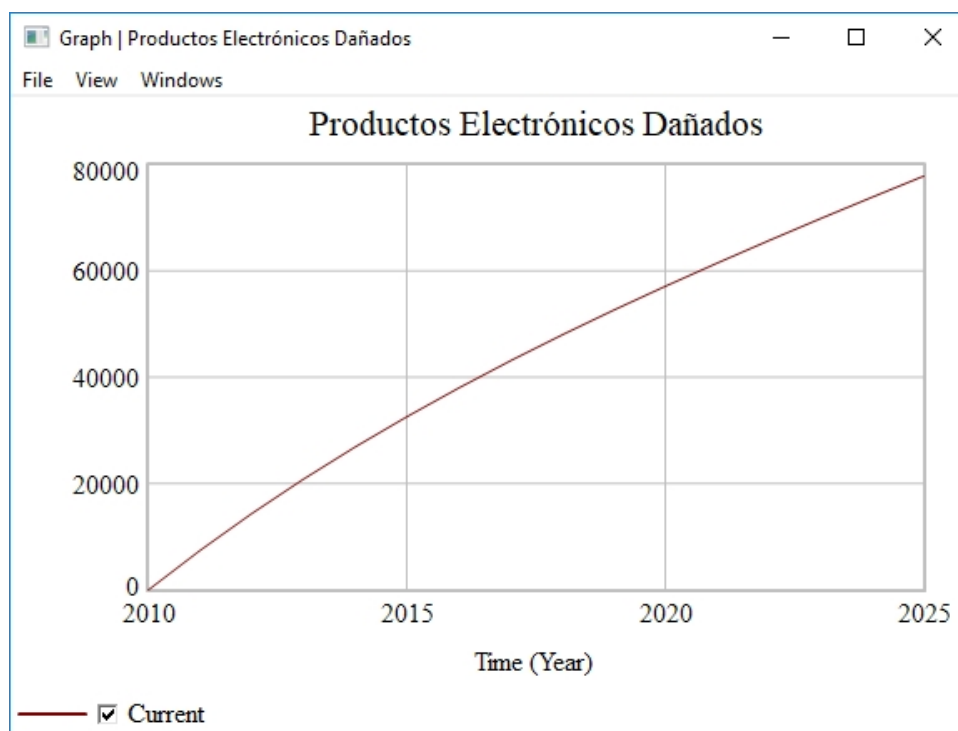
Considerando que el 48.5 % de la población del distrito de Puno tiene poder adquisitivo se tendrá al 2025; 236,215 productos electrónicos en uso.

**FIGURA N° 4.32: Al 2025 se adquirirán 19,133 productos nuevos**



*Elaboración: Propia.*

**FIGURA N° 4.33: Al 2025 tendremos 77,897 productos electrónicos dañados**



*Elaboración: Propia.*

Donde podemos apreciar que la simulación al 2025 nos muestra 77,897 productos dañados, lo que va a repercutir de forma negativa en el medio ambiente.

#### **4.5. ETAPA V: SITUACIONES DE COMPARACIONES**

Se realizar una comparación de la etapa II (gestión de residuos sólidos) con la etapa IV (los procesos de transformación). Podemos observar que en la actualidad no existe una adecuada gestión de los residuos electrónicos, tampoco se le da un proceso de transformación adecuado. Por lo que los residuos electrónicos contaminan el medio ambiente.



## ETAPA VI: CAMBIOS FACTIBLES Y DESEABLES

Una vez realizada la comparación se procede a realizar los cambios factibles y deseables, tomando en cuenta el contexto externo (leyes, ordenanzas, normas, etc.)

### 4.6. ETAPA VII: IMPLANTACIÓN DE LOS CAMBIOS

Se realiza en la gestión actual de residuos sólidos, realizados en la etapa VI. La industria de aparatos y equipos eléctricos y electrónicos, es una de las de mayor crecimiento en la actualidad, producida por la demanda cada vez más grande en todos los lugares del planeta por las facilidades que prestan en el desenvolvimiento y desarrollo de todas las actividades humanas.

A la par, al ser declarados como elementos inservibles, declaración que cada vez se la hace en períodos de tiempo más cortos, pues esa es la característica de duración que está prevaleciendo en este tipo de aparatos, crece el problema serio de cómo deshacerse de esta de basura, desecho o residuo.

Existen ya consideraciones ambientales por el impacto negativo que están causando y que se acentuaría si no se implementan de manera técnica procesos para fabricarlos, para identificarlos, ubicarlos, recolectarlos, transportarlos, desarmarlos, reutilizar partes con las cuales se pueden elaborar nuevos productos, reciclar componentes, y por último eliminarlos sin contaminar el medio ambiente ni afectar a la salud humana.

De todas maneras el problema está presente y afectando ya sea de manera directa o indirecta tanto a países industrializados como en vías de desarrollo, por lo que las soluciones tienen que ser integrales, normalizadas y acogidas por la humanidad entera antes de que se convierta en algo irreversible o demasiado costoso su solución o remediación.

Se está avanzando en el reciclaje como parte de la solución, pero actualmente el 90% de los equipos acaban en los vertederos después de haber sido abandonados en la calle o lanzados sin ningún criterio en contenedores que los transportarán. Vale la pena recalcar que de este tipo de basura, cerca del 50% es metal que puede ser extraído y reprocesado, el resto es plástico y vidrio que puede seguir el mismo camino y que por lo tanto puede adquirir valor económico, beneficiando a quienes de manera técnica la gestionen.

Por último, creo que es imperioso que en el país se comience a crear conciencia de la generación de este tipo de basura, para que desde las instancias de poder correspondientes se implementen medidas probadas, que tiendan a disminuir tanto la generación como la gestión antitécnica y desorganizada que trae consigo la contaminación del medio ambiente perjudicando como siempre al ser humano.

## CONCLUSIONES

- PRIMERO:** La aplicación de la Metodología de los Sistemas Blandos para el modelado del reciclaje de la basura electrónica de la municipalidad provincial de Puno realiza proyecciones fiables al año 2025 gracias al error promedio de 2.47%, lo que permitirá a la organización tomar mejores decisiones para el adecuado reciclaje de la basura electrónica en Puno
- SEGUNDO:** Se analizó el sistema de reciclaje de la basura electrónica abstrayendo el funcionamiento, se identificó la demanda de productos electrónicos nuevos, el promedio de renovación y el desecho de productos electrónicos usados
- TERCERO:** Se conceptualizó el sistema de reciclaje de basura electrónica donde se define los subsistemas, límites del sistema, el ambiente y las interrelaciones, se identifica las variables exógenas y endógenas que ayudan a limitar el sistema de reciclaje de residuos sólidos, se construye los diagramas causales encontrándose en el sistema un total de 35 variables y 48 relaciones de influencia.
- CUARTO:** Se construyó el modelo con base en el análisis y conceptualización, definiéndose ecuaciones dinámicas que son usadas para cada subsistema siendo un total de 134 ecuaciones y haciendo uso de los diagramas causales se hizo los diagramas de Forrester

- QUINTO:** Se simuló el modelo haciendo uso de la herramienta informática Vensim PLE según las ecuaciones dinámicas y diagramas de Forrester para cada subsistema en diferentes vistas
- SEXTO:** Se probó la efectividad del modelo, siendo la misma alta ya que el error promedio entre los errores de flujo, calidad y satisfacción es de 2.47%, obteniéndose de la comparación de datos reales y la simulación
- SEPTIMO:** El grado de aceptabilidad es del 97.53% siendo alto por tanto se concluye que el modelo podrá influir en la toma de decisiones de las organizaciones para mejorar el reciclaje de basura electrónica; por lo tanto se concluye que el modelo influye en la mejora el reciclaje de basura electrónica

## RECOMENDACIONES

- PRIMERO:** Al investigador se le sugiere ampliar el modelo con más áreas que influyen en el reciclaje de basura electrónica y realizar un análisis más profundo en los subsistemas tratados, recolectando más información.
- SEGUNDO:** Para mejorar el entorno y sea más amigable para el usuario se sugiere usar otro simulador o un lenguaje de programación más avanzado.
- TERCERO:** Para disminuir el error se puede agregar más factores que influyen en el reciclaje de basura electrónica.
- CUARTO:** Crear un sistema de información para cada subsistema e integrarlo al modelo para una alimentación de datos más exacta.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Alarcón, V. F. (2006). Desarrollo de sistemas de información. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- 2) Aracil, J., & Gordillo, F. (1997). Dinámica De sistemas. Madrid: alianza.
- 3) Bergvall-Kåreborn, B., Mirijamdotter, A. y Basden A. (2004) "Basic Principles of SSM Modeling: An Examination of CATWOE from a Soft Perspective", Systemic Practice and Action Research, 17 (2), 55-73.
- 4) Bertoglio, J. (1982). Introducción a la teoría general de sistemas. México: Limusa.
- 5) Cassia, A. (2005) El Crecimiento de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos fuera de uso: El Impacto Ambiental que presentan. <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico2005/cassia.pdf>
- 6) Castellanos, N. (2005) La chatarra electrónica, la contaminación ambiental y su efecto económico. XVI Fórum de Ciencia y Tecnología. La Habana Cuba.
- 7) Cedeño, A., & Fernández, A. (2011). Metodología Para el Estudio de los Seres Humanos. Recuperado el 2015 de 06 de 24, de Enfoque Sistémico: <http://sistemas-humanos.webnode.com.ve/nuestro-equipo/>
- 8) Chimen, I. (2011). Metodología de los Sistemas suaves de Checkland. Recuperado el 24 de 06 de 2015, de Teoría General de Sistemas <https://es.scribd.com/doc/57950906/49/Metodologia-de-los-sistemas-suaves-de-Checkland>
- 9) Duery, L. (2007) La basura electrónica crece el triple que la domiciliaria. El Mercurio de Chile. Marzo12.
- 10) Eduardo, A. (2011). Definición general del método. Definición de método.

- 11) Galicia, F. G. (2008). Análisis del Sistema de recolección de residuos sólidos, aplicando sistemas de información Geográficos. México.
- 12) Jiménez, B. E. (2001). La contaminación ambiental en México. México: Limusa.
- 13) Larios, A., & Ponce, O. (2011). Una Guía Para Socios y Personal de HONDUPALMA. Recuperado el 24 de 06 de 2015, de Manejo de Residuos Sólidos: <http://es.scribd.com/doc/122088200/Guia-Manejo-de-Residuos-Hondupalma#scribd>
- 14) Llactance, C. (2008). Estudio de factibilidad para el manejo de residuos sólidos en la universidad Ricardo Palma. Lima.
- 15) Martínez, C. (2008) A China la basura electrónica. El Nuevo Día de Puerto Rico. Julio 20,
- 16) Padilla, A. (2012). Aplicación web para la gestión en el proceso de trabajos de grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad EAN.
- 17) Permanyer, O. (2013) Tesis: Situación e impacto de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) caso de estudio: los ordenadores máster de sostenibilidad Universidad Politécnica de Barcelona.
- 18) Pineda, D. (2012) Tesis: Modelo para la gestión de reciclaje de residuos electrónicos. Chile.
- 19) Prince, A. (2006) Presentación en el primer Taller de Reciclaje SUR-IDRC. Brasilia.
- 20) Puno, P. d.-M. (2013). Plan Integral de Gestión ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Puno. PIGARS.

- 21) Quintana surco, R. (2009). Tesis “Aplicación de la metodología de los sistemas suaves al plan de estudios de la carrera de ingeniería civil”. México.
- 22) Rodríguez, R. (s.f.). La Sistema, Los Sistemas Blandos y Los sistemas de Información. Recuperado el 2015 de 06 de 24, de [http://www.academia.edu/7780911/La\\_sist%C3%A9mica\\_los\\_sistemas\\_blandos\\_y\\_los\\_sistemas\\_de\\_informaci%C3%B3n](http://www.academia.edu/7780911/La_sist%C3%A9mica_los_sistemas_blandos_y_los_sistemas_de_informaci%C3%B3n)
- 23) Román, G. (2007) Diagnóstico sobre la generación de basura electrónica. México. Julio.
- 24) Santiago, D. (2008) El camino que sigue tu basura electrónica. El Norte (México D.F., México). Enero 23.
- 25) Senge, P. (1998). La quinta disciplina en la Práctica: como Construir una Organización inteligente. Barcelona: Granica.
- 26) Senge, P. (2008). Quinta disciplina. EE.UU.
- 27) Tello, C. y Mena, M. (2012) Tesis: Plan de negocios de una microempresa que recopilará, procesará y comercializará “basura electrónica”. Presentación del prototipo “pre-diseño de una planta piloto que recicla y procesa la “basura electrónica” en la ciudad de Guayaquil”. Ecuador.
- 28) Vázquez, o. (2011). Gestión sistémica de residuos sólidos. Papel y México.



## ANEXOS

## ANEXO 01

## DEFINICIÓN DE TÉRMINOS DEL MODELO

**Población de Puno.** Conformado por todos los habitantes que viven permanente o temporalmente en la Ciudad de Puno. En la que desarrollan actividades como el comercio, la industria y los servicios.

**Tasa de Natalidad.** Es el promedio anual de nacimientos durante un año por cada 1,000 personas en la población.

**Nacimientos.** Cuando emerge un nuevo ser vivo a la tierra una vez que termina el proceso de gestación y el neonato humano sale del vientre de su madre.

**Tasa de Mortalidad.** Es un índice creado para reflejar la cantidad de defunciones por cada mil ciudadanos de una determinada comunidad en un año.

**Muertes.** Efecto terminal que resulta de la extinción de una persona como ser vivo. Fin de la vida.

**Población Potencial.** Es aquel conjunto de la población que presenta el problema central de la investigación, quienes producen desechos electrónicos

**Productos Electrónicos en Uso.** Son todos los equipos electrónicos utilizados cotidianamente y que generalmente se utilizan para el entretenimiento, las comunicaciones y la oficina.

**Leyes de Importación.** Es un régimen aduanero que permite el ingreso legal de mercancías provenientes del exterior, para ser destinadas al consumo; previo cumplimiento de todas las formalidades aduaneras correspondientes, son nacionalizadas y quedan a libre disposición del dueño o consignatario.

**Productos Electrónicos Nuevos.** Son productos electrónicos de consumo de estreno o recién importados para el hogar o la oficina.

**Daño de Equipos.** Deterioro del equipo, por el uso (obsolescencia programada) o por efectos externos como sobrecarga de las redes de energía o por otras causas.

**Tasa de Renovación de Equipos.** Es un índice que refleja la cantidad de nuevos equipos adquiridos por cada mil equipos durante un año.

**Créditos.** Es un préstamo de dinero que el Banco otorga a su cliente, con el compromiso de que en el futuro, el cliente devolverá dicho préstamo en forma gradual (mediante el pago de cuotas) o en un solo pago y con un interés adicional que compensa al Banco por todo el tiempo que no tuvo ese dinero (mediante el prepago).

**Avance de la Tecnología.** Son los nuevos avances de la actividad tecnológica que influye en el progreso social y económico.

**Costo de Reparación.** Es el costo por reparar un equipo electrónico, que incluye el costo de la mano de obra, las piezas que se han reemplazado y otros costos necesarios para poner operativo un equipo dañado.

**Productos Electrónicos Dañados.** Equipo electrónico que tiene daño por causa de una avería ocasionada por el tiempo de vida o por sobrecargas de energía u otros efectos colaterales.

**Tiempo de Vida de Equipos.** Es el tiempo que va a estar operativo un producto, ya que todos los equipos tienen una obsolescencia programada.

**Reparación de equipos.** Es el proceso de reparación de equipos electrónicos, los que son reparados o refaccionados para volver a ser operativos.

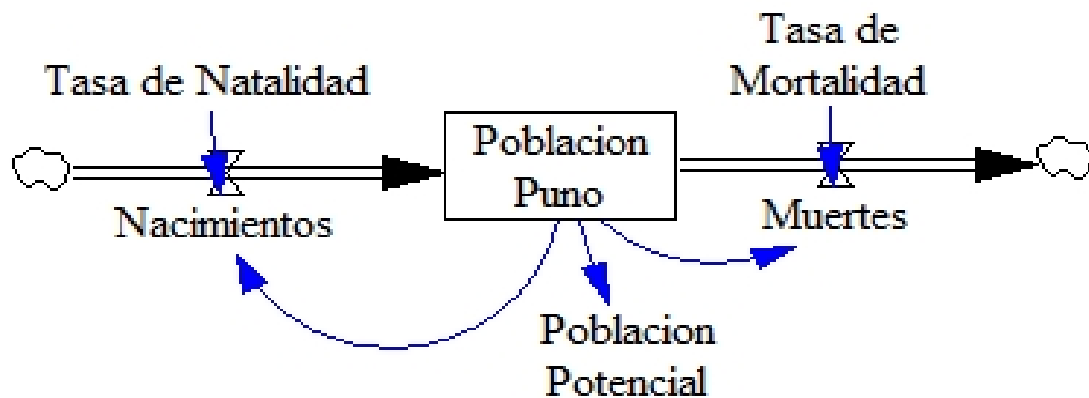
**Desecho Electrónico.** Es un producto electrónico que ya no puede ser reparado y es desechado en los contenedores de basura de la municipalidad local.

**Tasa de Desecho de Productos.** Es el índice de desecho de productos electrónicos por cada mil productos electrónicos.

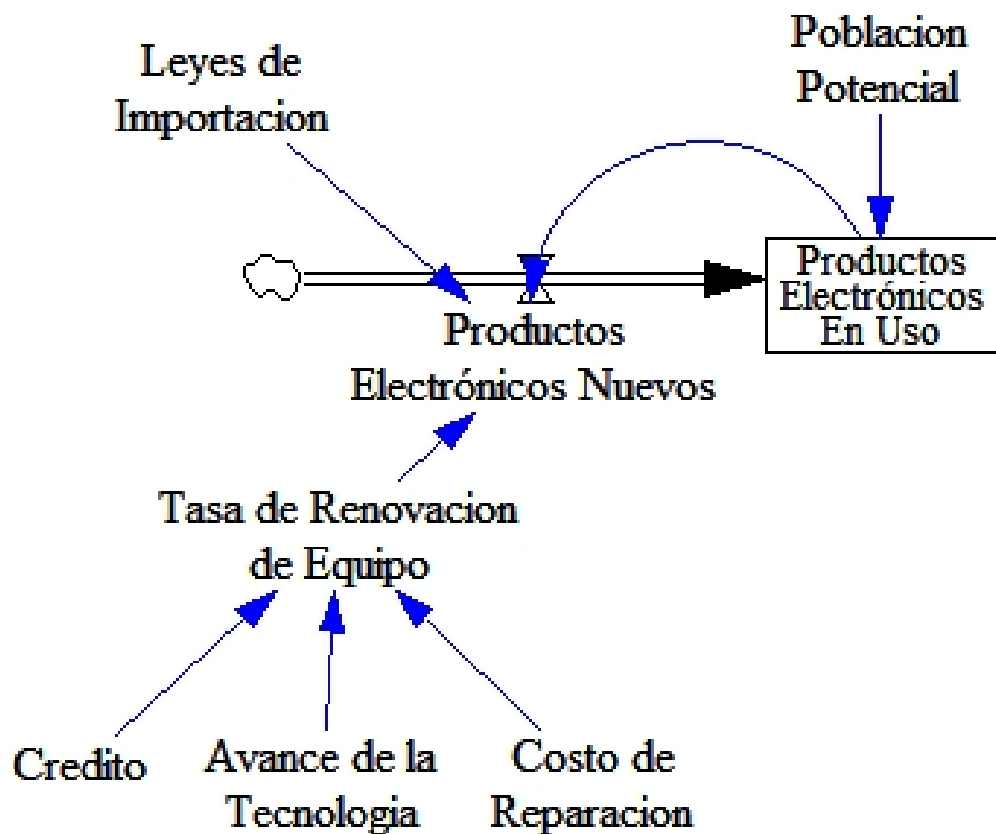
ANEXO 02

SUB MODELOS DEL MODELO.

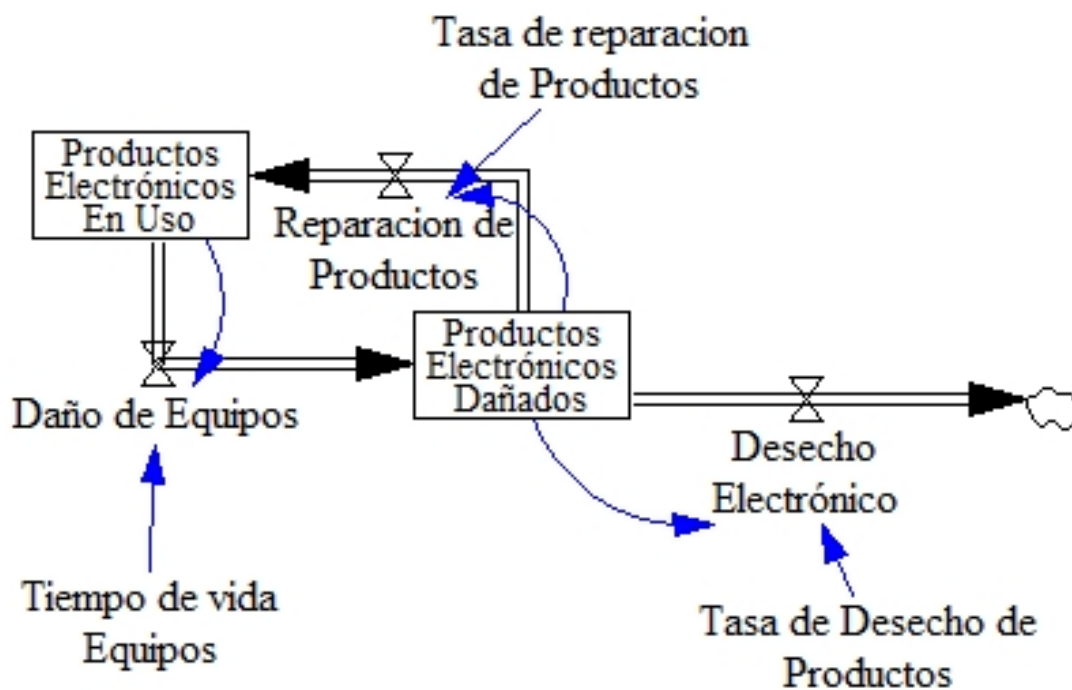
SUB MODELO DE LA POBLACIÓN DE PUNO



SUB MODELO DE LOS PRODUCTOS ELECTRÓNICOS EN USO



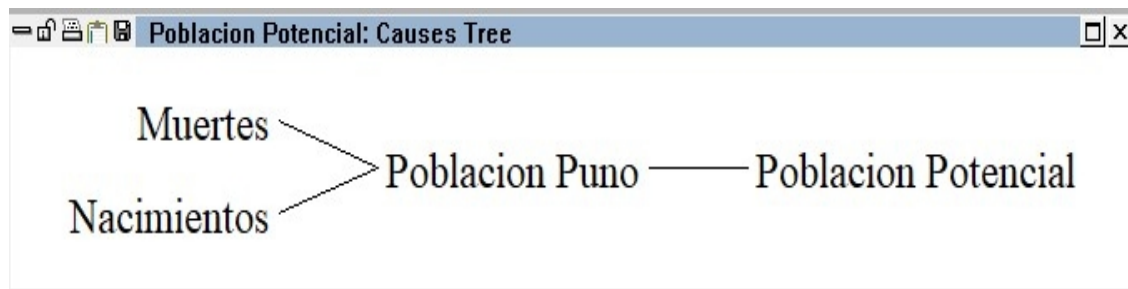
SUB MODELO DE LOS PRODUCTOS ELECTRÓNICOS DAÑADOS.



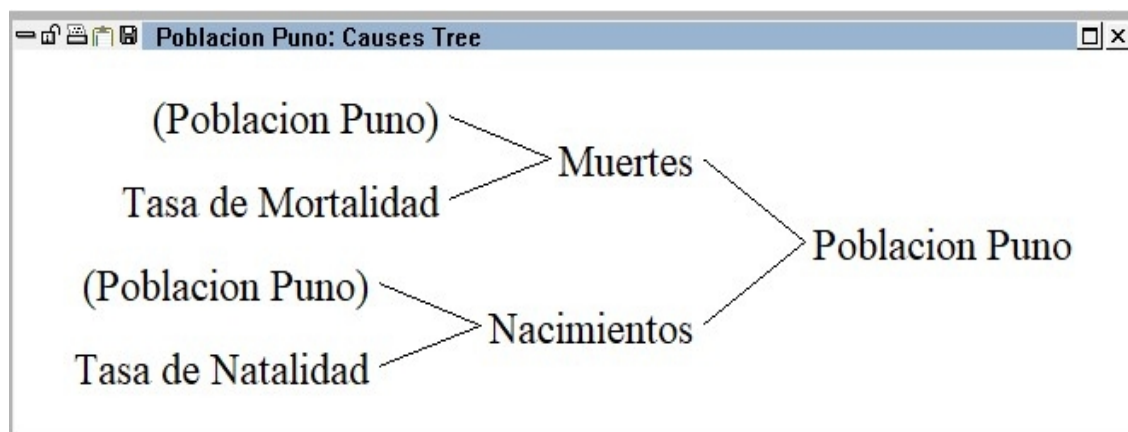
ANEXO 03

ARBOLES DE CAUSAS GENERADAS POR EL MODELO

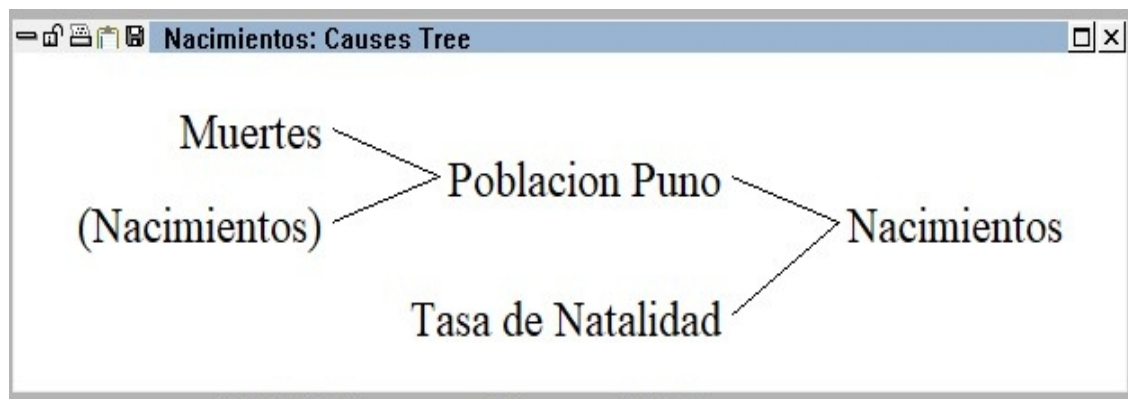
POBLACION POTENCIAL DE LA CIUDAD DE PUNO



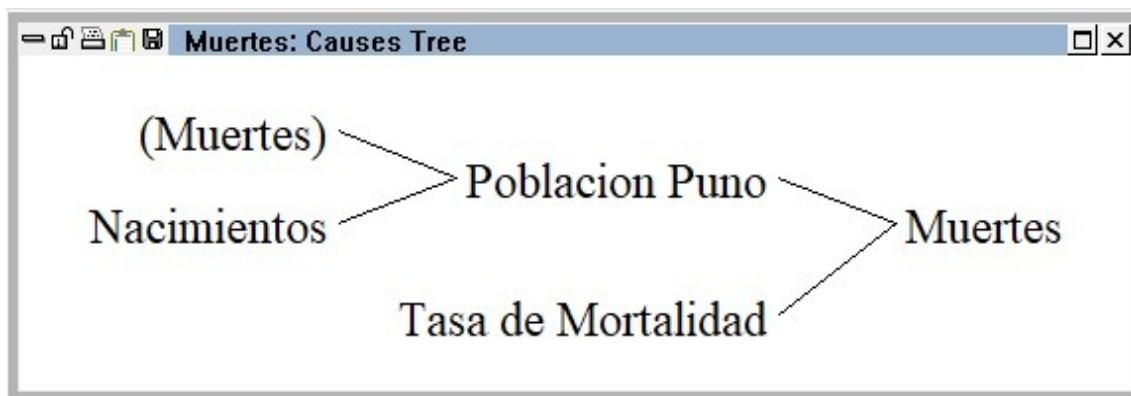
POBLACION DE LA CIUDAD DE PUNO



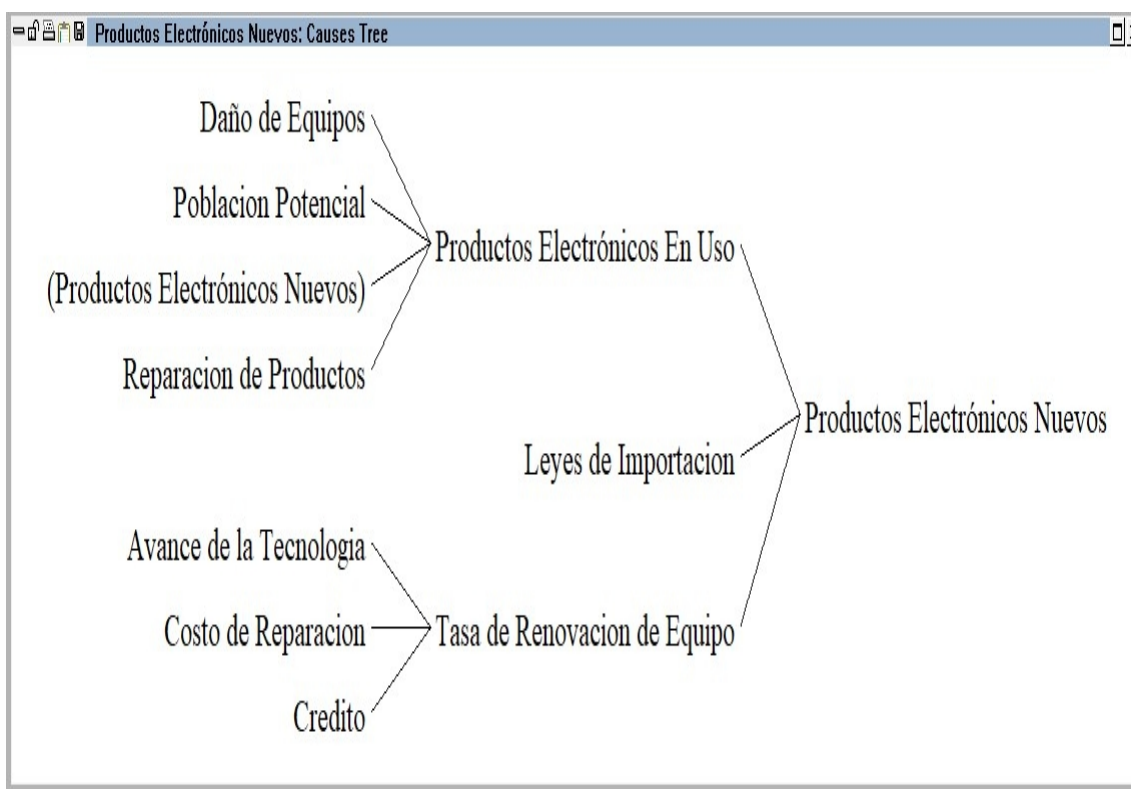
CANTIDAD DE NACIMIENTOS



**CANTIDAD DE MUERTES**

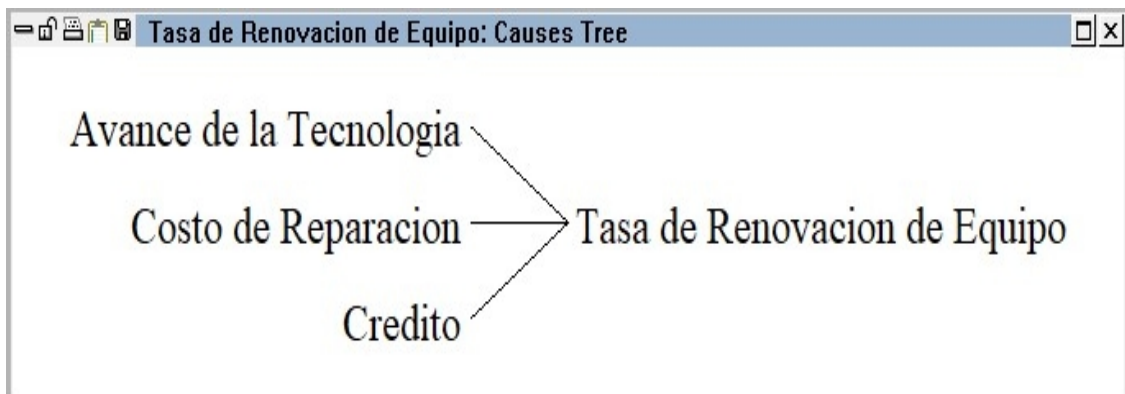


**PRODUCTOS ELECTRONICOS NUEVOS**

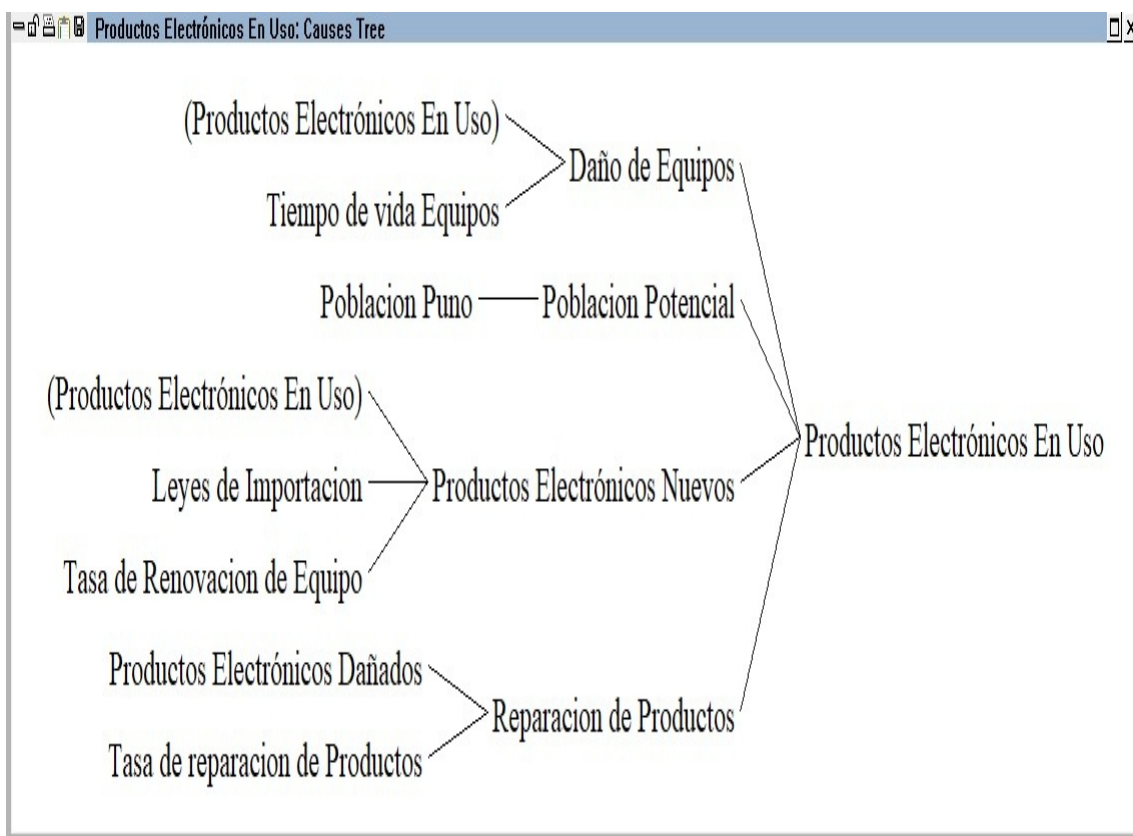




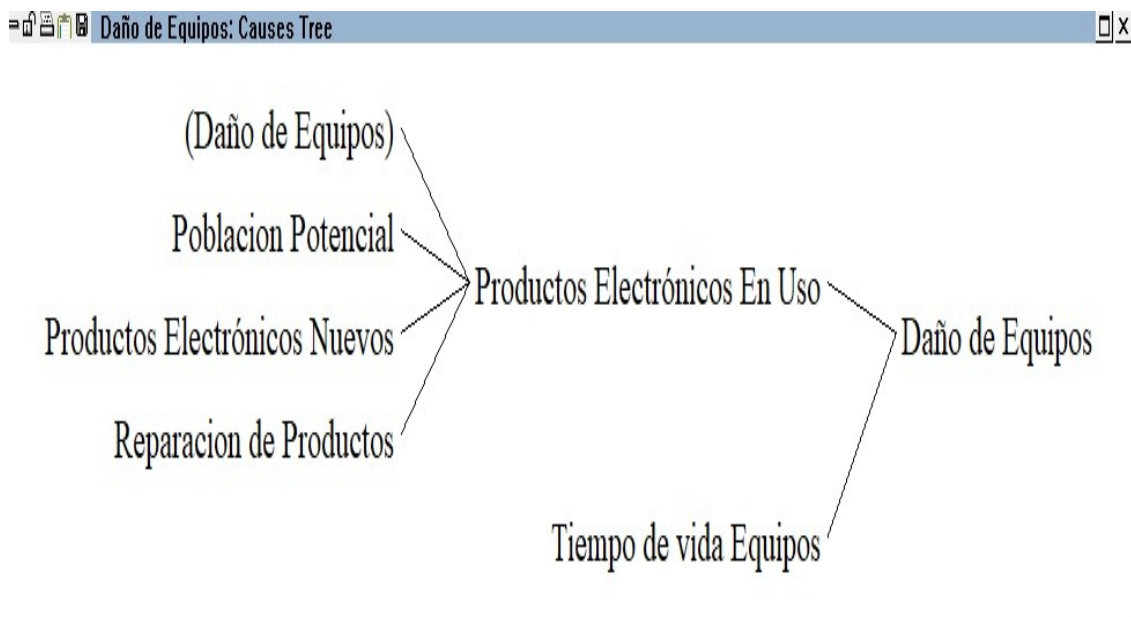
**TASA DE RENOVACIÓN DE EQUIPOS ELETRÓNICOS**



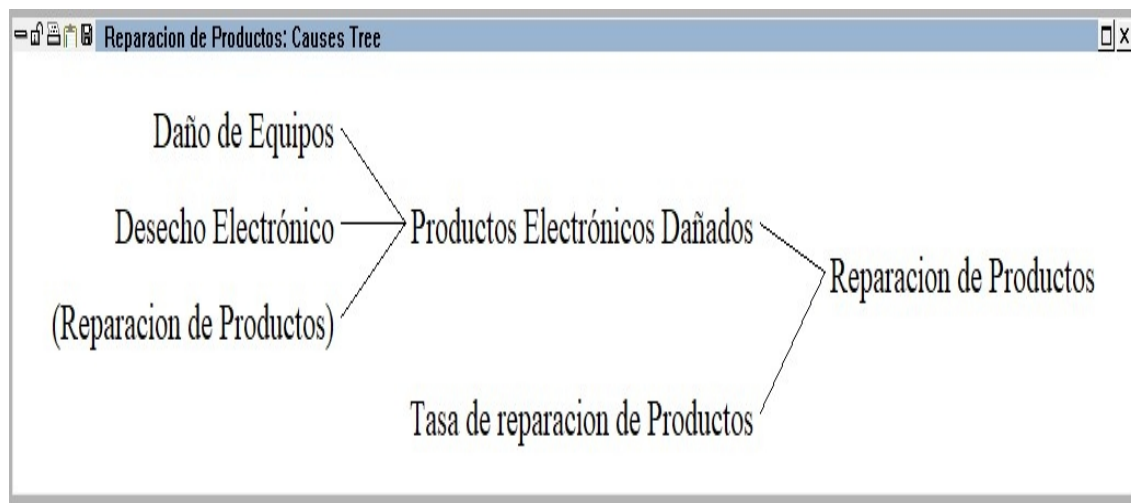
**PRODUCTOS ELECTRÓNICOS EN USO**



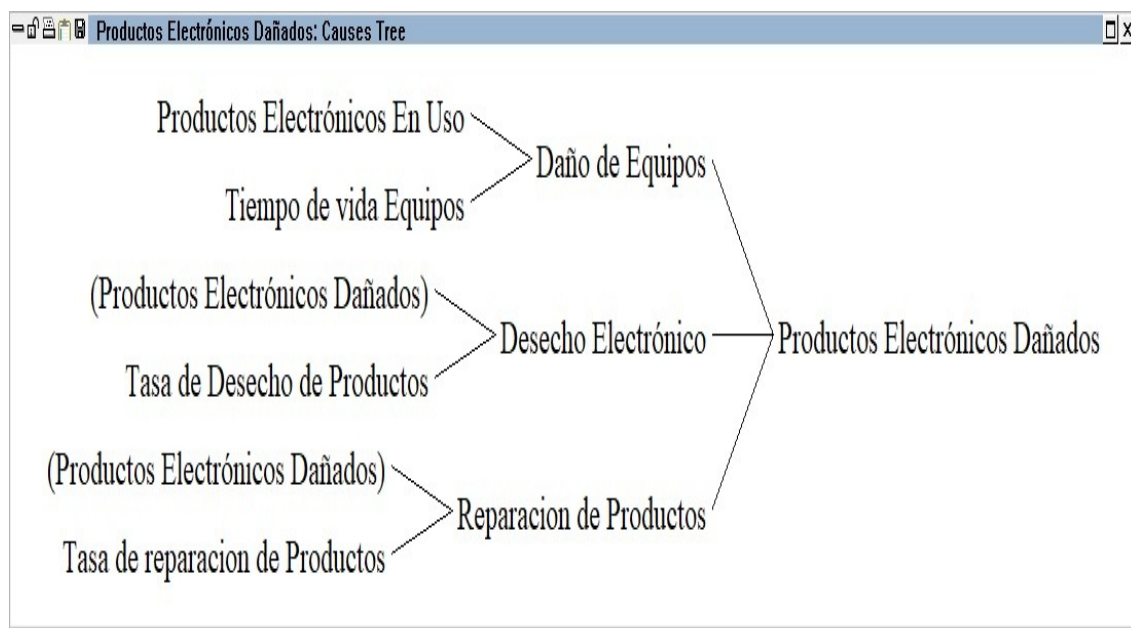
### EQUIPOS ELECTRONICOS DAÑADOS



### PRODUCTOS ELECTRÓNICOS REPARADOS



### PRODUCTOS ELECTRÓNICOS DAÑADOS



### PRODUCTOS ELECTRÓNICOS DESECHADOS

