

## Información Importante

La Universidad de La Sabana informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad de La Sabana.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan finalidad académica, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, La Universidad de La Sabana informa que los derechos sobre los documentos son propiedad de los autores y tienen sobre su obra, entre otros, los derechos morales a que hacen referencia los mencionados artículos.

**BIBLIOTECA OCTAVIO ARIZMENDI POSADA**  
UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
Chía - Cundinamarca



El presente formulario debe ser diligenciado en su totalidad como constancia de entrega del documento para ingreso al Repositorio Digital (Dspace).

<b>TITULO</b>	APLICACIÓN DE LA DINAMICA DE SISTEMAS A LA ADMINISTRACION DEL RECURSO HUMANO OPERATIVO EN LA PRESTACION DEL SERVICIO DE ASEO INSTITUCIONAL		
<b>SUBTITULO</b>			
<b>AUTOR(ES)</b> Apellidos, Nombres (Completo) del autor(es) del trabajo	García Guerrero, Héctor Mauricio		
<b>PALABRAS CLAVE</b> (Mínimo 3 y máximo 6)	Dinámica de Sistemas		
	Aseo Institucional		
	Administración del recurso humano		
<b>RESUMEN DEL CONTENIDO</b> (Mínimo 80 máximo 120 palabras)	<p>El proyecto nace como el ánimo de brindar una alternativa de solución al problema de administración del recurso operativo en el sector del aseo institucional, el cual se caracteriza por contar con una alta movilidad, rotación y ausentismo, lo anterior unido a la inadecuada articulación de los procesos de gestión humana que genera un impacto negativo en los costos operacionales y la calidad del servicio.</p> <p>Para tal propósito el trabajo inicia con una breve descripción del sector de aseo institucional y los componentes claves que juegan un papel relevante en la administración de recurso humano. El estudio se realiza mediante el modelado y simulación en Dinámica de Sistemas, se plantea el modelo a partir de una propuesta de Diagrama de Forrester, el cual se procede a simular bajo el software VENSIM. La estrategia planteada y el diseño de políticas se establecieron alrededor de la administración de un grupo de supernumerarios que cuente con la capacidad para atender oportunamente y al menor costo posible el volumen de requerimientos, monitoreando las variables de interés.</p>		

Autorizo (amos) a la Biblioteca Octavio Arizmendi Posada de la Universidad de La Sabana, para que con fines académicos, los usuarios puedan consultar el contenido de este documento en las plataformas virtuales de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

**APLICACIÓN DE LA DINAMICA DE SISTEMAS A LA ADMINISTRACION  
DEL RECURSO HUMANO OPERATIVO EN LA PRESTACION DEL SERVICIO  
DE ASEO INSTITUCIONAL**

**HECTOR MAURICIO GARCIA GUERRERO**

**UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MAESTRIA EN DISEÑO Y GESTION DE PROCESOS  
BOGOTA 2013**

**APLICACIÓN DE LA DINAMICA DE SISTEMAS A LA ADMINISTRACION DEL  
RECURSO HUMANO OPERATIVO EN LA PRESTACION DEL SERVICIO DE  
ASEO INSTITUCIONAL**

**HECTOR MAURICIO GARCIA GUERRERO**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE MAGISTER EN  
DISEÑO Y DESTION DE PROCESOS**

**Mis padreaDIRECTOR:  
MSc. LEONARDO JOSE GONZALEZ RODRIGUEZ**

**UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MAESTRIA EN DISEÑO Y GESTION DE PROCESOS  
BOGOTA 2013**

*A mis padres que desde el cielo  
siguen iluminando mi camino  
y cuyo recuerdo es la motivación diaria  
para alcanzar orgullosamente cada sueño  
como tributo a su memoria, dedicación y amor eterno.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco inmensamente la orientación del Ingeniero Leonardo José Gonzales Rodríguez, quien como Director del Proyecto demostró gran profesionalismo y sus aportes fueron de gran valor en el desarrollo de la investigación.

Un agradecimiento especial a los directivos de la empresa Casalimpia S.A., quienes de manera incondicional me brindaron el apoyo la construcción del presente proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	9
INTRODUCCION .....	10
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	12
1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACION .....	12
1.3 HIPOTESIS.....	12
1.4 OBJETIVOS.....	15
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
1.5 JUSTIFICACION.....	16
2 METODOLOGIA .....	20
2.1 DEFINICION DEL PROBLEMA.....	20
2.2 CONCEPTUALIZACION DEL SISTEMA .....	21
2.2.1 DIAGRAMA CAUSAL.....	22
2.3 FORMULACION DEL MODELO.....	22
2.3.1 DIAGRAMA DE FORRESTER.....	22
2.4 SIMULACION Y ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO .....	25
2.5 EVALUACION.....	25
2.6 ANALISIS DE POLITICAS .....	26
3 MARCO TEORICO.....	28
3.1 SERVICIO DE ASEO INSTITUCIONAL .....	29
3.1.1 CONCEPTO BASICO DE LIMPIEZA .....	29
3.1.2 OBJETIVOS DEL SERVICIO DE ASEO INSTITUCIONAL.....	29
3.1.3 CLASIFICACION DEL SERVICIO DE ASEO INSTITUCIONAL...	31
3.2 OUTSOURCING .....	32
3.3 RECURSO HUMANO EN EL SECTOR DE ASEO INSTITUCIONAL.....	34
3.3.1 PERFIL RECURSO HUMANO EN EL ASEO INSTITUCIONAL....	35
3.3.2 AMINISTRACION DEL RECURSO HUMANO EN EL SECTOR DE ASEO INSTITUCIONAL .....	37
3.4 COSTOS OPERACIONALES DE LA MANO DE OBRA EN EL SERVICIO DE ASEO INSTITUCIONAL .....	41
4 MODELO DINAMICO .....	43
4.1 DEFINICION DEL SISTEMA .....	43
4.1.1 DIAGRAMA CAUSAL.....	44
4.1.2 VARIABLES DE NIVEL.....	45
4.1.3 TASAS O FLUJOS.....	46
4.1.4 VARIABLES AUXILIARES .....	51
4.1.5 CONSTANTES O PARAMETROS.....	57
4.1.6 DIAGRAMA DE FORRESTER.....	68
4.2 VALIDACION DEL MODELO .....	68
5 ANALISIS DE POLITICAS.....	72
5.1 ESCENARIOS .....	72

5.2	POLITICAS.....	73
5.3	RESULTADOS .....	74
5.3.1	ESCENARIO 1 .....	74
5.3.2	ESCENARIO 2 .....	78
5.3.3	COMPARATIVO RESULTADOS .....	82
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	83
	BIBLIOGRAFIA.....	86
	ANEXOS.....	89

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Costo día mano de obra .....	58
Tabla 2 Costo diario vacaciones .....	59
Tabla 3 Costo diario Licencia de paternidad .....	60
Tabla 4 Costo diario Licencia de maternidad .....	61
Tabla 5 Costo diario calamidad doméstica .....	62
Tabla 6 Costo diario sanción .....	63
Tabla 7 Costo permiso no remunerado .....	64
Tabla 8 Costo diario incapacidad .....	65
Tabla 9 Costo diario falta sin justificar.....	66
Tabla 10 Resultados prueba Kolmogorov - Smirnov .....	71

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Etapas de la metodología.....	28
Ilustración 2 Diagrama causal modelo dinámico.....	44
Ilustración 3 Diagrama Forrester modelo dinámico .....	68
Ilustración 4 Costo - comparativo resultados políticas escenario 1 .....	74
Ilustración 5 Comparativo causal del costo escenario 1 .....	75
Ilustración 6 Cumplimiento satisfacción - comparativo políticas escenario 1 .....	76
Ilustración 7 Comparativo causal cumplimiento satisfacción escenario 1 .....	77
Ilustración 8 Comparativo políticas escenario 2.....	78
Ilustración 9 Comparativo causal escenario 2 .....	79
Ilustración 10 Cumplimiento Satisfacción - Comparativo políticas escenario 2.....	80
Ilustración 11 Comparativo causal cumplimiento satisfacción escenario 2 .....	81
Ilustración 12 Comparativo resultados costo escenario 1 y escenario 2 .....	82
Ilustración 13 Comparativo resultados cumplimiento satisfacción escenario 1 y escenario 2 .....	83

## **RESUMEN**

El proyecto nace como el ánimo de brindar una alternativa de solución al problema de administración del recurso operativo en el sector del aseo institucional, el cual se caracteriza por contar con una alta movilidad, rotación y ausentismo, lo anterior unido a la inadecuada articulación de los procesos de gestión humana que genera un impacto negativo en los costos operacionales y la calidad del servicio.

Para tal propósito el trabajo inicia con una breve descripción del sector de aseo institucional y los componentes claves que juegan un papel relevante en la administración de recurso humano. El estudio se realiza mediante el modelado y simulación en Dinámica de Sistemas, se plantea el modelo a partir de una propuesta de Diagrama de Forrester, el cual se procede a simular bajo el software VENSIM. La estrategia planteada y el diseño de políticas se establecieron alrededor de la administración de un grupo de supernumerarios que cuente con la capacidad para atender oportunamente y al menor costo posible el volumen de requerimientos, monitoreando las variables de interés.

## **ABSTRACT**

The main purpose of this project is to offer a solution to the problem of operational human resource management of the clean service sector; it is connected with the disarticulation of the human resources processes generating a negative impact over operational costs and service quality.

In order to get that objective this document start with a quick description of the clean service sector and the key variables that represent high impact over the operational human resources management. This study is based on a proposal of a Forrester Diagram, it is simulated in the VENSIM software. The proposal of strategy and the policies design were established around a supernumeraries group with the timely responsiveness, keeping the labor cost controlled and checking the key variables.

## INTRODUCCION

El sector servicios ha tenido una evolución significativa en la economía mundial, en la actualidad, corresponde al sector que brinda el mayor aporte tanto al PIB, como al empleo mundial y se caracteriza por su tendencia de crecimiento sostenido. Los servicios van dirigidos a atender necesidades tanto personales como empresariales y se ha enmarcado exitosamente en nuevas estrategias administrativas como las del *outsourcing* permitiendo incrementar los niveles de productividad en los procesos misionales de las organizaciones.

Los servicios cuentan con una amplia diversidad y se encuentran asociados en gran medida con la utilización intensiva del recurso humano, su concepto cambiante exige mantener a las organizaciones dedicadas a la prestación de servicios, a la vanguardia en la implementación de estrategias altamente competitivas acordes a las expectativas de sus clientes.

En Colombia, el comportamiento del sector servicios no es una excepción y se encuentra ubicado como el sector líder en las estadísticas económicas. Dentro del amplio espectro del sector servicios, vale la pena destacar al sector de aseo institucional, el cual ha adquirido una relevante participación en los últimos años, como respuesta a la tendencia de contratar estos servicios bajo la modalidad de *outsourcing*.

El servicio de aseo institucional se constituye como una solución integral a la necesidad básica de las organizaciones de conservar una imagen corporativa pulcra, brindando a sus funcionarios, visitantes y clientes ambientes agradables, sanos, limpios y

libres de toda contaminación, exigencias que hacen del aseo institucional un servicio altamente sensible y dinámico.

Este sector se caracteriza por su positivo impacto social reflejado en la constante generación de empleo y dirigido especialmente en los estratos menos favorecidos. El servicio de aseo cuenta con una amplia dependencia del recurso humano, el cual se encuentra disperso geográficamente atendiendo múltiples puestos de trabajo, ubicados en las instalaciones del cliente, que a su vez se caracterizan por contar con condiciones locativas diferentes, lo que implica contar con un esquema operativo altamente complejo.

Al analizar este tipo de empresas, se logra percibir, que su dinamismo y su complejidad operativa las enfrenta a un alto riesgo de caer en una gestión ineficiente como resultado de múltiples errores y reprocesos, y en el caso de las empresas de aseo colombianas, existe un esquema improvisado que no responde a la necesidad organizacional de administrar eficientemente sus recursos.

# **1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACION**

El servicio de aseo institucional se caracteriza por contar con una alta movilidad, rotación y ausentismo del personal operativo, así como la desarticulación de sus procesos de administración del recurso humano generando un impacto negativo en los costos operacionales y la calidad del servicio.

## **1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACION**

¿Qué políticas se pueden implementar a partir de un modelo de dinámica de sistemas aplicado a la administración del recurso humano operativo en la prestación del servicio de aseo institucional, que permitan incrementar la satisfacción del cliente y disminuir el impacto que genera la alta movilidad, rotación y ausentismo del personal operativo sobre los costos operacionales?

## **1.3 HIPOTESIS**

A partir de políticas que integren las actividades de las áreas de operaciones y recursos humanos, se logrará que la administración del recurso humano operativo en el servicio de aseo institucional bajo la modalidad de *outsourcing* aporte a la disminución de los costos operacionales en un 2% y el incremento de la satisfacción del cliente en un 3%.

La cifra propuesta para la reducción de costos operacionales se sustenta con base en los componentes de la estructura de costos que se construye para determinar la tarifa del servicio, la cual consta de 3 grupos generales de costos: Mano de Obra, Insumos y Herramienta y equipo. A estos grupos de costos se le suman los rubros pertenecientes a gastos administrativos específicos para la ejecución de cada proyecto. Finalmente se le adiciona la utilidad, que para el caso colombiano toma el nombre de AIU (Administración, Imprevistos y Utilidad). Esta la utilidad tiene un rango pequeño de margen, pues luego del AIU para cada proyecto se descuentan los gastos generales de la empresa y los impuestos.

El mercado colombiano maneja un AIU en un rango entre el 8% y el 12%. Mientras que los costos cuentan con los siguientes promedios aproximados de proporción en comparación a la tarifa (FENASEO, 2011):

- Mano de Obra: 75%
- Insumos: 8%
- Herramienta y Equipo: 5%
- Gastos: 2%

En primer lugar identificamos que la mano de obra cuenta con la gran proporción de costos, y por ende su control será el que tenga mayor impacto en las estrategias de ahorro, que se llegarán a establecer. Sin embargo, estas estrategias cuentan con una fuerte restricción de orden legal. Esta restricción hace referencia a los rubros mínimos que se le deben garantizar a los trabajadores colombianos, cuyos valores se encuentran asociados al salario mínimo legal dentro de una jornada laboral de 48 horas diurnas semanales, que para

los casos con menor intensidad horaria semanal la ley permite que el salario sea proporcional, pero en cuanto a los aportes de seguridad social éstos no pueden ser inferiores a los aportes que se pagan teniendo como base el salario mínimo. De otro lado costos como dotación, exámenes médicos, entre otros, son de estricto cumplimiento.

Dadas estas condiciones el enfoque para la reducción de costos estará en los costos ocultos por errores, procesos ineficientes, reprocesos, falta de capacidad, falta de capacitación, sobreexpectativa de venta, entre otros. Plantear una reducción de los costos operacionales en un 2%, indicaría que la utilidad esperada se incrementaría alrededor del 20%, si tomamos como base el 10% de AIU. Un 2% de mejora en los costos por parte de las empresas en este sector generaría un margen de manejo competitivo y se ubicaría dentro de la realidad conservadora del negocio.

La satisfacción del cliente que adquiere el servicio de aseo institucional se basa en la combinación entre la gestión que efectúe quien presta el servicio y la gestión que efectúe el *back office*. Lógicamente el mayor impacto en la satisfacción se encuentra localizado en aquellos factores que tengan relación directa con la calidad de limpieza de sus instalaciones y la actitud de servicio que demuestre el personal asignado a cada proyecto. Por tal motivo, la correcta selección y asignación de los trabajadores a los proyectos, la excelente capacitación que ellos reciban, el mínimo ausentismo que se genere en cada proyecto, la entrega oportuna de su dotación, el correcto pago de los rubros laborales son, entre otros, factores decisivos en el momento en que el cliente realiza una evaluación de su satisfacción sobre el servicio. Es decir que en manos de la persona que presta el servicio y representa la

empresa, se concentra una inmensa responsabilidad de cumplir con las expectativas del cliente.

El promedio de satisfacción del cliente para el mercado se encuentra entre el 80% y el 90%, dado el componente de percepción que caracteriza la evaluación de este servicio, es así como no es común que se llegue a una satisfacción plena del 100%. Sin embargo, dado el anterior análisis y reiterando la gran influencia que tiene el recurso humano sobre la calidad del servicio, se considera un incremento del 3% en la satisfacción del cliente es una cifra ajustada a un contexto real de la dinámica del negocio y que se basa principalmente en la experiencia de 10 años con la que cuenta el autor liderando proyectos en el sector (FENASEO, 2011).

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Aplicar el modelado y la simulación con Dinámica de Sistemas con el fin formular políticas que conlleven a estructurar una administración del recurso humano operativo en la prestación del servicio de aseo institucional bajo la modalidad de *outsourcing*, con la cual se ejerza un control sobre los costos operacionales y se incremente la satisfacción del cliente.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Caracterizar la estructura causal que incide en la administración del recurso humano operativo en el servicio de aseo institucional bajo la modalidad de

*outsourcing* como un sistema, identificando sus elementos, variables críticas, relaciones y límites.

- Construir un modelo matemático que describa el comportamiento del sistema estudiado, la interrelación de sus elementos y el impacto de las variables críticas en los costos operacionales y la calidad del servicio.
- Establecer políticas para la administración del recurso humano operativo, a partir de los resultados obtenidos en la etapa de evaluación, con el fin de obtener un control de los costos operacionales y la mejora en la satisfacción del cliente.
- Identificar comportamientos del caso estudiado que permitan tener aplicación general en sistemas con estructuras similares.

## **1.5 JUSTIFICACION**

Sin lugar a dudas el aseo de los ambientes en los que el ser humano vive, habita, trabaja y visita, se ha convertido en una necesidad básica y altamente crítica para el bienestar de la sociedad, teniendo como característica fundamental la continua y constante labor de limpieza que se requiere como consecuencia de las diversas fuentes de contaminación a las que se ven expuestas todas las superficies que integran cada locación, lo que implica establecer mecanismos para desarrollar estas actividades de limpieza, las cuales exigen la disponibilidad y administración de recursos.

A nivel institucional se ha identificado que la necesidad de mantener ambientes limpios se traduce en una labor altamente desgastante tanto a nivel operativo como

administrativo y más aún cuando la limpieza juega un papel muy importante en la imagen de cada organización empresarial. El servicio de aseo es una de aquellas actividades que exigen una atención importante en cada compañía, situación que de alguna manera impacta a sus funciones misionales, motivo por el cual se ha configurado una estrategia empresarial llamada *outsourcing*, con un auge muy importante en los últimos años. Es así como el aseo institucional toma fuerza, permitiendo que nazcan y se consoliden empresas especializadas en la prestación de este servicio bajo un concepto integral.

En la actualidad el sector de aseo institucional en Colombia cuenta con una amplia competencia y se caracteriza un crecimiento sostenido. Según datos de la nota económica el sector de aseo y limpieza obtuvo ingresos en el 2008 por 715.029 millones de pesos con un crecimiento del 29.8% con respecto al año 2007, en el año 2009 sus ingresos fueron de 829.636 millones de pesos con un crecimiento del 16% con respecto al año 2008 y en el año 2010 los ingresos alcanzaron la cifra de 889.336 millones de pesos con un crecimiento del 7.2% con respecto al 2009 (LA NOTA ECONOMICA, 2011), crecimiento que se logró a pesar de la crisis que caracterizó a la economía mundial. En su artículo la nota económica complementa los resultados con el siguiente análisis, brindando una descripción general del sector. *“Su desempeño en 2010 generó utilidades por \$14.432 millones y una rentabilidad sobre el activo de 12.88%. Se considera como una de las actividades que más aporta a la ocupación de la mano de obra no calificada y brinda posibilidades de empleo a personas cabeza de familia. Las empresas prestadoras del servicio han entendido la importancia de calificar y cualificar a sus empleados, pues ellos, con la eficiencia y calidad de sus servicios, incentivan el consumo y proyectan una imagen de pulcritud y compromiso con el*

*medio ambiente. El resto se centra en la consecución de tecnologías y en el fomento del conocimiento, para que cada vez se adopten prácticas de calidad que además de optimizar la operación, sean amigables con el medio ambiente y la sostenibilidad del planeta.”* (LA

NOTA ECONOMICA, 2011)

El crecimiento expuesto ha incrementando aceleradamente el tamaño operativo de las empresas especializadas, inclusive a una mayor tasa de crecimiento que la de su estructura administrativa, generando un riesgoso desequilibrio que se traduce en ineficiencias, reprocesos, discontinuo flujo de información, procesos independientes no relacionados, excesivas cargas de trabajo, desmotivación, deficiente comunicación, ambiente de trabajo deteriorado, presencia de costos ocultos, sacrificio de utilidades e impacto en la calidad del servicio.

Cuando se analizan los componentes básicos del servicio de aseo, es evidente que existe una alta dependencia del recurso humano operativo, el cual representa cerca del 80% de los costos operacionales y su desempeño influye directamente en la calidad del servicio. Por tal motivo es que las empresas del sector de aseo institucional deben ser muy cuidadosas en la administración de este recurso humano, pues éste se considera como el corazón del negocio, que se vuelve más complejo cuando se identifica el alto grado de dispersión que poseen los múltiples puestos de trabajo.

El servicio de aseo institucional se desarrolla bajo un contexto altamente dinámico, a partir del sin número de novedades que a diario se presentan, especialmente con el recurso humano, ésta situación hace que el negocio no sea fácil y su administración enfrenta niveles de alto riesgo. El conjunto de estas situaciones le dan vida al proyecto

planteado, el cual tiene como propósito establecer políticas de administración del recurso humano operativo, basado en la aplicación de dinámica de sistemas, que le permitan a las empresas de aseo institucional desarrollar su actividad en escenarios de crecimiento y con factores cambiantes, controlando sus costos operacionales y la satisfacción del cliente.

El proyecto cuenta con un amplio valor teórico si se analiza desde la óptica de la dinámica de sistemas, pues es claro que el servicio requiere un enfoque sistémico y sus condiciones son extremadamente dinámicas. La dinámica de sistemas brinda una orientación acertada que se ajusta al problema que enfrenta la administración del recurso humano en el aseo institucional, esta disciplina cuenta con un avance acelerado desde hace más de cuarenta años, a partir de las primeras investigaciones lideradas por Jay W Forrester, su evolución ha abarcado continuamente el estudio de diversos sistemas, sin embargo luego de adelantar una juiciosa revisión bibliográfica se logra identificar que, aunque existen algunos estudios en los que involucran al recurso humano, no se ha investigado la administración del recurso humano en el sector servicios, por tal razón al modelar un sistema con la estructura y las características del aseo institucional permitirá involucrar una serie de variables críticas que enriquecería el análisis, además de agregarle los escenarios de múltiples frentes de trabajo con alta dispersión geográfica, obteniendo un gran aporte en la aplicación de un servicio bajo la modalidad de *outsourcing*, lo que permitirá brindar una base para estudiar otros tipos de servicio con características similares.

## **2 METODOLOGIA**

La metodología para el desarrollo y elaboración de un modelo de dinámica de sistemas ha sido una tarea en permanente evolución y han sido varios los autores e investigadores que han realizado su aporte para complementar la rigurosidad de la metodología, en el proceso de investigación para el presente proyecto se hallaron varias propuesta de metodología, sin embargo cada una de ellas cuentan con una estructura sólida en algunos aspectos, pero requiere un complemento algunos otros aspectos. Dado este panorama a continuación se presenta una metodología que se basa en las recomendaciones y propuestas de John Sterman y Jay Forrester.

Sterman advierte que el modelado es iterativo. No siempre se construye un modelo empezando con el paso 1 y progresivamente siguiendo la secuencia a través de una lista de actividades (Sterman, 2000). Modelar es un proceso continuo de iteración entre la definición del problema, la conceptualización del sistema, la formulación del modelo, el análisis del comportamiento, la evaluación y el análisis de políticas. Modelar efectivamente se hace a través de ciclos continuos entre experimentos en el mundo virtual del modelo y experimentos y la recolección de datos en el mundo real.

### **2.1 DEFINICION DEL PROBLEMA**

Sterman plantea el siguiente esquema que él llama articulación del problema (Sterman, 2000):

- **Selección del Tema:** Se formula el problema de estudio y se exponen los argumentos por los cuales es considerado un problema.
- **Variables Clave:** Se identifican las variables clave y los conceptos relevantes que se deben considerar en el estudio.
- **Horizonte de Tiempo:** Se establece el horizonte de tiempo que se plantea para efectuar las proyecciones a futuro y se determina el tiempo a tener en cuenta en el pasado para investigar las raíces del problema.
- **Definición del Problema Dinámico:** Se describe el comportamiento histórico de las variables clave y los conceptos relevantes, así como el posible comportamiento en el futuro. Para este aspecto son útiles los modos de referencia o referencias de comportamiento, que corresponden a un conjunto de gráficas y otra información descriptiva que muestra el desarrollo del problema a lo largo del tiempo. Para hacer esto, se puede identificar el horizonte de tiempo y definir aquellas variables y conceptos que se consideran importantes con el fin de entender el problema y diseñar políticas para resolverlo.

## **2.2 CONCEPTUALIZACION DEL SISTEMA**

La etapa de conceptualización tiene como principal propósito articular la estructura del sistema que se ha decidido analizar y donde se aloja el problema que se desea resolver. Esta etapa se finaliza con el Diagrama Causal construido y para la construcción de éste es necesario iniciar por la identificación específica de sus componentes y variables.

- **Variable Endógena:** Variable que se explica al interior del sistema a partir de sus relaciones con otras variables.
- **Variable Exógena:** Variable que describe aquellos comportamientos externos que tienen efectos sobre el sistema

### **2.2.1 DIAGRAMA CAUSAL**

Un diagrama causal es una herramienta para representar la estructura de un sistema y se basa en la articulación de sus elementos mediante bucles de realimentación, determinando así las influencias, tanto positivas como negativas, que caracterizan a las relaciones de las variables.

## **2.3 FORMULACION DEL MODELO**

La formulación del modelo corresponde a la traducción que se debe realizarle al sistema plasmado en el Diagrama Causal al lenguaje requerido para alimentar el software y de esta manera efectuar la correspondiente simulación. La herramienta fundamental en esta etapa es la construcción del Diagrama de Forrester, así como la formulación matemática que surge de éste.

### **2.3.1 DIAGRAMA DE FORRESTER**

Se le da el nombre de Forrester a este diagrama como alusión a Jay W. Forrester, quien fundó las bases para el desarrollo de la Dinámica de Sistemas basando sus ideas a través de un símil hidrodinámico, cuyo objetivo era facilitar la comprensión del comportamiento de los flujos, variables y elementos de hacen parte del sistema a modelar.

Con el concepto del sistema hidrodinámico se realiza la analogía de un tanque de agua, el cual representaría la acumulación de una variable endógena clave dentro del sistema y toma el nombre de variable de nivel, de igual forma se compara el conducto que transporta el fluido desde y hacia los tanques con los flujos o tasas a través de las cuales se generan las variaciones de las variables de nivel en el sistema.

#### **2.3.1.1 VARIABLE DE NIVEL**

Llamadas también variables de estado o stock, las variables de nivel representan las acumulaciones de los flujos o tasas en el tiempo. Estas variables reciben los impactos de las políticas que se implementen y su comportamiento refleja el resultado de dichas políticas. Las variables de nivel están representadas por rectángulos, que en su interior están identificados con el nombre la variable correspondiente.

#### **2.3.1.2 FLUJOS O TASAS**

Los flujos o tasas simbolizan las variaciones de las variables en el tiempo. Estas tasas están representadas por válvulas que regulan el flujo que circula a través de los conductos y éste flujo se caracteriza por ser un flujo físico diferente a los flujos de información. Los flujos pueden conectar dos niveles ó un nivel de contenido inagotable con un nivel, un nivel de contenido inagotable es un elemento exógeno y está representado por una nube.

#### **2.3.1.3 VARIABLES AUXILIARES**

Son variables complementarias que contienen información relevante para el sistema y que pueden alimentar de esta información a los flujos ó a otras variables auxiliares. Son

muy útiles en aquellos casos en los que se requiere transformar ecuaciones complejas en ecuaciones más sencillas con el fin de facilitar la formulación del modelo. Las variables auxiliares no están representadas por una figura específica, sin embargo se integran al modelo identificándolas con su nombre y ubicando este nombre dentro del sistema con sus respectivas conexiones.

#### **2.3.1.4 CONSTANTES O PARAMETROS**

Los parámetros facilitan aún más la visualización del modelo y representan condiciones que afectan directamente el comportamiento de los flujos.

#### **2.3.1.5 CANALES DE INFORMACION**

Los canales de información corresponden a las conexiones que unen las variables auxiliares y los parámetros a los demás elementos del sistema, como su nombre lo indica permiten el flujo de información necesaria para el comportamiento del sistema. Los canales de información se representan básicamente por medio de flechas que unen origen con destino.

#### **2.3.1.6 DEMORAS**

Las demoras hacen referencia a los períodos de tiempo que en ocasiones se toman los flujos de información ó los flujos físicos para llegar a su destino y que por ende retardan la respuesta de las variables de nivel.

## **2.4 SIMULACION Y ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO**

En la metodología propuesta por Forrester, menciona que la simulación puede iniciar después del planteamiento de las ecuaciones, las cuales debieron tener un criterio lógico de planteamiento en función de un modelo operable, verificando que todas las variables hayan sido definidas, que no hayan sido incorporadas más de una vez al modelo, que no existan ecuaciones simultaneas, y que haya consistencia en las unidades de medida (Forrester, 1994).

Apoyado en un software de simulación, para este caso VENSIM, se efectúa la primera simulación, cuyo resultado debe dirigir de nuevo al modelador a la descripción del problema y a la verificación de las ecuaciones, para asegurar que haya un comportamiento lógico del sistema. Esta primera simulación generará un gran volumen de interrogantes que obligaran a modelador a retornar a la primera etapa y verificar cada uno de los pasos.

## **2.5 EVALUACION**

El principal objetivo de la etapa de evaluación es garantizar que el modelo no arroje resultados incoherentes ó absurdos, estos resultados deben tener un comportamiento lógico dentro de lo planteado en los principios expuestos en el marco teórico, desde el punto de vista de las ciencias básicas, así como desde el punto de vista del sentido común.

## 2.6 ANALISIS DE POLITICAS

Para Forrester en esta etapa se identifican alternativas de políticas para ser evaluadas. Los test de simulación determinan cual política es más prometedora. Las alternativas podrían surgir de la intuición del modelador generada durante las etapas previas, de su experiencia, de expertos en la operación del sistema o de una exhaustiva evaluación automática de cambios en los parámetros (Forrester, 1994).

Para Sterman una vez se ha fortalecido la seguridad en la estructura y el comportamiento del modelo, se puede usar éste para diseñar y evaluar políticas de mejoramiento. Diseñar políticas es mucho mejor que cambiar los valores de los parámetros. El diseño de políticas incluye la creación de nuevas estrategias, estructura y reglas de decisión. Desde la estructura de realimentación del sistema se determina su dinamismo, la mayoría del tiempo las políticas de apalancamiento serán involucradas cambiando los bucles de realimentación dominantes a través del rediseño de la estructura de niveles y flujos, eliminando tiempos de retrasos, cambiando el flujo y la calidad de información disponible en los puntos de decisión claves, reinventando fundamentalmente los procesos de decisión de los actores en el sistema (Sterman, 2000).

La consistencia de las políticas y su sensibilidad frente a incertidumbres en los parámetros y la estructura del modelo deben ser evaluadas, incluyendo su desempeño bajo un amplio rango de escenarios alternativos. La interacción de diferentes políticas debe también ser considerada, porque los sistemas reales son altamente no lineales, el impacto de

la combinación de políticas interfiere con otras; algunas veces estas refuerzan otras y generan sinergias substanciales (Stermán, 2000).



**Ilustración 1** Etapas de la metodología

### **3 MARCO TEORICO**

### **3.1 SERVICIO DE ASEO INSTITUCIONAL**

El servicio de aseo institucional surge como una solución para satisfacer la necesidad básica de las empresas y las personas que integran la comunidad institucional de contar con ambientes limpios e higiénicos, no solo como requisito que genera bienestar para la comunidad, sino también porque las compañías están obligadas a cumplir con unos requisitos legales mínimos, los cuales varían dependiendo del sector en el que se desempeña cada compañía, que buscan obtener por parte de las autoridades sanitarias y ambientales las correspondientes licencias de funcionamiento.

#### **3.1.1 CONCEPTO BASICO DE LIMPIEZA**

“Por limpieza se entiende el conjunto de prácticas que suprimen la suciedad y al mismo tiempo conservan las propiedades de los materiales y prolongan su durabilidad” (Sanguinés & Sousa, 2005).

#### **3.1.2 OBJETIVOS DEL SERVICIO DE ASEO INSTITUCIONAL**

El servicio de aseo institucional cuenta con dos objetivos principales (Sanguinés & Sousa, 2005):

- **General:** Establecer un programa organizado de limpieza para mantener una adecuada imagen de la institución: alto nivel de aseo, buen aspecto, orden y salubridad, que además permitirá controlar los recursos disponibles y la claridad de trabajo.

- **Inmediato:** Conservar la institución libre de suciedad y alargar la vida útil del equipo como del inmueble.

El servicio de limpieza tiene a su vez un alto impacto en los siguientes recursos de la organización:

- **Económicos:** La extensión de la vida útil de los muebles, objetos, equipos, materiales se realiza con un menor costo de reparaciones ó reposiciones. Los gastos generados en el servicio de aseo, como producto de limpieza, utensilios, equipos y mano de obra se compensará en gran parte por esa mayor durabilidad.
- **Humanos:** Al proporcionar orden, bienestar y limpieza adecuada, se crea un ambiente agradable y seguro para cuidar la salud, lo que logra establecer un entorno digno para la persona y ayuda en la satisfacción de sus necesidades básicas. En el servicio de aseo se deben considerar dos aspectos básicos:
  - **Administrativo:** Se relaciona con la planeación, la organización y los programas, así como con los controles que permiten garantizar la calidad del servicio y establecer un presupuesto. Así mismo, se busca optimizar los recursos: materiales, humanos y económicos.
  - **Operativos:** Se refiere a los procedimientos concretos que se siguen en cada caso y que determinan las técnicas utilizadas, los tiempos estándar y las medidas de seguridad que deben adoptarse. Este aspecto se toma en cuenta la eficiencia, el ahorro de materiales, los presupuestos disponibles, etc.

### **3.1.3 CLASIFICACION DEL SERVICIO DE ASEO INSTITUCIONAL**

El servicio de aseo institucional se puede analizar desde diferentes clasificaciones, las cuales van ligadas con las estrategias operativas para la prestación del servicio, así como las estrategias comerciales para ubicar el servicio en algún sector específico.

#### **3.1.3.1 SEGÚN EL SECTOR ECONOMICO**

- Entidades Educativas
- Entidades de Servicios de Salud
- Sector Negocios y Financiero
- Centros Comerciales y Grandes Superficies
- Plantas Industriales
- Campamentos Remotos Sector Minero

#### **3.1.3.2 SEGÚN EL NUMERO DE SEDES DEL CLIENTE**

- Una sede
- Múltiples sedes ubicadas en una misma ciudad
- Múltiples sedes ubicadas a nivel nacional

#### **3.1.3.3 SEGÚN LA ESTRATEGIA DE SUPERVISION**

- Supervisión no fija con visita frecuentes a diferentes clientes con una o pocas sedes.
- Supervisión con visitas frecuentes a clientes con múltiples sedes.
- Supervisión fija a clientes grandes con una sola sede.

### 3.1.3.4 SEGÚN LA PARTICIPACION DEL GOBIERNO

- Sector Privado
- Sector Público

## 3.2 OUTSOURCING

El servicio de aseo institucional es uno de los servicios que las organizaciones pueden excluir de las actividades que hacen parte de su objeto social, de tal manera que es posible contratarlo a través de un proveedor externo, cuyo nivel de especialización debe apoyar los procesos con niveles técnicos y administrativos superiores, permitiendo que quien contrata el servicio se enfoque eficientemente en su negocio.

Schneider define el *Outsourcing* como “la delegación total o parcial de un proceso interno a un especialista contratado. Esta posibilidad les permite a las empresas ser más flexibles en su estructura organizacional y optimizar su estructura de costos operativos... el outsourcing se ha desarrollado como una respuesta a los altos costos que suponen mantener una infraestructura material y humana que, por no estar directamente relacionada con las actividades distintivas de la empresa, resulta innecesaria. Este exceso de infraestructura llega a provocar altas pérdidas financieras y, en cambio, ofrece poca efectividad operacional, así como tiende a la rigidez en las respuestas frente el mercado” (Schneider, 2004).

Una empresa puede intentar ser más eficaz en su trabajo si no intenta hacer de todo, ya que esto la llevaría a diversificar sus funciones y descuidar su planteamiento estratégico,

que a su vez la haría menos competitiva en el mercado. De ahí la necesidad de contar con una estrategia que le permita a la organización concentrarse en su *core business* y dejar de un lado procesos importantes pero no inherentes a su actividad principal. El *outsourcing* le brinda respuesta a esta necesidad.

Las empresas que externalizan determinados procesos obtienen dos beneficios:

- **Eficiencia:** Se logra alcanzar mayor eficacia ya que las funciones ejecutadas por empresas externas generan mejores resultados, ya que éstas son expertas en el campo para el que se les contrata.
- **Mayor Rentabilidad:** Los costos de externalizar un proceso son inferiores a los que regularmente incurre la empresa cuando lleva a cabo ese proceso por sí misma.

El gran valor que aporta la estrategia del *outsourcing* a las organizaciones se basa en dos conceptos: conocimiento y masa crítica. La combinación de estos dos conceptos logra que un proceso tercerizado sea más económico que hacerlo dentro de la empresa (Schneider, 2004).

De igual manera Schneider plantea algunas respuestas a la pregunta ¿Cuáles son las principales razones que deberían llevar a las empresas tradicionales a reestructurar sus operaciones y utilizar el *outsourcing*? (Schneider, 2004).

- Reducción y control de los costos operativos
- Acceso a habilidades de clase mundial

- Mejoramiento en el enfoque estratégico de la organización
- Garantía de servicio
- Compartir el riesgo
- Liberación de recursos internos
- Estabilidad en la gestión

### **3.3 RECURSO HUMANO EN EL SECTOR DE ASEO INSTITUCIONAL**

El sector de aseo institucional se caracteriza por el uso intensivo del recurso humano en la prestación de su servicio, siendo éste catalogado como el recurso que más impacta en los costos operacionales, ya que representa en promedio alrededor del 75% del total del costo. De igual manera existen características particulares del sector como la dispersión geográfica de los puestos de trabajo, la diversidad de sectores económicos en los que se encuentran ubicados los clientes, el nivel socio económico y cultural del recurso humano, entre otros, que favorecen los escenarios para que múltiples costos ocultos y errores operativos impacten la gestión, el servicio y los resultados económicos del negocio.

La administración del recurso humano integra diferentes variables, cuyo comportamiento se desplaza a través de diferentes procesos que influyen en la prestación del servicio, estos procesos en su mayoría los comparten dos áreas específicas de las organizaciones que prestan el servicio, éstas son el área Recursos Humanos y el área de Operaciones. En cabeza estas dos áreas se aloja la responsabilidad de la administración del recurso humano y de la coordinación de ellas depende el éxito o el fracaso en la gestión del recurso humano.

### **3.3.1 PERFIL RECURSO HUMANO EN EL ASEO INSTITUCIONAL**

Dadas las características del servicio de aseo, el cual no demanda personal con alto grado de escolaridad, por lo general ha estado dirigido a la generación de empleo en los estratos económicos menos favorecidos, sin embargo la gran responsabilidad que tiene en la etapa de prestación del servicio al estar en la casa del cliente, exige unas competencias específicas que aseguren una buena disposición del personal en sus labores, un conocimiento técnico mínimo y un trato cordial con el cliente, pues siempre se debe tener presente ellos representan la imagen de la compañía y son quienes harán posibles gran parte de la promesa de venta.

Por lo general al trabajador que se le asignan las labores de aseo y limpieza se le asigna el cargo de Operario de Aseo o Auxiliar de Servicios Generales, éste último será el término que utilizaremos en el desarrollo del presente documento. La proporción de género del personal asignado que labora en el sector de aseo institucional se encuentra en un 95% aproximadamente en manos del género femenino (FENASEO, 2011).

El auxiliar de servicios generales, aunque se encuentra en la locación del cliente y en ocasiones reciba instrucciones de él, tiene una relación laboral directa con la empresa que presta el servicio y a la que el cliente contrata para tal fin. Esta relación laboral implica una subordinación y por ende la aplicación de la legislación laboral, la cual debe ser de estricto cumplimiento por las empresas del sector de aseo institucional.

Veamos entonces los componentes generales que describen el perfil de un auxiliar de servicios generales:

- **Cargo:** Auxiliar de Servicios Generales
- **Cargo al que le reporta:** Supervisor
- **Rol del Cargo:** Operativo
- **Formación Académica:** Como mínimo primer grado de secundaria, preferiblemente bachiller.
- **Conocimiento y Habilidades Técnicas:** Protocolos de aseo básico y desinfección, etiqueta y protocolo, tratamientos especializados de pisos, servicios de cafetería, manejo de equipos de aseo, seguridad y salud ocupacional y servicio al cliente.
- **Competencias Conductuales:** Trabajo en equipo, cumplimiento de instrucciones, enfoque en el detalle, responsabilidad, disposición y actitud de servicio.
- **Experiencia Laboral:** Mínimo un año en labores similares.
- **Misión del cargo:** Cumplir con las rutinas de servicio establecidas, dentro de los horarios fijados y con los recursos asignados, velando por la satisfacción del cliente ejecutando las actividades acordadas dentro del alcance del contrato.
- **Contacto Interno:** Supervisores, Área de Recursos Humanos, Nómina y Servicio al cliente.
- **Contacto Externo:** Cliente y proveedores

### 3.3.2 AMINISTRACION DEL RECURSO HUMANO EN EL SECTOR DE ASEO INSTITUCIONAL

La administración del recurso humano en el sector de aseo institucional corresponde al manejo administrativo y toma decisiones que inciden en los procesos asociados al suministro de personal para la prestación del servicio así como el trámite de las novedades que surjan en el desarrollo de su labor. Esta responsabilidad se encuentra compartida entre las áreas de recursos humanos y operaciones. La primera es quien cuenta con las herramientas para efectuar el suministro de personal y realizar los trámites administrativos de acuerdo a los procesos establecidos por la compañía y los parámetros legales que debe cumplir toda empresa. De otro lado operaciones es el área asume la responsabilidad de administrar el personal operativo una vez sea suministrado por el área de recursos humanos y también es la encargada de generar lo *inputs* a Recursos Humanos para la gestión administrativa cuando se presentan novedades en el servicio.

Dentro de los elementos y variables que hacen parte de la administración del recurso humano en el sector de aseo institucional encontramos los siguientes:

- **Iniciación de proyecto:** Cuando el área comercial logra cerrar una nueva negociación, la cual demanda nuevo personal para la puesta en marcha del proyecto.
- **Ampliación del proyecto:** Cuando el proyecto se encuentra operando. En este caso el cliente amplía sus necesidades del servicio y solicita una ampliación

permanente en el alcance del contrato, lo que implica incrementar el personal asignado al proyecto.

- **Terminación de proyecto:** Cuando la vigencia del contrato con el cliente se cumple y éste no es renovado. Lo que implica retirar el personal del proyecto y tomar una decisión sobre su continuidad en la empresa.
- **Suspensión temporal del proyecto:** Cuando por solicitud del cliente o como clausula del contrato, la vigencia del proyecto se suspende temporalmente y luego se reanudan labores. Lo que implica tomar una decisión sobre la ubicación del personal en ese período de tiempo.
- **Servicio Adicional:** Cuando de manera esporádica el cliente requiere el suministro adicional de personal no permanente, que no se encuentra en el alcance del servicio y por ende genera una facturación adicional.
- **Ausentismo:** Cuando por algún motivo un auxiliar de servicios generales no se presenta en su sitio de trabajo, lo que implica programar un reemplazo para atender el servicio. En los ausentismos podemos encontrar:
  - Faltantes sin justificar
  - Incapacidad por Enfermedad General
  - Incapacidad por accidente de trabajo
  - Permiso no remunerado
  - Calamidad domestica
  - Sanción disciplinaria

- **Desvinculación:** Cuando el auxiliar de servicios generales se retira de la empresa y se da en los siguientes casos:
  - Renuncia
  - Terminación sin justa causa
  - Terminación en período de prueba
  - Terminación con justa causa
  - Pensión
  
- **Vacaciones:** Cuando por ley el auxiliar de servicios generales se toma el período de vacaciones al que tiene derecho. Lo que implica programar un reemplazo en su puesto de trabajo.
  
- **Solicitud de cambio:** Este caso hace referencia a dos situaciones
  - **Por parte del cliente:** El cliente puede solicitar el cambio de un auxiliar de servicios generales, si éste no cumple con sus expectativas.
  - **Por parte del empleado:** Puede presentarse el cambio por solicitud directa del empleado.
  
- **Trabajo Suplementario:** Corresponde al trabajo que realiza el auxiliar de servicios generales adicional a su jornada básica de trabajo, lo que implica que tiene derecho a un pago adicional de acuerdo a los porcentajes establecidos en la ley laboral. Dentro del trabajo suplementario encontramos:
  - Horas Extras Diurnas Ordinarias

- Horarios Extras Diurnas Dominicales / Festivas
  - Horas Extras Nocturnas Ordinarias
  - Horas Extras Diurnas Dominicales / Festivas
  - Recargo Nocturno
  - Recargo Diurno Dominical / Festivo
  - Recargo Nocturno Dominical / Festivo
  - Bonos pagados por el cliente
  - Rodamiento y auxilio de transporte
- **Dotación:** Corresponde a los uniformes y elementos de protección personal que por ley la empresa está obligada a suministrarle a los trabajadores, adicionalmente que la dotación es un medio publicitario y de imagen para la empresa.
  - **Capacitación:** Hace referencia al plan de formación para asegurar la competencias mínimas requeridas por el cargo.
  - **Soporte Legal Laboral:** Es el proceso que se encarga de proteger a la empresa de algún riesgo legal, de asesorar y orientar a quienes toman decisiones sobre el recurso humano, para que estas decisiones no vulneren los derechos de los trabajadores y de adelantar los trámites pertinentes a conflictos laborales.
  - **Seguridad Social:** Es el proceso que se encarga de efectuar las afiliaciones, desafiliaciones y reporte de novedades al sistema de seguridad social, de acuerdo a lo que dicta la legislación laboral.

- **Nomina:** Es el proceso que se encarga de administrar el sistema de información que procesa la nómina y genera la información para efectuar las obligaciones laborales a los trabajadores
- **Grupo de Supernumerarios:** Corresponde al proceso que cuenta con la capacidad para atender oportunamente los reemplazos generados por la diferente modalidades de ausencia, así como la asignación del personal para atender la solicitud de servicios adicionales
- **Selección y Contratación:** Es el proceso que se encarga de efectuar el reclutamiento, aplicando los filtros de selección con el fin de cumplir con el suministro de personal requerido por la operación.

### **3.4 COSTOS OPERACIONALES DE LA MANO DE OBRA EN EL SERVICIO DE ASEO INSTITUCIONAL**

Los costos de mano de obra para un proyecto de aseo institucional cuentan con la siguiente composición:

- Salarios
  - Salario Básico
  - Subsidio de Transporte
  - Trabajo Suplementario
- Prestaciones sociales y aportes
  - Cesantías

- Prima de servicios
- Vacaciones
- Pensión
- Salud
- ARL (Administradora de Riegos Laborales)
- Caja de Compensación
- Aporte al ICBF (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar)
- Aporte al SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje)
- Intereses a las cesantías
  
- Capacitaciones Especiales
  
- Salud Ocupacional
  - Exámenes Médicos
  - Vacunas
  
- Dotación
  
- Elementos de Protección Personal

## **4 MODELO DINAMICO**

### **4.1 DEFINICION DEL SISTEMA**

Para realizar la construcción del sistema se ha tomado como base la operación del servicio de aseo institucional de la empresa Casalimpia S.A., una empresa colombiana con 53 años en el mercado, catalogada como la empresa más grande del mercado del *outsourcing* de aseo y en la actualidad cuenta con más de 13.000 personas a nivel nacional distribuidas a través de 10 oficinas regionales. Para el caso del estudio se tomará la operación localizada en la ciudad de Bogotá en donde trabajan más de 6000 personas prestando el servicio de aseo institucional. Los datos se serán utilizados para el presente estudio corresponden a las novedades reales generadas desde el 1 de enero de 2009 hasta el 31 de diciembre de 2012.

La unidad de tiempo establecida para el estudio corresponde a periodos de tiempo de 1 día y el horizonte de tiempo para el análisis será de un año operativo es decir que se tomará el año de 365 días y se le descontarán 52 domingos que tiene el año y 18 días festivos, la diferencia arroja que el año operativo será de 295 días.

Como estrategia principal del sistema se analiza la conexión en los procesos de operaciones y recursos humanos, de tal manera que se evalúe el suministro del recurso humano oportunamente de acuerdo a las necesidades del servicio.

Como supuestos principales se asumirá que todas las personas que hacen parte del grupo de RRHH operativo corresponden a auxiliares de servicios generales, quienes

devengan el salario mínimo mensual legal vigente y cubren turnos de trabajo de 48 horas semanales en horario diurno ordinario de lunes a sábado, es decir que el estudio excluye horario que implique el pago de trabajo suplementario como lo es recargo nocturnos, dominicales y horas extras.

**4.1.1 DIAGRAMA CAUSAL**

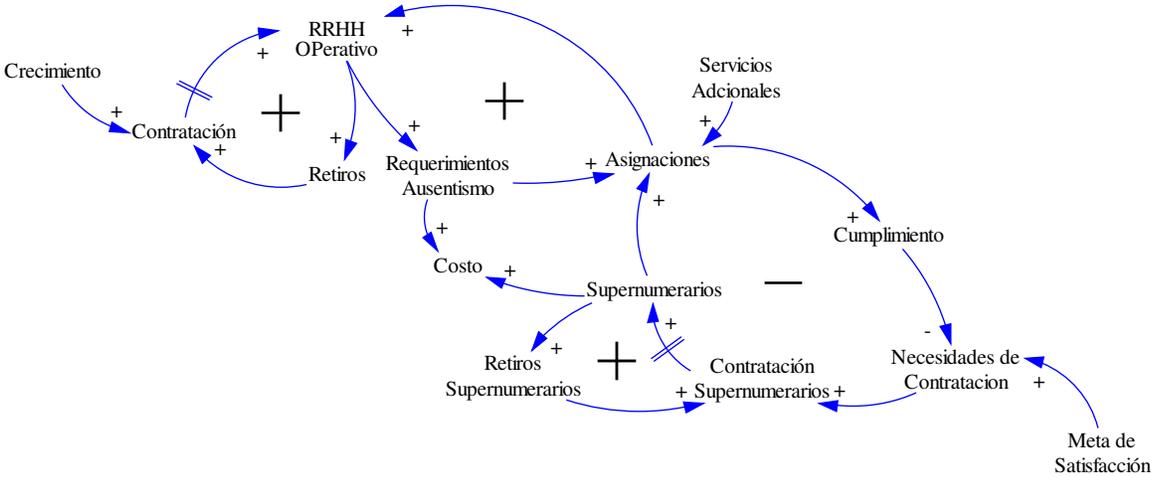


Ilustración 2 Diagrama causal modelo dinámico

En la figura 2 se presenta el diagrama causal que describe el sistema en estudio, este diagrama causal recoge algunos elementos planteados en el arquetipo que se conoce como crecimiento y subinversión, bajo el cual se pretende estudiar la capacidad que tiene una compañía para satisfacer la demanda y permite identificar el momento adecuado para realizar las inversiones que conlleven a incrementar esta capacidad debido a un crecimiento en la demanda. El presente estudio se inicia con un ciclo de refuerzo, que es alimentado por la tasa de crecimiento del negocio el cual implica incrementar la planta de personal operativa para atender esta nueva demanda, este ciclo es seguido por un segundo ciclo

reforzador que surge a través de los requerimientos causados por los diferentes tipos de novedad por ausencias que presenta el recurso humano operativo, es decir que al incrementar la mano de obra, el número de ausencias se incrementa y por ende la necesidad de asignaciones para cubrir estas ausencias se incrementa, a este incremento se le suma los requerimiento que nacen de los servicios adicionales. Este crecimiento se conecta con un ciclo compensador que permite nivelar la capacidad del proceso que programa estas asignaciones, el grupo de supernumerarios representa la capacidad del sistema para atender la demanda de requerimiento a través de las asignaciones de los reemplazos y la contratación de nuevos supernumerarios representaría la inversión que permite incrementar la capacidad, la cual se activa cuando existe un efecto negativo en el nivel de cumplimiento que a su vez refleja la satisfacción del cliente. Específicamente el efecto compensador se genera cuando el nivel de cumplimiento se disminuye aumentando la discrepancia frente a la meta de satisfacción y automáticamente genera la necesidad de contratación de más supernumerarios. Esta contratación de supernumerarios se complementa con un último ciclo de refuerzo que proviene de la tasa de retiros del personal que integra el proceso de supernumerarios.

#### **4.1.2 VARIABLES DE NIVEL**

- **RRHH Operativo:** Representa el conjunto total de personal operativo que se encuentra asignado en todos los frentes de trabajo en la ciudad de Bogotá. Esta variable de nivel agrupa la gestión que se encuentra a cargo del departamento de operaciones y es representada por la ecuación 1.

$$RRHH \text{ Operativo} = INTEGER(Contratacion \text{ crecimiento} + Contratación + Tasa \text{ Asignaciones} + Tasa \text{ Retorno Ausentes} - Retiros - Tasa \text{ Ausentismo} - Tasa \text{ retorno asignaciones}) \quad (1)$$

- **Supernumerarios:** El grupo de supernumerarios nace como una estrategia operativa para atender oportunamente los requerimientos provenientes del personal asignado en los diferentes contratos, que en este caso se les dio el nombre de RRHH Operativo. Estos requerimientos representan las faltas del personal por ausentismo, así como los servicios adicionales que demande el cliente. Esta variable se representa en la ecuación 2.

$$Supernumerarios = INTEGER(Contratación \text{ Supernumerarios} + Tasa \text{ retorno asignaciones} - Retiros \text{ Supernumerarios} - Tasa \text{ Asignaciones}) \quad (2)$$

- **Ausentes:** Se diseñó la variable de nivel ausentes con el fin de representar un espacio en el cual temporalmente permanecen aquellas personas que se ausentan y que salen del sistema mientras retornan a su centro de operación que se encuentra contenido en la variable de nivel RRHH Operativo. Como lo indica la ecuación 3 los ausentes son el resultado de la diferencia entre la tasa de ausentismo y la tasa de retornos de ausentes.

$$Ausentes = INTEGER( Tasa \text{ Ausentismo} - Tasa \text{ Retorno Ausentes}) \quad (3)$$

#### 4.1.3 TASAS O FLUJOS

- **Tasa de Ausentismo:** La tasa de ausentismo se alimenta de las diferentes novedades que generan que una persona no se presente en su lugar de trabajo y por ende esta ausencia se convierte en un requerimiento para ser atendido por

parte del Grupo de Supernumerarios. Como lo indica la ecuación 4 corresponden a estas novedades las siguientes: Vacaciones (VAC), Licencia de Paternidad (LIC PAT), Licencia de Maternidad (LIC MAT), calamidad Domestica (CAL DOM), Sanción, Permiso no remunerado (PNR), Incapacidad (INC) y Falta sin justificar (FSJ).

$$Tasa\ Ausentismo = INTEGER(CAL\ DOM + FSJ + INC + LIC\ MAT + LIC\ PAT + PNR + SANCION + VAC) \quad (4)$$

- Tasa Retorno Ausentes:** Corresponde al flujo de ingreso de la persona que se ausenta y regresa nuevamente a su frente de trabajo ubicado en la variable de Nivel RRHH Operativo. Esta tasa contiene una demora de un día, que representa el tiempo definido para este modelo en el cual la persona se encuentra ausente y no se presenta en su puesto de trabajo, y por ende se asigna un supernumerario como reemplazo. Para el presente estudio se ha tomado un día de demora, dadas las características de los datos obtenidos, pues estos datos corresponden a las asignaciones diarias clasificadas por novedad de ausentismo, al no contar con un tratamiento de datos que respalde un asignación aleatoria de demora por parte de los ausentes, se trabajará sobre el supuesto de un día. De igual manera con la demora de un día se mantiene el análisis de disponibilidad que representa el factor más crítico para la toma de decisiones de contratación. La tasa retorno ausentes se presenta en la ecuación 5.

$$Tasa\ Retorno\ Ausentes = DELAY\ FIXED(Tasa\ Ausentismo, 1, 0) \quad (5)$$

- **Tasa Asignaciones:** Hace referencia al número de supernumerarios que son asignados a los contratos que están representados por la variables de nivel RRHH Operativo con el fin de cubrir los requerimientos tanto por ausentismo como por servicios adicionales. En la ecuación 6 se logra observar que se incorpora un condicional el cual depende de la disponibilidad de supernumerarios para atender el volumen de requerimientos, si los requerimientos superan esa disponibilidad solo se podrá asignar al total de supernumerarios disponibles para ese período de tiempo, asumiendo el riesgo de incumplimiento e impacto en la satisfacción del cliente.

$$IF \quad THEN \quad ELSE((Tasa \quad Ausentismo+Servicios \quad Adicionales) \leq Supernumerarios, Tasa \quad Ausentismo+Servicios \quad Adicionales, Supernumerarios) \quad (6)$$

- **Tasa retorno asignaciones:** Corresponde al retorno de los supernumerarios que en el período t-1 fueron asignados como reemplazo para atender un requerimiento de ausencia o servicio adicional. La tasa retorno asignaciones se presenta en la ecuación 7.

$$Tasa \quad retorno \quad asignaciones = DELAY \quad FIXED(Tasa \quad Asignaciones, 1, 0) \quad (7)$$

- **Retiros:** Se contempla en esta tasa la salida de personal del sistema, quienes se retiran definitivamente por lo siguientes motivos: Renuncia voluntaria, abandono de puesto, terminación de contrato con justa causa, terminación de contrato por período de prueba, terminación de contrato por labor contratada y terminación de contrato a término fijo. La tasa de retiros que se presenta en la

ecuación 8 se construye a través de la distribución de frecuencias con datos reales para Bogotá del 1 enero de 2010 al 31 de enero de 2013, datos de 1036 días de operación. Se plantea una función basada en una distribución de frecuencia empírica de retiros asociada a un generador de números aleatorios siguiendo una distribución uniforme.

$$\text{Retiros} = \text{Tasa Retiros}(\text{Aleatorio Ret}) \quad (8)$$

- **Contratación:** A raíz de los retiros y teniendo en cuenta la necesidad de cubrir los puestos de trabajo faltantes es preciso activar el proceso de contratación de nuevo personal, por ende la ecuación 9 que representa la contratación está en función de los retiros y se le agrega una demora de 3 días que representa el tiempo de contratación, previo avance de los procesos de selección, reclutamiento e inducción. El tiempo de 3 días se fija dada la experiencia de la empresa en estudio y los procesos previos con los que se cuenta, este tiempo es factible ya que la contratación se encuentra enmarcada dentro de un proceso de selección masiva de personal, con base en el perfil requerido se reúne un volumen importante de personal, 100 personas aproximadamente cada semana, a quienes se le adelanta entrevista, pruebas psicotécnicas, examen médico e inducción y superadas estas etapas las carpetas con los documentos quedan listas y disponibles para ser contactadas una vez se genere el requerimiento de contratación, los últimos detalles en el proceso de contratación se realizan en 3 días sin ningún contratiempo.

$$\text{Contratación} = \text{DELAY FIXED}(\text{INTEGER}(\text{Retiros}), 3, 0) \quad (9)$$

- **Contratación por crecimiento:** La tasa de contratación por crecimiento representa el crecimiento natural del negocio a partir de la gestión de administración operativa de contratos, retención de contratos y gestión comercial. La referencia de crecimiento se toma a partir de las cifras de ventas desde el año 2008 hasta el 2012, estas cifras incluyen tanto los nuevos negocios como la pérdida de contratos. La contratación por crecimiento está representada por la ecuación 10.

$$\text{Contratación por crecimiento} = \text{RRHH Operativo} * \text{Tasa de Crecimiento} \quad (10)$$

- **Retiros Supernumerarios:** Estos retiros pertenecen exclusivamente a los retiros del grupo de supernumerarios que concentran los casos de renunciaciones voluntarias, abandonos de puesto, terminaciones de contrato con justa causa, terminaciones de contrato por período de prueba y terminaciones de contrato a término fijo. La tasa de retiros de supernumerarios que se presenta en la ecuación 11 se construye a partir de los datos de retiros de supernumerarios para la ciudad de Bogotá desde el 1 de enero del 2009 hasta el 31 de diciembre de 2012. Se plantea una función basada en una distribución de frecuencia empírica de retiros del grupo de supernumerarios asociada a un generador de números aleatorios siguiendo una distribución uniforme

$$\text{Retiro de supernumerarios} = \text{Tasa Retiros Supernumerarios}(\text{Aleatorio Ret}) \quad (11)$$

- **Contratación Supernumerarios:** La contratación de supernumerarios corresponde tiene dos fuentes, en primer lugar se contrata personal para el grupo de supernumerarios cuando se presentan retiros y se deben reemplazar las personas retiradas y en segundo lugar cuando los indicadores de cumplimiento

se encuentran por debajo de la meta establecida y automáticamente se identifica la necesidad de contratar más personal para atender los requerimientos que no se alcanzan a cubrir con los supernumerarios disponibles. Se agrega una demora de 3 días que representa el tiempo de contratación previo avance de los procesos de selección, reclutamiento e inducción. La contratación de supernumerarios se presenta en la ecuación 12.

$$\text{Contratación Supernumerarios} = \text{DELAY FIXED}(\text{INTEGER}(\text{Necesidad de contratación} + \text{Retiros Supernumerarios}), 3, 0) \quad (12)$$

#### 4.1.4 VARIABLES AUXILIARES

- **VAC: Vacaciones.** Representa los casos de ausencia por motivo de vacaciones amparadas por la ley laboral colombiana. En la ecuación 13 se plantea una función basada en una distribución de frecuencia empírica de vacaciones asociada a un generador de números aleatorios (TAB VAC) siguiendo una distribución uniforme. Los datos para generar la distribución de frecuencias corresponden a las vacaciones programadas desde el 1 de enero de 2009 hasta el 31 de diciembre del 2012, es decir 1186 días de operación, excluyendo días dominicales y festivos. Ver anexo 1.

$$\text{VAC} = \text{TAB VAC}(\text{Aleatorio Novedades}) \quad (13)$$

- **LIC PAT: Licencia de Paternidad.** Corresponde a una licencia remunerada por 8 días que se le concede al esposo o compañero de una mujer que inicia su etapa de maternidad. En la ecuación 14 se plantea una función basada en una

distribución de frecuencia empírica de retiros asociada a un generador de números aleatorios (TAB LP) siguiendo una distribución uniforme. Los datos para construir la distribución de frecuencias corresponden a las Licencias de Paternidad generadas desde el 1 de enero de 2009 hasta el 31 de diciembre del 2012, es decir 1186 días de operación, excluyendo días dominicales y festivos. Ver anexo 2.

$$LIC\ PAT = TAB\ LP(\text{Aleatorio Novedades}) \quad (14)$$

- **LIC MAT: Licencia de Maternidad.** Es un beneficio de licencia remunerada por 14 semanas que se le concede a una mujer que ha dado a luz e inicia su etapa de maternidad. En la ecuación 15 se plantea una función basada en una distribución de frecuencia empírica de licencias de maternidad asociada a un generador de números aleatorios (TAB LM) siguiendo una distribución uniforme. Los datos para construir la distribución de frecuencias corresponden a las Licencias de Maternidad generadas desde el 1 de enero de 2009 hasta el 31 de diciembre del 2012, es decir 1186 días de operación, excluyendo días dominicales y festivos. Ver anexo 3.

$$LIC\ MAT = TAB\ LM(\text{Aleatorio Novedades}) \quad (15)$$

- **CAL DOM: Calamidad Doméstica.** Corresponde a una licencia no remunerada por 5 días a raíz de sucesos familiares graves, como el fallecimiento de un familiar, que afecten el desarrollo del trabajador, estos casos son los establecidos por la ley laboral colombiana. En la ecuación 16 se

plantea una función basada en una distribución de frecuencia empírica de calamidades domésticas asociada a un generador de números aleatorios (TAB CD) siguiendo una distribución uniforme. Los datos para construir la distribución de frecuencias corresponden a las Calamidades Domésticas generadas desde el 1 de enero de 2009 hasta el 31 de diciembre del 2012, es decir 1186 días de operación, excluyendo días dominicales y festivos. Ver anexo 4.

$$CAL\ DOM = TAB\ CD(Aleatorio\ Novedades) \quad (16)$$

- **SANCION: Sanción.** Corresponde a días de suspensión laboral como penalidad que le asigna el área jurídica laboral de la compañía por una falta grave comprobada. En la ecuación 17 se plantea una función basada en una distribución de frecuencia empírica de sanciones asociada a un generador de números aleatorios (TAB SAN) siguiendo una distribución uniforme. Los datos para generar la distribución de frecuencias corresponden a las sanciones generadas desde el 1 de enero de 2009 hasta el 31 de diciembre del 2012, es decir 1186 días de operación, excluyendo días dominicales y festivos. Ver anexo 5.

$$SANCION = TAB\ SAN(Aleatorio\ Novedades) \quad (17)$$

- **PNR: Permiso No Remunerado.** Corresponde a una licencia que solicita el empleado de manera voluntaria y por ende acepta que el tiempo que esté ausente sea descontado de su remuneración. En la ecuación 18 se plantea una

función basada en una distribución de frecuencia empírica de permisos no remunerados asociada a un generador de números aleatorios (TAB PNR) siguiendo una distribución uniforme. Los datos para construir la distribución de frecuencias corresponden a los permisos no remunerados generados desde el 1 de enero de 2009 hasta el 31 de diciembre del 2012, es decir 1186 días de operación, excluyendo días dominicales y festivos. Ver anexo 6.

$$PNR = TAB\ PNR(Aleatorio\ Novedades) \quad (18)$$

- **INC: Incapacidad.** Hace referencia a los días en los que se ausenta el trabajador por orden médica autorizada bien sea por enfermedad común, por accidente laboral o por enfermedad profesional. En la ecuación 19 se plantea una función basada en una distribución de frecuencia empírica de incapacidades asociada a un generador de números aleatorios (TAB INC) siguiendo una distribución uniforme. Los datos para construir la distribución de frecuencias corresponden a las incapacidades generadas desde el 1 de enero de 2009 hasta el 31 de diciembre del 2012 excluyendo días dominicales y festivos. Ver anexo 7.

$$INC = TAB\ INC(Aleatorio\ Novedades) \quad (19)$$

- **FSJ: Falta Sin Justificar.** Corresponden a las ausencias presentadas por el trabajador sin ninguna justificación válida, una falta sin justificar no solo implica el descuento del día sino que la persona inicia un proceso de investigación disciplinaria que normalmente culmina en una sanción. En la

ecuación 20 se plantea una función basada en una distribución de frecuencia empírica de faltas sin justificar asociada a un generador de números aleatorios (TAB FSJ) siguiendo una distribución uniforme. Los datos para construir la distribución de frecuencias corresponden a las falas sin justificar generadas desde el 1 de enero de 2009 hasta el 31 de diciembre del 2012, es decir 1186 días de operación, excluyendo días dominicales y festivos. Ver anexo 8.

$$FSJ = TAB\ FSJ(Aleatorio\ Novedades) \quad (20)$$

- **Servicios Adicionales:** Este tipo de servicios hacen referencia a solicitudes del cliente en la cuales requieren la asignación temporal de personal adicional al contratado normalmente, esta solicitud se hace con el fin de atender algún evento especial durante una temporada corta, esta asignación implica una facturación adicional. En la ecuación 21 se plantea una función basada en una distribución de frecuencia empírica de servicios adicionales asociada a un generador de números aleatorios (TAB SA) siguiendo una distribución uniforme. Los datos para construir la distribución de frecuencias corresponden a los servicios adicionales solicitados desde el 1 de enero de 2009 hasta el 31 de diciembre del 2012, es decir 1186 días de operación, excluyendo días dominicales y festivos. Ver anexo 9.

$$Servicio\ Adicionales = TAB\ SA(Aleatorio\ SA) \quad (21)$$

- **Cumplimiento Satisfacción:** Representa un indicador de cumplimiento en la cobertura de los requerimientos que surgen a partir de la tasa de ausentismo y

los servicios adicionales. En la ecuación 22 se plantea una relación relativa entre la tasa de asignaciones y la sumatoria de la tasa de ausentismo y los servicios adicionales, lo que permite realizar una medición en términos porcentuales.

$$\text{Cumplimiento Satisfacción} = \text{Tasa Asignaciones} / (\text{Servicios Adicionales} + \text{Tasa Ausentismo}) \quad (22)$$

- **Necesidades de Contratación:** Las necesidades de contratación estas representadas en la ecuación 24 y alimentan la tasa de contratación bajo un condicional que está en función del indicador de cumplimiento de satisfacción y el logro de la meta planteada, si ésta meta se cumple no se genera necesidades de contratación, mientras que si la meta no se cumple se aplica la política de contratación que depende de los diferentes escenarios que se plantean.

$$\text{Necesidades de contratación} = \text{INTEGER}(\text{IF THEN ELSE}(\text{Cumplimiento Satisfacción} \geq \text{Meta Cumplimiento}, 0, \text{Política de Contratación})) \quad (23)$$

- **Tasa Retiros:** La tasa de retiro se construyó a partir de la distribución de frecuencias generada por los retiros en la ciudad de Bogotá desde el 1 de enero de 2010 hasta el 31 de enero del 2013. Se plantea una función basada en una distribución de frecuencia empírica de retiros asociada a un generador de números aleatorios (Aleatorio ret) siguiendo una distribución uniforme. Ver anexo 10.
- **Tasa Retiros Supernumerarios:** La tasa de retiro se construyó a partir de la distribución de frecuencias generada por los retiros del grupo de

supernumerarios en la ciudad de Bogotá desde el 1 de enero de 2010 hasta el 31 de enero del 2013. Se plantea una función basada en una distribución de frecuencia empírica de retiros del grupo de supernumerarios asociada a un generador de números aleatorios (Aleatorio ret) siguiendo una distribución uniforme. Ver anexo 11.

- **Costo:** Representa el costo operacional de mano de obra el cual estará dado en millones de pesos e integra el costo del total de las novedades por el costo unitario que asume el sistema por cada novedad (FSJ: Falta sin justificar, INC: Incapacidad, PNR: Permiso no remunerado, Sanción, CALDOM: Calamidad Doméstica, LICMAT: Licencia de maternidad, LICPAT: Licencia de paternidad, VAC: Vacaciones). El costo también contempla el valor de las personas que no son asignadas, de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$\begin{aligned}
 \text{Costo} = & (\text{FSJ} * \text{CostoFSJ}) + (\text{INC} * \text{CostoINC}) + (\text{PNR} * \text{Costo PNR}) + (\text{SANCION} * \text{Costo Sanción}) + (\text{CAL} \\
 & \text{DOM} * \text{CostoCalDom}) + (\text{LICMAT} * \text{CostoLicMat}) + (\text{LICPAT} * \text{CostoLicPat}) + (\text{VAC} * \text{CostoVac}) \\
 & + (\text{Supernumerarios} * \text{Costo Día}) \qquad \qquad \qquad (24)
 \end{aligned}$$

#### 4.1.5 CONSTANTES O PARAMETROS

- **Costo Día:** Se presenta en la tabla 1 y corresponde al costo de un turno diurno ordinario de una auxiliar de servicios generales quien devenga un salario mínimo mensual legal vigente. Para este caso el costo en pesos del año 2013 es de \$41,300. Para el caso del modelo las cifras están en millones de pesos, es decir \$0.0413 millones de pesos.

DESCRIPCION		COSTO DIA	
<b>1. MANO DE OBRA</b>			<b>\$ 998,214.59</b>
<b>1.1 SALARIO</b>			<b>\$ 660,000.00</b>
Sueldo			\$ 589,500.00
Subsidio de Transporte			\$ 70,500.00
<b>1.2 PRESTACIONES Y APORTES</b>		<b>%</b>	<b>\$ 321,214.59</b>
Cesantias		8.333	\$ 54,997.80
Prima de Servicios		8.333	\$ 54,997.80
Vacaciones		4.1666	\$ 24,562.11
Salud		8.5	\$ 50,107.50
Pensiòn		12	\$ 70,740.00
A.R.L.		1.044	\$ 6,154.38
Caja de Compensaciòn		4	\$ 23,580.00
I.C.B.F.		3	\$ 17,685.00
SENA		2	\$ 11,790.00
Intereses sobre cesantias		1	\$ 6,600.00
<b>1.3 EXAMENES MEDICOS</b>			<b>\$ 500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Examen médico de Ingreso	\$ 12,000	0.04	\$ 500
<b>1.4 DOTACION</b>			<b>\$ 16,500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Dotaciòn Auxiliar Aseo Dama	\$ 26,000	0.25	\$ 6,500
Calzado Auxiliar aseo dama	\$ 40,000	0.250	\$ 10,000
<b>COSTO TURNO</b>			<b>\$ 41,300</b>

Tabla 1 Costo día mano de obra

- **Costo Vac. Costo diario de vacaciones.** Se presenta en la tabla 2 y corresponde al costo que debe asumir la compañía por un día de vacaciones de un auxiliar de servicios generales quien devenga un salario mínimo mensual legal vigente. Para este caso el costo en pesos del año 2013 es de \$13.739. En el modelo las cifras están en millones de pesos, es decir \$0.013739 millones de pesos.

DESCRIPCION	VACACIONES		
<b>1. MANO DE OBRA</b>			<b>\$ 992,060.21</b>
<b>1.1 SALARIO</b>			<b>\$ 660,000.00</b>
Sueldo			\$ 589,500.00
Subsidio de Transporte			\$ 70,500.00
<b>1.2 PRESTACIONES Y APORTES</b>	<b>%</b>		<b>\$ 315,060.21</b>
Cesantias	8.333		\$ 54,997.80
Prima de Servicios	8.333		\$ 54,997.80
Vacaciones	4.1666		\$ 24,562.11
Salud	8.5		\$ 50,107.50
Pensiòn	12		\$ 70,740.00
A.R.L.			
Caja de Compensaciòn	4		\$ 23,580.00
I.C.B.F.	3		\$ 17,685.00
SENA	2		\$ 11,790.00
Intereses sobre cesantias	1		\$ 6,600.00
<b>1.3 EXAMENES MEDICOS</b>			<b>\$ 500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Examen médico de Ingreso	\$ 12,000	0.04	\$ 500
<b>1.4 DOTACION</b>			<b>\$ 16,500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Dotaciòn Auxiliar Aseo Dama	\$ 26,000	0.25	\$ 6,500
Calzado Auxiliar aseo dama	\$ 40,000	0.250	\$ 10,000
<b>COSTO TURNO</b>			<b>\$ 13,739</b>

**Tabla 2 Costo diario vacaciones**

- **Costo Lic Pat. Costo diario de Licencia de Paternidad.** Se presenta en la tabla 3 y corresponde al costo que debe asumir la compañía por un día de licencia de paternidad de un auxiliar de servicios generales quien devenga un salario mínimo mensual legal vigente. Para este caso el costo en pesos del año 2013 es de \$13.739. En el modelo las cifras están en millones de pesos, es decir \$0.013739 millones de pesos.

DESCRIPCION		LICENCIA DE PATERNIDAD	
<b>1. MANO DE OBRA</b>			<b>\$ 992,060.21</b>
<b>1.1 SALARIO</b>			<b>\$ 660,000.00</b>
Sueldo			\$ 589,500.00
Subsidio de Transporte			\$ 70,500.00
<b>1.2 PRESTACIONES Y APORTES</b>		<b>%</b>	<b>\$ 315,060.21</b>
Cesantias		8.333	\$ 54,997.80
Prima de Servicios		8.333	\$ 54,997.80
Vacaciones		4.1666	\$ 24,562.11
Salud		8.5	\$ 50,107.50
Pensiòn		12	\$ 70,740.00
A.R.L.			
Caja de Compensaciòn		4	\$ 23,580.00
I.C.B.F.		3	\$ 17,685.00
SENA		2	\$ 11,790.00
Intereses sobre cesantias		1	\$ 6,600.00
<b>1.3 EXAMENES MEDICOS</b>			<b>\$ 500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Examen médico de Ingreso	\$ 12,000	0.04	\$ 500
<b>1.4 DOTACION</b>			<b>\$ 16,500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Dotaciòn Auxiliar Aseo Dama	\$ 26,000	0.25	\$ 6,500
Calzado Auxiliar aseo dama	\$ 40,000	0.250	\$ 10,000
<b>COSTO TURNO</b>			<b>\$ 13,739</b>

Tabla 3 Costo diario Licencia de paternidad

- **Costo Lic Mat. Costo diario de Licencia de Maternidad.** Se presenta en tabla 4 y corresponde al costo que debe asumir la compañía por un día de licencia de maternidad de una auxiliar de servicios generales quien devenga un salario mínimo mensual legal vigente. Para este caso el costo en pesos del año 2013 es de \$13.739. En el modelo las cifras están en millones de pesos, es decir \$0.013739 millones de pesos.

DESCRIPCION		LICENCIA DE MATERNIDAD	
<b>1. MANO DE OBRA</b>			<b>\$ 992,060.21</b>
<b>1.1 SALARIO</b>			<b>\$ 660,000.00</b>
Sueldo			\$ 589,500.00
Subsidio de Transporte			\$ 70,500.00
<b>1.2 PRESTACIONES Y APORTES</b>		<b>%</b>	<b>\$ 315,060.21</b>
Cesantias		8.333	\$ 54,997.80
Prima de Servicios		8.333	\$ 54,997.80
Vacaciones		4.1666	\$ 24,562.11
Salud		8.5	\$ 50,107.50
Pensiòn		12	\$ 70,740.00
A.R.L.			
Caja de Compensaciòn		4	\$ 23,580.00
I.C.B.F.		3	\$ 17,685.00
SENA		2	\$ 11,790.00
Intereses sobre cesantias		1	\$ 6,600.00
<b>1.3 EXAMENES MEDICOS</b>			<b>\$ 500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Examen médico de Ingreso	\$ 12,000	0.04	\$ 500
<b>1.4 DOTACION</b>			<b>\$ 16,500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Dotaciòn Auxiliar Aseo Dama	\$ 26,000	0.25	\$ 6,500
Calzado Auxiliar aseo dama	\$ 40,000	0.250	\$ 10,000
<b>COSTO TURNO</b>			<b>\$ 13,739</b>

Tabla 4 Costo diario Licencia de maternidad

- **Costo Cal Dom. Costo diario de Calamidad Doméstica.** Se presenta en la tabla 5 y corresponde al costo que debe asumir la compañía por un día de calamidad doméstica de un auxiliar de servicios generales quien devenga un salario mínimo mensual legal vigente. Para este caso el costo en pesos del año 2013 es de \$38.383. En el modelo las cifras están en millones de pesos, es decir \$0.038383 millones de pesos.

DESCRIPCION	CALAMIDAD DOMESTICA		
<b>1. MANO DE OBRA</b>			<b>\$ 998,214.59</b>
<b>1.1 SALARIO</b>			<b>\$ 660,000.00</b>
Sueldo			\$ 589,500.00
Subsidio de Transporte			\$ 70,500.00
<b>1.2 PRESTACIONES Y APORTES</b>	<b>%</b>		<b>\$ 321,214.59</b>
Cesantias	8.333		\$ 54,997.80
Prima de Servicios	8.333		\$ 54,997.80
Vacaciones	4.1666		\$ 24,562.11
Salud	8.5		\$ 50,107.50
Pensiòn	12		\$ 70,740.00
A.R.L.	1.044		\$ 6,154.38
Caja de Compensaciòn	4		\$ 23,580.00
I.C.B.F.	3		\$ 17,685.00
SENA	2		\$ 11,790.00
Intereses sobre cesantias	1		\$ 6,600.00
<b>1.3 EXAMENES MEDICOS</b>			<b>\$ 500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Examen médico de Ingreso	\$ 12,000	0.04	\$ 500
<b>1.4 DOTACION</b>			<b>\$ 16,500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Dotaciòn Auxiliar Aseo Dama	\$ 26,000	0.25	\$ 6,500
Calzado Auxiliar aseo dama	\$ 40,000	0.250	\$ 10,000
<b>COSTO TURNO</b>			<b>\$ 38,383</b>

Tabla 5 Costo diario calamidad doméstica

- **Costo Sanción. Costo diario de Sanción.** Se presenta en la tabla 5 y corresponde al costo que debe asumir la compañía por un día de sanción de un auxiliar de servicios generales quien devenga un salario mínimo mensual legal vigente. Para este caso el costo en pesos del año 2013 es de \$5.703. En el modelo las cifras están en millones de pesos, es decir \$0.005703 millones de pesos.

DESCRIPCION		SANCION	
<b>1. MANO DE OBRA</b>			<b>\$ 797,847.50</b>
<b>1.1 SALARIO</b>			<b>\$ 660,000.00</b>
Sueldo			\$ 589,500.00
Subsidio de Transporte			\$ 70,500.00
<b>1.2 PRESTACIONES Y APORTES</b>		<b>%</b>	<b>\$ 120,847.50</b>
Cesantias			
Prima de Servicios			
Vacaciones			
Salud		8.5	\$ 50,107.50
Pensiòn		12	\$ 70,740.00
A.R.L.			
Caja de Compensaciòn			
I.C.B.F.			
SENA			
Intereses sobre cesantias			
<b>1.3 EXAMENES MEDICOS</b>			<b>\$ 500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Examen médico de Ingreso	\$ 12,000	0.04	\$ 500
<b>1.4 DOTACION</b>			<b>\$ 16,500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Dotaciòn Auxiliar Aseo Dama	\$ 26,000	0.25	\$ 6,500
Calzado Auxiliar aseo dama	\$ 40,000	0.250	\$ 10,000
<b>COSTO TURNO</b>			<b>\$ 5,703</b>

Tabla 6 Costo diario sanción

- **Costo PNR. Costo diario de Permiso No Remunerado.** Se presenta en la tabla 7 y corresponde al costo que debe asumir la compañía por un día de permiso no remunerado de un auxiliar de servicios generales quien devenga un salario mínimo mensual legal vigente. Para este caso el costo en pesos del año 2013 es de \$5.703. En el modelo las cifras están en millones de pesos, es decir \$0.005703 millones de pesos.

DESCRIPCION		PNR	
<b>1. MANO DE OBRA</b>			<b>\$ 797,847.50</b>
<b>1.1 SALARIO</b>			<b>\$ 660,000.00</b>
Sueldo			\$ 589,500.00
Subsidio de Transporte			\$ 70,500.00
<b>1.2 PRESTACIONES Y APORTES</b>		<b>%</b>	<b>\$ 120,847.50</b>
Cesantías			
Prima de Servicios			
Vacaciones			
Salud		8.5	\$ 50,107.50
Pensión		12	\$ 70,740.00
A.R.L.			
Caja de Compensación			
I.C.B.F.			
SENA			
Intereses sobre cesantías			
<b>1.3 EXAMENES MEDICOS</b>			<b>\$ 500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Examen médico de Ingreso	\$ 12,000	0.04	\$ 500
<b>1.4 DOTACION</b>			<b>\$ 16,500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Dotación Auxiliar Aseo Dama	\$ 26,000	0.25	\$ 6,500
Calzado Auxiliar aseo dama	\$ 40,000	0.250	\$ 10,000
<b>COSTO TURNO</b>			<b>\$ 5,703</b>

Tabla 7 Costo permiso no remunerado

- **Costo INC. Costo diario de Incapacidad.** Se presenta en la tabla 8 y corresponde al costo que debe asumir la compañía por un día de permiso no remunerado de un auxiliar de servicios generales quien devenga un salario mínimo mensual legal vigente. Para este caso el costo en pesos del año 2013 es de \$11.543. En el modelo las cifras están en millones de pesos, es decir \$0.011543 millones de pesos.

DESCRIPCION		INCAPACIDAD	
<b>1. MANO DE OBRA</b>			<b>\$ 939,005.21</b>
<b>1.1 SALARIO</b>			<b>\$ 660,000.00</b>
Sueldo			\$ 589,500.00
Subsidio de Transporte			\$ 70,500.00
<b>1.2 PRESTACIONES Y APORTES</b>		<b>%</b>	<b>\$ 262,005.21</b>
Cesantias		8.333	\$ 54,997.80
Prima de Servicios		8.333	\$ 54,997.80
Vacaciones		4.1666	\$ 24,562.11
Salud		8.5	\$ 50,107.50
Pensiòn		12	\$ 70,740.00
A.R.L.			
Caja de Compensaciòn			
I.C.B.F.			
SENA			
Intereses sobre cesantias		1	\$ 6,600.00
<b>1.3 EXAMENES MEDICOS</b>			<b>\$ 500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Examen médico de Ingreso	\$ 12,000	0.04	\$ 500
<b>1.4 DOTACION</b>			<b>\$ 16,500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Dotaciòn Auxiliar Aseo Dama	\$ 26,000	0.25	\$ 6,500
Calzado Auxiliar aseo dama	\$ 40,000	0.250	\$ 10,000
<b>COSTO TURNO</b>			<b>\$ 11,543</b>

Tabla 8 Costo diario incapacidad

- **Costo FSJ. Costo diario de Falta sin justificar.** Se presenta en la tabla 9 y corresponde al costo que debe asumir la compañía por un día de falta sin justificar de un auxiliar de servicios generales quien devenga un salario mínimo mensual legal vigente. Para este caso el costo en pesos del año 2013 es de \$5.703. En el modelo las cifras están en millones de pesos es decir \$0.005703 millones de pesos.

DESCRIPCION		FSJ	
<b>1. MANO DE OBRA</b>			<b>\$ 797,847.50</b>
<b>1.1 SALARIO</b>			<b>\$ 660,000.00</b>
Sueldo			\$ 589,500.00
Subsidio de Transporte			\$ 70,500.00
<b>1.2 PRESTACIONES Y APORTES</b>		<b>%</b>	<b>\$ 120,847.50</b>
Cesantias			
Prima de Servicios			
Vacaciones			
Salud		8.5	\$ 50,107.50
Pensiòn		12	\$ 70,740.00
A.R.L.			
Caja de Compensaciòn			
I.C.B.F.			
SENA			
Intereses sobre cesantias			
<b>1.3 EXAMENES MEDICOS</b>			<b>\$ 500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Examen médico de Ingreso	\$ 12,000	0.04	\$ 500
<b>1.4 DOTACION</b>			<b>\$ 16,500.00</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>CANT. MENSUAL</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Dotaciòn Auxiliar Aseo Dama	\$ 26,000	0.25	\$ 6,500
Calzado Auxiliar aseo dama	\$ 40,000	0.250	\$ 10,000
<b>COSTO TURNO</b>			<b>\$ 5,703</b>

Tabla 9 Costo diario falta sin justificar

- Tasa de Crecimiento:** Tomando como base el crecimiento de la compañía en los últimos 5 años, la tasa de crecimiento se basa en 10% anual proveniente del total de los ingresos anuales de los años 2008, 2009, 2010, 2011 y 2012. Para efectos del modelo y teniendo en cuenta que la unidad de tiempo que se tuvo es día llevamos este 10% a tasa de crecimiento diaria, para efectuar esta operación tomamos los 365 días del año y le restamos 52 domingos del año, así como 18 festivos, lo que nos arroja 295 día de operación, que sería la base para dividir el 10% en los días de operación y así obtenemos la tasa de crecimiento diaria.

0.000338983. Vale la pena resaltar que esta tasa de crecimiento no se encuentra alejada del comportamiento del mercado que se expuso en el numeral 1.3 correspondiente a la justificación y en donde se indicaba según, la Nota Económica 2011, que el crecimiento del sector entre el 2007 y el 2008 fue de 29.8%, entre el 2008 y el 2009 fue de 16% y entre el 2009 y el 2010 fue de 7.2%.

- **Meta de Cumplimiento:** La meta de cumplimiento es un parámetro que se irá definiendo de acuerdo a las políticas establecidas en los diferentes escenarios que se pretenden plantear y será el referente para el indicador de cumplimiento satisfacción descrito anteriormente.
- **Sup Ini:** Corresponde a la cantidad inicial de Supernumerarios que se plantearan para iniciar la operación y la disponibilidad de personal para atender los requerimientos mediante las asignaciones.
- **Política de Contratación:** Esta política es un parámetro que se dejará abierto y disponible para poder construir diversos escenarios con diversas políticas de contratación de acuerdo los resultados que nos arroje el modelo.

#### 4.1.6 DIAGRAMA DE FORRESTER

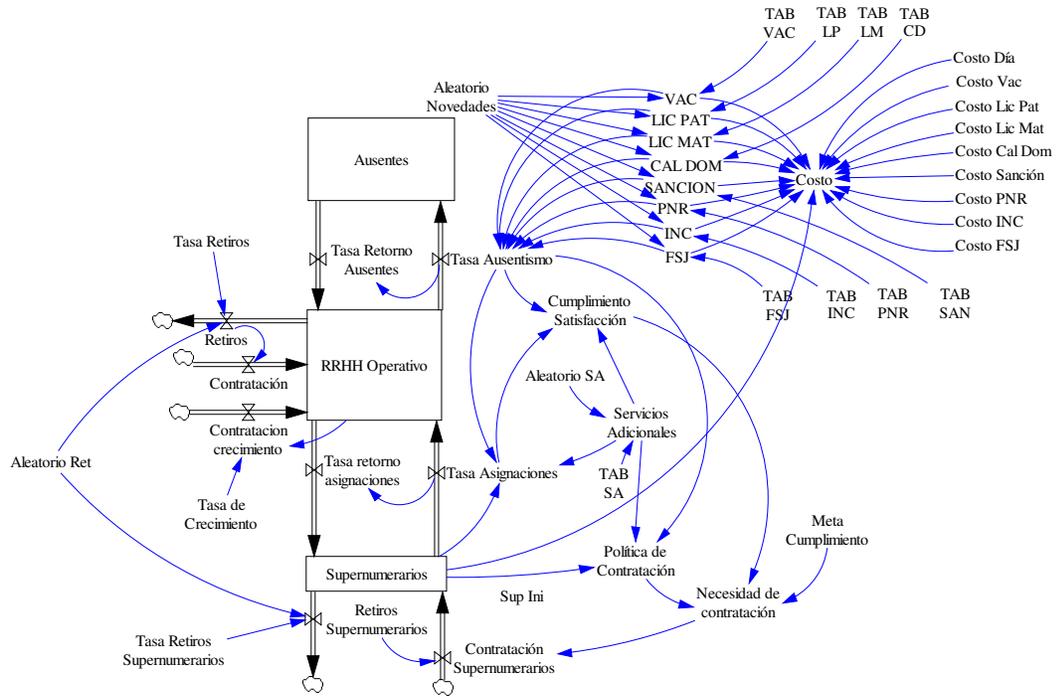


Ilustración 3 Diagrama Forrester modelo dinámico

#### 4.2 VALIDACION DEL MODELO

Para la validación del modelo se utilizará la prueba de Kolmogorov – Smirnov, esta prueba es procedimiento de bondad y ajuste para analizar una muestra, es decir, permite la medición del grado de concordancia existente entre la distribución un conjunto de datos y una distribución teórica específica.

El objetivo de esta prueba de bondad y ajuste es señalar y determinar si los datos estudiados o mediciones muestrales provienen de una población que tiene una distribución determinada.

La prueba de Kolmogorov – Smirnov es una prueba no paramétrica que se emplea para probar el grado de concordancia entre la distribución de datos empíricos de la muestra y alguna distribución determinada.

- D: Estadístico de la prueba
- $D = \text{Max } |(f_{era}-f_{ra})|$
- fra: Frecuencia Relativa Acumulada
- fera: Frecuencia Estimada Relativa Acumulada
- $D_{\alpha}$ : Estadístico según tabla (Anexo 12)
- $\alpha$ : alfa
- n: Número de datos de la muestra

La simulación se desarrolló en un horizonte de tiempo de 295 días y por ende el número de datos generados por cada variable auxiliar asociada a las distribuciones de frecuencia empíricas son 295, es decir n será 296, incluyendo el período t=0.

Según el anexo 12 en la tabla de distribución del estadístico de Kolmogorov – Smirnov para  $n \geq 40$  para un  $\alpha=0.05$  será:

$$D_{\alpha} = \frac{1.36}{\sqrt{n}}$$

Si  $n = 296$ , entonces:

$$D_{\alpha} = \frac{1.36}{\sqrt{296}} = 0.079$$

- $H_0$  = Hipótesis Nula: Existe concordancia entre la distribución de frecuencias empírica y la distribución de frecuencias resultante de la simulación.

→ Si  $D \leq D_{\alpha}$ , se acepta  $H_0$

- $H_a$  = Hipótesis Alternativa: No existe concordancia entre la distribución de frecuencias empírica y la distribución de frecuencia resultante de la simulación.

→ Si  $D > D_{\alpha}$ , se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$

La prueba se aplicó a las variables que cuentan con información real y se organizaron en distribuciones de frecuencia empíricas, las cuales dentro de la simulación se conectaron con un generador de números aleatorios, las distribuciones de frecuencia empíricas así como las distribuciones de frecuencia resultantes de la simulación se presentan en los anexos, estas variables son:

- VAC: Vacaciones (Anexo 1).
- LIC PAT: Licencia de Paternidad (Anexo 2).
- LIC MAT: Licencia de Maternidad (Anexo 3).
- CAL DOM: Calamidad Doméstica (Anexo 4).
- SANCION (Anexo 5).
- PNR. Permiso No Remunerado (Anexo 6).
- INC: Incapacidad (Anexo 7).
- FSJ: Falta Sin Justificar (Anexo 8).
- SA: Servicio Adicional (Anexo 9).

- Retiros (Anexo 10).
- Retiros Supernumerarios (Anexo 11).

Los resultados de esta prueba para las variables mencionadas se presentan en la tabla 10.

VARIABLE	VAR ABREVIADA	N	$\alpha$	$D\alpha$	D	RESULTADO
Vacaciones	VAC	296	0.05	0.079	0.032	$D < D\alpha$ , Se acepta $H_0$
Licencia de Paternidad	LIC PAT	296	0.05	0.079	0.010	$D < D\alpha$ , Se acepta $H_0$
Licencia de Maternidad	LIC MAT	296	0.05	0.079	0.033	$D < D\alpha$ , Se acepta $H_0$
Calamidad Doméstica	CAL DOM	296	0.05	0.079	0.031	$D < D\alpha$ , Se acepta $H_0$
Sanción	SANCION	296	0.05	0.079	0.021	$D < D\alpha$ , Se acepta $H_0$
Permiso No Remunerado	PNR	296	0.05	0.079	0.034	$D < D\alpha$ , Se acepta $H_0$
Incapacidad	INC	296	0.05	0.079	0.035	$D < D\alpha$ , Se acepta $H_0$
Falta Sin Justificar	FSJ	296	0.05	0.079	0.035	$D < D\alpha$ , Se acepta $H_0$
Servicio Adicional	SA	296	0.05	0.079	0.039	$D < D\alpha$ , Se acepta $H_0$
Retiro	RET	296	0.05	0.079	0.040	$D < D\alpha$ , Se acepta $H_0$
Retiro Supernumerarios	RET SUP	296	0.05	0.079	0.047	$D < D\alpha$ , Se acepta $H_0$

Tabla 10 Resultados prueba Kolmogorov - Smirnov

## 5 ANALISIS DE POLITICAS

### 5.1 ESCENARIOS

- **Escenario 1:**

- Número Inicial de Supernumerarios 167, calculados con el promedio de los requerimientos correspondientes a la suma de Tasa de Ausentismo y Servicios Adicionales.
- Meta de cumplimiento = 90%
- Tasa de crecimiento 10% anual, es decir 0.0338983% diaria

- **Escenario 2:**

- Número Inicial de Supernumerarios 167, calculados con el promedio de los requerimientos correspondientes a la suma de Tasa de Ausentismo y Servicios Adicionales.
- Meta de cumplimiento = 100%
- Tasa de crecimiento 10% anual, es decir 0.0338983% diaria

## 5.2 POLITICAS

- **Política 1:**

→ Política de contratación: Si no se logra la meta de cumplimiento se contrata la diferencia entre los requerimientos (Tasa Ausentismo + Servicios Adicionales) y Supernumerarios.

*Política de Contratación=Tasa Ausentismos + Servicios Adicionales-Supernumerarios*

- **Política 2:**

→ Política de contratación: Si no se logra la meta de cumplimiento se contrata máximo 5 personas.

- **Política 3:**

→ Política de contratación: Si no se logra la meta de cumplimiento se contrata máximo 10 personas.

- **Política 4:**

→ Política de contratación: Si no se logra la meta de cumplimiento se contrata máximo 1 desviación estándar de los requerimientos, es decir 47 personas.

## 5.3 RESULTADOS

### 5.3.1 ESCENARIO 1

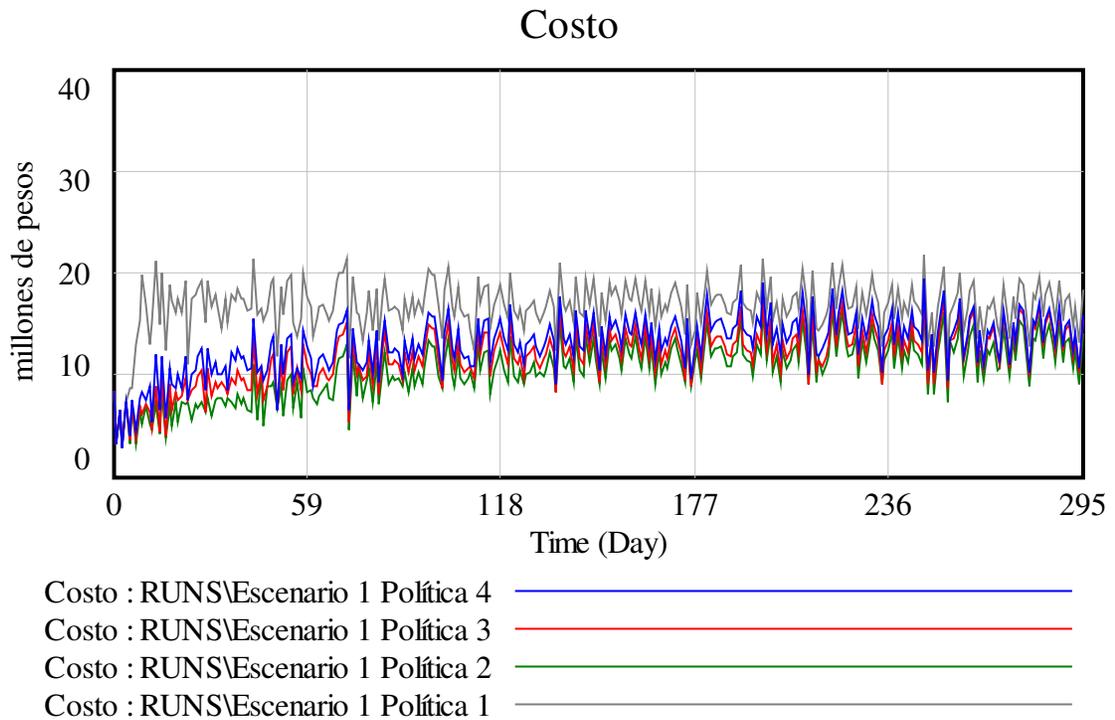


Ilustración 4 Costo - comparativo resultados políticas escenario 1

La grafica 4 presenta los resultados que se obtuvieron para los costos operacionales en el escenario 1 bajo el comportamiento de las 4 políticas planteadas. La política 1 representa una política de contratación sin restricción, es decir que siempre se contratará el número de faltantes resultantes cuando no se cumpla la meta de satisfacción, la ausencia de restricción genera un costo muy elevado con respecto al comportamiento de las demás políticas y en algunos períodos de tiempo hasta se duplica. El costo más bajo se observa en la aplicación de la segunda política, la cual es más restringida ya que solo se contratará

hasta un máximo de 5 persona en el evento en que se incumpla el indicador de satisfacción. De igual manera se observa que en el largo plazo las brechas entre los costo empieza a disminuir, es decir que el sistema entra en una etapa de estabilización.

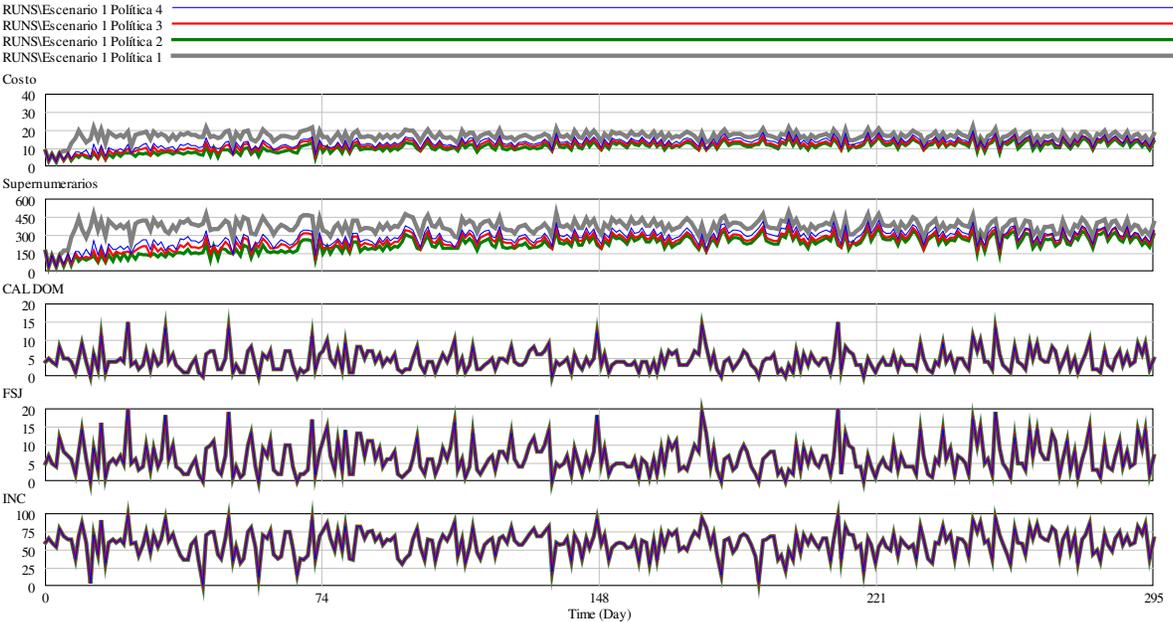


Ilustración 5 Comparativo causal del costo escenario 1

En el gráfico 5 se observa como las novedades realmente no tienen de un impacto significativo sobre el costo, mientras que el volumen de supernumerarios si influyen en gran medida sobre los costos operacionales.

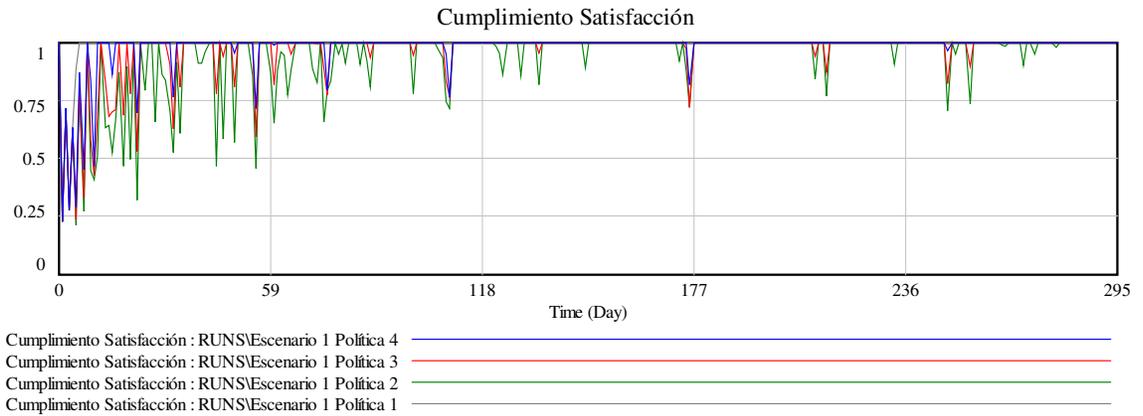


Ilustración 6 Cumplimiento satisfacción - comparativo políticas escenario 1

Los resultados del gráfico 6 nos indica que las políticas que garantizan mayor número de supernumerarios como lo son la política 1 y la política 4 tienen un menor impacto en la satisfacción, es decir que favorecen la satisfacción del servicio al contar con mayor disponibilidad de personal para atender los requerimientos, mientras que las políticas con contratación restringida como la política 2 y la política 3 impactan negativamente la satisfacción del servicio.

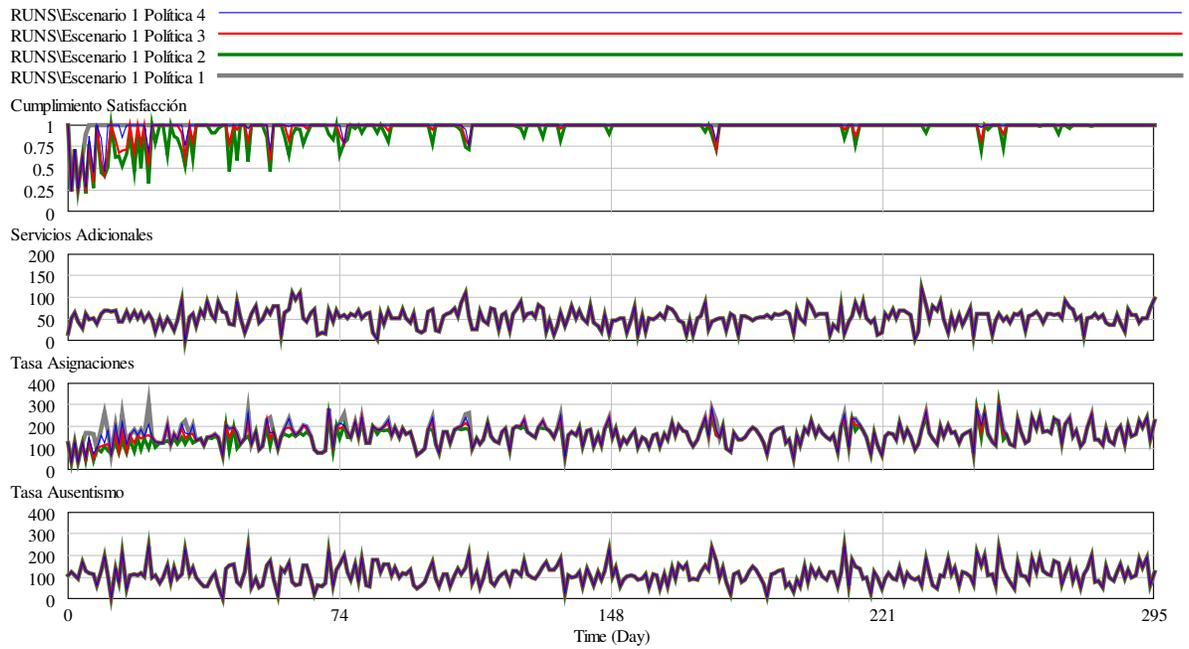


Ilustración 7 Comparativo causal cumplimiento satisfacción escenario 1

El comparativo que se presenta en el gráfico 7 indica claramente que el nivel de satisfacción tiene relación directa con las asignaciones que se programan, las cuales a su vez dependen del volumen de supernumerarios disponibles. De otro lado el gráfico nos indica que en el largo plazo el sistema tiende a estabilizarse.

### 5.3.2 ESCENARIO 2

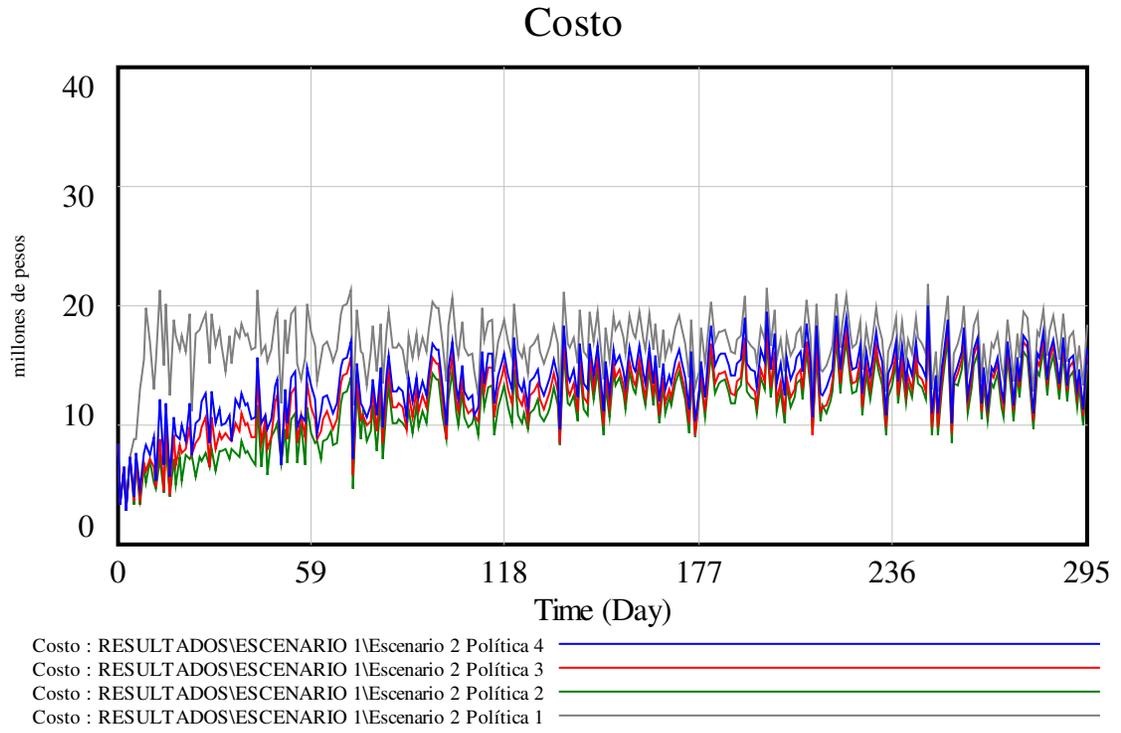


Ilustración 8 Comparativo políticas escenario 2

La grafica 8 presenta los resultados que se obtuvieron para los costos operacionales en el escenario 2 bajo el comportamiento de la 4 políticas planteadas. Los resultados obtenidos en este escenario cuentan con un comportamiento muy similar que el primer escenario, siendo la política 1 más costosa y la política 2 la menos costosa y el sistema tiende a estabilizarse en el largo plazo.

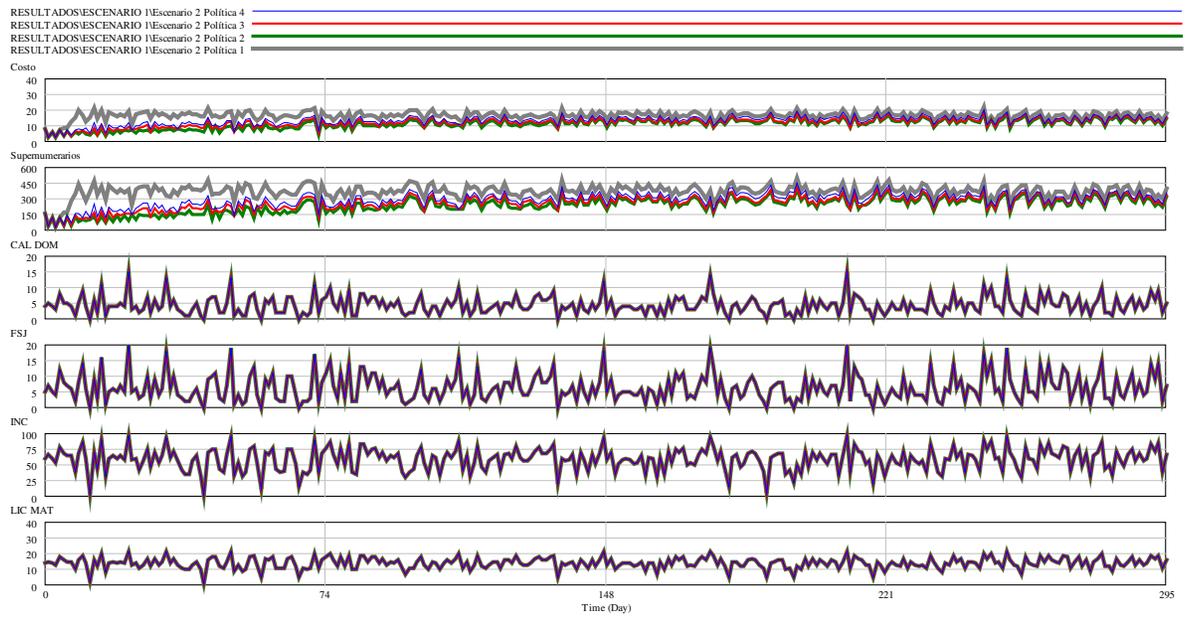


Ilustración 9 Comparativo causal escenario 2

El escenario 2 ratifica como el volumen de supernumerarios influye directamente en los costos operacionales.

## Cumplimiento Satisfacción

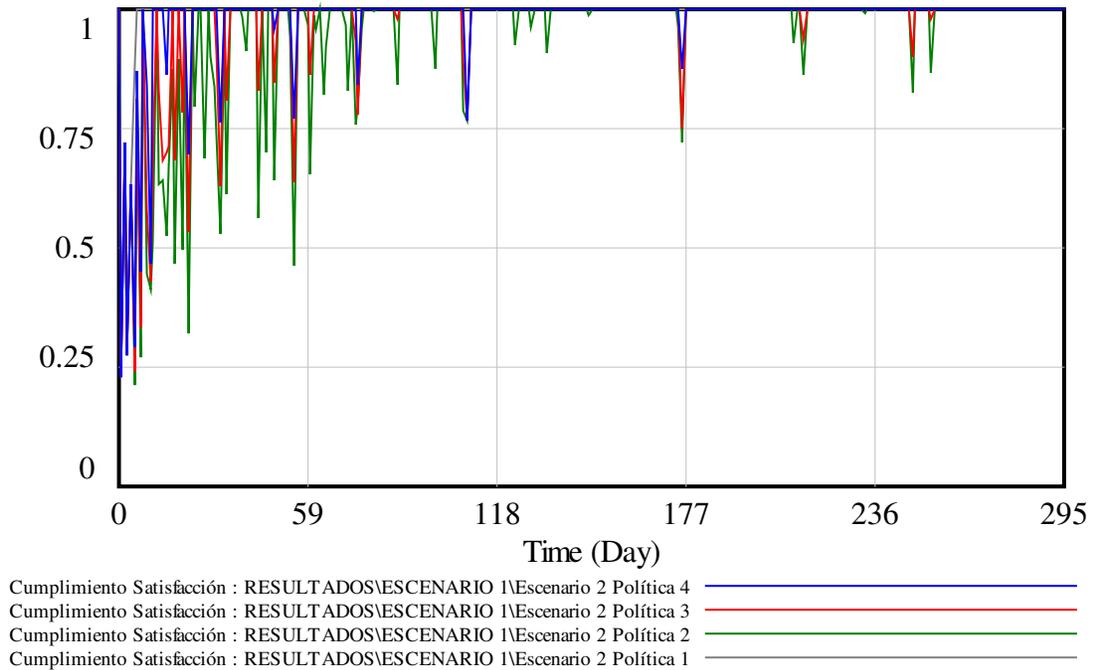


Ilustración 10 Cumplimiento Satisfacción - Comparativo políticas escenario 2

El gráfico 10 nos indica que la política de menor impacto sobre el nivel de satisfacción es la política 1, mientras las demás políticas tienden mayor impacto, ese impacto se incrementa en función de la restricción que tenga la política de contratación.

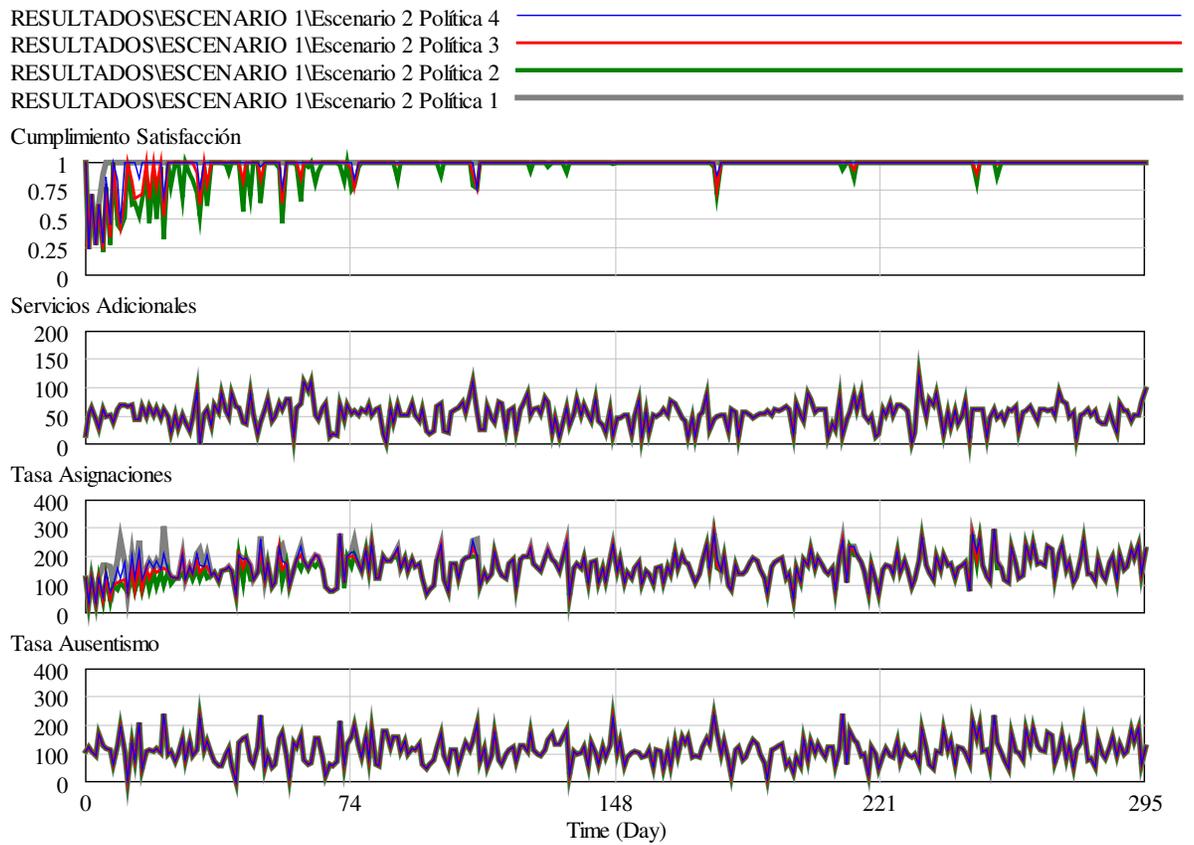


Ilustración 11 Comparativo causal cumplimiento satisfacción escenario 2

El gráfico 10 nuevamente ratifica la dependencia que existe entre el volumen de asignaciones y el nivel de satisfacción.

### 5.3.3 COMPARATIVO RESULTADOS

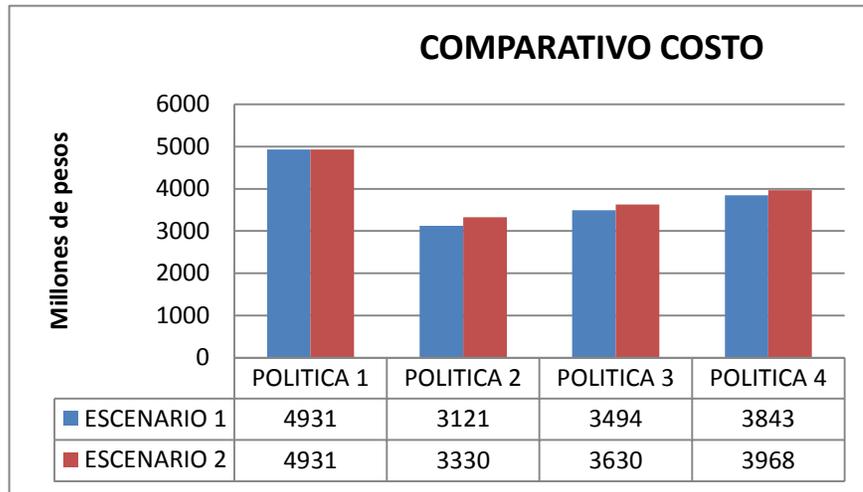


Ilustración 12 Comparativo resultados costo escenario 1 y escenario 2

El gráfico 12 presenta los resultados del costo total durante el horizonte de tiempo evaluado bajo los 2 escenarios planteados y aplicando las 4 políticas diseñadas. Se observa claramente que en ambos escenarios la política más favorable para controlar los costos es la política 2, mientras que la política menos favorable es la política 1. A su vez el escenario más favorable para el control de los costos operacionales es el escenario 1 donde se plantea una meta de satisfacción del 90%.

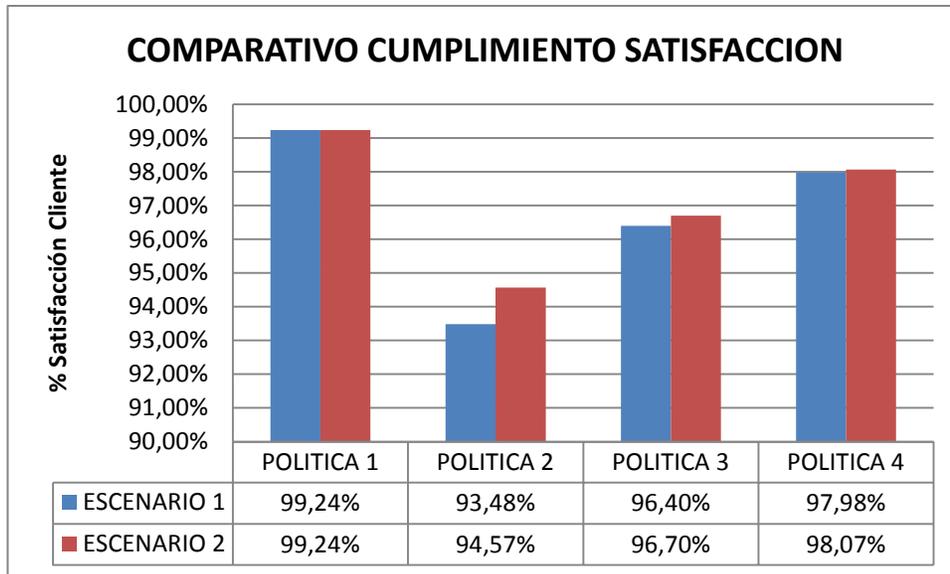


Ilustración 13 Comparativo resultados cumplimiento satisfacción escenario 1 y escenario 2

El gráfico 13 presenta los resultados del nivel de cumplimiento y satisfacción del servicio durante el horizonte de tiempo evaluado bajo los 2 escenarios planteados y aplicando las 4 políticas diseñadas. Se observa que para el escenario 1 la política más favorable para obtener altos niveles de satisfacción es la política 1, que a su vez tiene el mismo comportamiento en el escenario 2. La política menos favorable para la satisfacción del servicio en ambos escenarios es la política 2.

Analizando el conjunto de los resultados y realizando un balance entre las dos variables de interés se identifica que la estrategia más favorable para el sistema se encuentra alrededor del escenario 1 y la política 3, bajo este esquema esperaríamos un costo operacional de 3494 millones de pesos con un nivel de satisfacción del 96.4%.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La administración del recurso humano operativo en la prestación del servicio de aseo institucional cuenta con los elementos y comportamientos que se adaptan adecuadamente a la herramienta de modelado Dinámica de Sistemas para analizar diferentes políticas con el fin de controlar variables críticas como son los costos operacionales y la satisfacción del servicio.
- El volumen de requerimientos de personal representado en tasa de ausentismo y servicios adicionales exige la integración de estrategias tanto del área de operaciones y el área de recursos humanos con el fin de mantener la adecuada capacidad del grupo de supernumerarios para cumplir oportunamente con las asignaciones y velar por el flujo de contratación de personal debido a los retiros de los supernumerarios y las necesidades de contratación proveniente del incumplimiento de la meta de satisfacción.
- Los costos operacionales tienen alta dependencia del número de supernumerarios que no se logran asignar cuando el número de requerimiento es menor al número de supernumerarios disponibles, por ende es necesario construir una estrategia de administración del exceso de personal. Sin embargo existe un contraste cuando se presenta deficit de supernumerarios, esta situación tiene un impacto negativo directo con el indicador de cumplimiento satisfacción.
- Dada la sensibilidad que existe entre el volumen de supernumerarios disponibles, los costos operacionales y el nivel de satisfacción se hace

indispensable concentrarse en establecer cuidadosamente las políticas de contratación para no afectar significativamente el nivel de satisfacción manteniendo un control sobre los costos operacionales.

- De acuerdo a los resultados se observa que una política de contratación sin restricción garantiza un alto nivel de satisfacción, pero tiene un impacto fuerte en el costo operacional debido a que se debe tener un número muy alto de supernumerarios generando excedentes de personal, lo implica que el costo se incremente considerablemente.
- El resultado general del estudio arroja que una solución balanceada es aplicar políticas cercanas a la política 3, en donde se realiza una contratación restringida de máximo 10 personas cuando se incumple el indicador de satisfacción, lo que nos permitiría obtener un indicador del 96.4% e incurrir en costo operacional cercano a los 3494 millones de pesos durante el horizonte de tiempo planteado.
- El esquema bajo el que se planteó el modelo no cuenta con variables demasiado específicas que lo aten obligatoriamente solo al servicio de aseo bajo la modalidad de outsourcing, por lo anterior es fácilmente adaptable a otras líneas de negocio del sector servicios que se caractericen por hacer uso intensivo del recurso humano.
- Se recomienda tomar como punto de partida el presente estudio para la aplicación de futuros trabajos de investigación asociados a la administración del recurso humano, especialmente en el sector de servicios en el que se demande el uso intensivo de mano de obra. Servicios como vigilancia,

mantenimiento, mensajería, personal para servicios médicos, servicios temporales y en general empresas que requieran administrar un volumen significativo de personal. De otro lado el presente estudio permite ahondar la investigación sobre el mismo sector de aseo institucional incluyendo diferentes variables a las aquí enunciadas, analizando el comportamiento del ausentismo a nivel nacional e inclusive el mismo comportamiento en otros países, así mismo el estudio permite avanzar en el análisis de la administración del recurso humano bajo una clasificación de los clientes a quienes se les presta el servicio, es decir se puede efectuar el estudio en el servicios de aseo que se presta en el sector de salud, centros comerciales y grandes superficies, entidades educativas, oficinas y negocios, plantas industriales, sector residencial y propiedad horizontal, entre otros.

## BIBLIOGRAFIA

- Aburawi, I., & Hafeez, K. (**Diciembre de 2009**). Managing dynamics of human resource and knowledge management in organizations through system dynamic modelling. *International Journal of sciences and techniques of automatic control & computer engineering*, 3(2), 1108-1125.
- Cai, X., Lai, M., & Li, Y. (2010). Stochastic Manpower Planning by Dynamic Programming. *2nd International Conference on Engineering Optimization*. Lisboa, Portugal.
- Changrui Ren, L. A., Jeng, J.-J., & Le, Y. M. (2007). Effective workforce lifecycle management via system dynamics modeling and simulation. *Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference*.
- FENASEO. (2011). *Informe Anual del Sector de Aseo en Colombia*. Bogotá.
- Forrester, J. W. (1981). *Dinámica Industrial*. El Ateneo Editorial.
- Forrester, J. W. (1994). System dynamics, systems thinking, and soft OR. *System Dynamics Review*, 10(2-3), 245-256.
- García, J. M. (25 de 09 de 2012). *Dinámica de Sistemas Conceptos*. Obtenido de <http://www.dinamica-de-sistemas.com/elibros/pac1109s.htm>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (Cuarta ed.). México D.F.: Mc Graw Hill.

- Jadaoun Achi, Z. G., & Mott, G. P. (1982). *A system Dynamics Model of a professional organization: The dynamics of personnel policy*. Cambridge, MA. USA: Sloan School of Management.
- LA NOTA ECONOMICA. (2011). Vademécum de Mercados. 347-348.
- Minghua, W., Jin, C., Binwang, G., & Ling, Z. (1991). System Dynamics modeling of manpower forecast and programming. *The 21th International Conference of The System Dynamics Society*. Bangkok, Thailandia.
- Morgan, T., & Ammentorp, B. (1995). Human service systems: A theoretical Perspective. *The 13th International Conference of the System Dynamics Society*. Tokyo, Japon.
- Mould, G. I. (1994). Short Term Manpower Planning: Time Basic Simulations vs Systems Dynamics Approach. *The 12th International Conference of the System Dynamics Society*. Stirling, Escocia.
- Mutuc, J. E. (1994). Manpower planning with system dynamics and business objects. *The 12th International Conference of the System Dynamics Society*. Stirling, Escocia.
- Nirmala, S., & Jeeva, M. (Diciembre de 2010). A dynamic programming approach to optimal manpower recruitment and promotion policies for the two grade system. *African Journal of Mathematics and Computer Science Research*, 3(12), 297-301.
- Poornachandra Rao, P. (Octubre de 1990). A Dynamic Programming Approach to Determine Optimal Manpower Recruitment Policies . *The Journal of the Operational Research Society*, 41(10), 983.

- Postma, T. J., Smits, M. T., Terpstra, S., & Takkenberg, C. T. (1992). Personnel Planning in Health Care: An Example in the Field Of Rheumatology. *The 10th International Conference of the System Dynamics Society*. Utrecht, Holanda.
- Sanguinés, M. C., & Sousa, L. (2005). *El servicio de limpieza*. México D.F.: Limusa S.A.
- Santanu, R., Upadhyaya, S., & Bhu, V. (2005). Modelling and Analysis of the Indian Outsourcing Industry: A System Dynamics Approach. *The 23rd International Conference of the System Dynamics Society*. Boston, MA. USA.
- Schneider, B. (2004). *Outsourcing*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.
- Sedehi, H. (1892). A dynamic model for the planning of human resources. *The 2nd International Conference of the System Dynamics Society*. Oslo, Noruega.
- Serna Gómez, H. (2006). *Servicio al cliente* (Tercera ed.). Bogotá: 3R Editores.
- Sterman, J. (2000). *Business Dynamics*. Estados Unidos: Mc Graw Hill.
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *Proceso de la Investigación Científica* (Cuarta ed.). Mexico D.F.: Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores.
- Udompanich, S. (2008). System Dynamics Model in Estimating Manpower Needs in Dental Public Health. *Department of Community Dentistry*,

**ANEXO 1. DATOS - DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA VACACIONES**

<b>VACACIONES</b>							
<b>x</b>	<b>f</b>	<b>fr</b>	<b>fra</b>	<b>fe</b>	<b>fer</b>	<b>fera</b>	<b> fera-fra </b>
0	10	0.009	0.009	2	0.007	0.007	0.002
1	1	0.001	0.009	0	0.000	0.007	0.003
2	7	0.006	0.015	1	0.003	0.010	0.005
3	8	0.007	0.022	2	0.007	0.017	0.005
4	9	0.008	0.030	3	0.010	0.027	0.003
5	14	0.012	0.042	1	0.003	0.030	0.011
6	21	0.018	0.060	2	0.007	0.037	0.023
7	28	0.024	0.084	6	0.020	0.057	0.026
8	46	0.039	0.123	10	0.034	0.091	0.032
9	35	0.030	0.153	10	0.034	0.125	0.028
10	37	0.032	0.185	15	0.051	0.176	0.009
11	27	0.023	0.208	6	0.020	0.196	0.012
12	48	0.041	0.249	12	0.041	0.236	0.012
13	35	0.030	0.279	5	0.017	0.253	0.025
14	51	0.044	0.322	14	0.047	0.301	0.022
15	50	0.043	0.365	15	0.051	0.351	0.014
16	52	0.044	0.409	15	0.051	0.402	0.007
17	73	0.062	0.472	14	0.047	0.449	0.022
18	59	0.050	0.522	16	0.054	0.503	0.019
19	72	0.062	0.584	25	0.084	0.588	0.004
20	38	0.032	0.616	5	0.017	0.605	0.012
21	41	0.035	0.651	12	0.041	0.645	0.006
22	31	0.026	0.678	8	0.027	0.672	0.005
23	37	0.032	0.709	9	0.030	0.703	0.007
24	33	0.028	0.738	8	0.027	0.730	0.008
25	26	0.022	0.760	4	0.014	0.743	0.017
26	19	0.016	0.776	6	0.020	0.764	0.013
27	27	0.023	0.799	6	0.020	0.784	0.015
28	21	0.018	0.817	5	0.017	0.801	0.016
29	14	0.012	0.829	4	0.014	0.814	0.015
30	21	0.018	0.847	6	0.020	0.834	0.013
31	7	0.006	0.853	1	0.003	0.838	0.015
32	11	0.009	0.862	2	0.007	0.845	0.018
33	10	0.009	0.871	4	0.014	0.858	0.013
34	11	0.009	0.880	4	0.014	0.872	0.009

35	12	0.010	0.891	3	0.010	0.882	0.009
36	12	0.010	0.901	0	0.000	0.882	0.019
37	12	0.010	0.911	4	0.014	0.895	0.016
38	12	0.010	0.921	1	0.003	0.899	0.023
39	8	0.007	0.928	4	0.014	0.912	0.016
40	12	0.010	0.938	3	0.010	0.922	0.016
41	7	0.006	0.944	4	0.014	0.936	0.009
42	6	0.005	0.950	2	0.007	0.943	0.007
43	7	0.006	0.956	0	0.000	0.943	0.013
44	11	0.009	0.965	3	0.010	0.953	0.012
45	7	0.006	0.971	0	0.000	0.953	0.018
46	7	0.006	0.977	3	0.010	0.963	0.014
47	3	0.003	0.979	1	0.003	0.966	0.013
48	2	0.002	0.981	0	0.000	0.966	0.015
49	0	0.000	0.981	0	0.000	0.966	0.015
50	3	0.003	0.984	1	0.003	0.970	0.014
51	1	0.001	0.985	0	0.000	0.970	0.015
52	2	0.002	0.986	2	0.007	0.976	0.010
53	1	0.001	0.987	0	0.000	0.976	0.011
54	2	0.002	0.989	0	0.000	0.976	0.013
55	3	0.003	0.991	2	0.007	0.983	0.008
56	2	0.002	0.993	0	0.000	0.983	0.010
57	0	0.000	0.993	0	0.000	0.983	0.010
58	5	0.004	0.997	5	0.017	1.000	0.003
59	3	0.003	1.000	0	0.000	1.000	0.000
<b>Σ</b>	<b>1170</b>	<b>1.000</b>	<b>Σ</b>	<b>296</b>	<b>1.000</b>	<b>D</b>	<b>0.032</b>

## FORMULACION VENSIM

$[(0,0)-(1,59)]$ ,

$(0,0), (0.009,0), (0.0090001,1), (0.01,1), (0.0100001,2), (0.016,2), (0.0160001,3), (0.023,3), (0.0230001,4), (0.031,4), (0.0310001,5), (0.043,5), (0.0430001,6), (0.061,6), (0.0610001,7), (0.085,7), (0.0850001,8), (0.124,8), (0.124,9), (0.154,9), (0.154,10), (0.186,10), (0.186,11), (0.209,11), (0.209,12), (0.25,12), (0.25,13), (0.28,13), (0.28,14), (0.324,14), (0.324,15), (0.367,15), (0.367,16), (0.411,16), (0.411,17), (0.473,17), (0.473,18), (0.523,18), (0.523,19), (0.585,19), (0.585,20), (0.617,20), (0.617,21), (0.652,21), (0.652,22), (0.678,22), (0.678,23), (0.71,23), (0.71,24), (0.738,24), (0.738,25), (0.76,25), (0.76,26), (0.776,26), (0.776,27), (0.799,27), (0.799,28), (0.817,28), (0.817,29), (0.829,29), (0.829,30), (0.847,30), (0.847,31), (0.853,31), (0.853,32), (0.862,32), (0.862,33), (0.871,33), (0.871,34), (0.88,34), (0.88,35), (0.89,35), (0.89,36), (0.9,36), (0.9,37), (0.91,37), (0.91,38), (0.92,38), (0.92,39), (0.927,39), (0.927,40), (0.937,40), (0.937,41), (0.943,41), (0.943,42), (0.948,42), (0.948,43), (0.954,43), (0.954,44), (0.963,44), (0.963,45), (0.969,45), (0.969,46), (0.975,46), (0.975,47), (0.978,47), (0.978,48), (0.98,48), (0.98,49), (0.98,49), (0.98,50), (0.983,50), (0.983,51), (0.984,51), (0.984,52), (0.986,52), (0.986,53), (0.987,53), (0.987,54), (0.989,54), (0.989,55), (0.992,55), (0.992,56), (0.994,56), (0.994,57), (0.994,57), (0.994,58), (0.998,58), (0.998,59), (1,59)$

**ANEXO 2. DATOS - DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA LICENCIAS DE  
PATERNIDAD**

<b>x</b>	<b>f</b>	<b>fr</b>	<b>fra</b>	<b>fe</b>	<b>fer</b>	<b>fera</b>	<b> fera-fral</b>
0	881	0.743	0.743	217	0.733	0.733	0.010
1	240	0.202	0.945	62	0.209	0.942	0.003
2	47	0.04	0.985	10	0.034	0.976	0.009
3	13	0.011	0.996	5	0.017	0.993	0.003
4	5	0.004	1.000	2	0.007	1.000	0.000
<b>Σ</b>	<b>1186</b>	<b>1.000</b>	<b>Σ</b>	<b>296</b>	<b>1.000</b>	<b>D</b>	<b>0.010</b>

**FORMULACION VENSIM**

$[(0,0)-(1,4)],(0,0),(0.743,0),(0.743,1),(0.945,1),(0.945,2),(0.985,2),(0.985,3),(0.996,3),(0.996,4),(1,4)$

**ANEXO 3. DATOS - DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA LICENCIAS DE  
MATERNIDAD**

<b>X</b>	<b>f</b>	<b>fr</b>	<b>fra</b>	<b>fe</b>	<b>fer</b>	<b>fera</b>	<b> fera- fral</b>
0	2	0.002	0.002	0	0.000	0.000	0.002
1	1	0.001	0.003	1	0.003	0.003	0.000
2	1	0.001	0.004	1	0.003	0.006	0.002
3	11	0.009	0.013	0	0.000	0.006	0.007
4	1	0.001	0.014	0	0.000	0.006	0.008
5	31	0.026	0.040	7	0.024	0.030	0.010
6	9	0.008	0.048	0	0.000	0.030	0.018
7	23	0.019	0.067	3	0.010	0.040	0.027
8	15	0.013	0.080	3	0.010	0.050	0.030
9	27	0.023	0.103	6	0.020	0.070	0.033
10	63	0.053	0.156	16	0.054	0.124	0.032
11	89	0.075	0.231	27	0.091	0.215	0.016
12	117	0.099	0.330	26	0.088	0.303	0.027
13	121	0.102	0.432	35	0.118	0.421	0.011
14	139	0.117	0.549	32	0.108	0.529	0.020
15	135	0.114	0.663	36	0.122	0.651	0.012
16	129	0.109	0.772	31	0.105	0.756	0.016
17	81	0.068	0.840	21	0.071	0.827	0.013
18	84	0.071	0.911	20	0.068	0.895	0.016
19	60	0.051	0.962	17	0.057	0.952	0.010
20	31	0.026	0.988	7	0.024	0.976	0.012
21	12	0.010	0.998	7	0.024	1.00	0.002
22	1	0.001	0.999	0	0.000	1.00	0.001
23	1	0.001	1.000	0	0.000	1.00	0.000
<b>Σ</b>	<b>1184</b>	<b>1.000</b>	<b>Σ</b>	<b>296</b>	<b>1.00</b>	<b>D</b>	<b>0.033</b>

*FORMULACION VENSIM*

*[(0,0)-(1,23)],*

*(0,0),(0.002,0),(0.0020001,1),(0.003,1),(0.0030001,2),(0.004,2),(0.0040001,3),(0.013,3),(0.0130001,4),(0.014,4),(0.0140001,5),(0.04,5),(0.0400001,6),(0.048,6),(0.0480001,7),(0.067,7),(0.0670001,8),(0.08,8),(0.0800001,9),(0.103,9),(0.103,10),(0.156,10),(0.156,11),(0.231,11),(0.231,12),(0.33,12),(0.33,13),(0.432,13),(0.432,14),(0.549,14),(0.549,15),(0.663,15),(0.663,16),(0.772,16),(0.772,17),(0.84,17),(0.84,18),(0.911,18),(0.911,19),(0.962,19),(0.962,20),(0.988,20),(0.988,21),(0.998,21),(0.998,22),(0.999,22),(0.999,23),(1,23)*

**ANEXO 4. DATOS - DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA CALAMIDADES  
DOMESTICAS**

<b>X</b>	<b>f</b>	<b>fr</b>	<b>fra</b>	<b>fe</b>	<b>fer</b>	<b>fera</b>	<b>lfera-fral</b>
0	66	0.056	0.056	9	0.03	0.03	0.026
1	118	0.1	0.156	28	0.095	0.125	0.031
2	162	0.137	0.293	41	0.139	0.264	0.029
3	178	0.15	0.443	49	0.166	0.43	0.013
4	158	0.133	0.576	43	0.145	0.575	0.001
5	158	0.133	0.709	38	0.128	0.703	0.006
6	126	0.106	0.815	29	0.098	0.801	0.014
7	88	0.074	0.889	24	0.081	0.882	0.007
8	55	0.046	0.935	12	0.041	0.923	0.012
9	37	0.031	0.966	9	0.03	0.953	0.013
10	15	0.013	0.979	4	0.014	0.967	0.012
11	11	0.009	0.988	3	0.01	0.977	0.011
12	3	0.003	0.991	1	0.003	0.98	0.011
13	5	0.004	0.995	3	0.010	0.99	0.005
14	2	0.002	0.997	1	0.003	0.993	0.004
15	2	0.002	0.999	2	0.007	1.000	0.001
16	1	0.001	1.000	0	0.000	1.000	0.000
<b>Σ</b>	<b>1185</b>	<b>1.000</b>	<b>Σ</b>	<b>296</b>	<b>1.000</b>	<b>D</b>	<b>0.031</b>

*FORMULACION VENSIM*

$[(0,0)-(1,16)],$

$(0,0),(0.056,0),(0.0560001,1),(0.156,1),(0.156,2),(0.293,2),(0.293,3),(0.443,3),(0.443,4),(0.576,4),(0.576,5),(0.709,5),(0.709,6),(0.815,6),(0.815,7),(0.889,7),(0.889,8),(0.935,8),(0.935,9),(0.966,9),(0.966,10),(0.979,10),(0.979,11),(0.988,11),(0.988,12),(0.991,12),(0.991,13),(0.995,13),(0.995,14),(0.997,14),(0.997,15),(0.999,15),(0.999,16),(1,16)$

## ANEXO 5. DATOS - DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA SANCIONES

<b>X</b>	<b>f</b>	<b>fr</b>	<b>fra</b>	<b>fe</b>	<b>fer</b>	<b>fera</b>	<b> fera-fra </b>
0	238	0.201	0.201	55	0.186	0.186	0.015
1	255	0.215	0.416	65	0.22	0.406	0.010
2	226	0.191	0.607	58	0.196	0.602	0.005
3	179	0.151	0.758	42	0.142	0.744	0.014
4	104	0.088	0.846	27	0.091	0.835	0.011
5	88	0.074	0.92	19	0.064	0.899	0.021
6	45	0.038	0.958	14	0.047	0.946	0.012
7	25	0.021	0.979	6	0.02	0.966	0.013
8	15	0.013	0.992	5	0.017	0.983	0.009
9	4	0.003	0.995	2	0.007	0.990	0.005
10	5	0.004	1	3	0.01	1.000	0.000
<b>Σ</b>	<b>1184</b>	<b>1.00</b>	<b>Σ</b>	<b>296</b>	<b>1.00</b>	<b>D</b>	<b>0.021</b>

### FORMULACION VENSIM

$[(0,0)-(1,10)],$

$(0,0),(0.201,0),(0.201,1),(0.416,1),(0.416,2),(0.607,2),(0.607,3),(0.758,3),(0.758,4),(0.846,4),(0.846,5),(0.92,5),$   
 $),(0.92,6),(0.958,6),(0.958,7),(0.979,7),(0.979,8),(0.992,8),(0.992,9),(0.995,9),(0.995,10),(1,10)$

**ANEXO 6. DATOS - DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA PERMISOS NO  
REMUNERADOS**

<b>X</b>	<b>f</b>	<b>fr</b>	<b>fra</b>	<b>fe</b>	<b>fer</b>	<b>fera</b>	<b>lfera-fral</b>
0	51	0.043	0.043	9	0.030	0.030	0.013
1	73	0.062	0.105	12	0.041	0.071	0.034
2	91	0.077	0.182	30	0.101	0.172	0.01
3	128	0.108	0.29	26	0.088	0.260	0.03
4	154	0.13	0.42	45	0.152	0.412	0.008
5	144	0.122	0.542	34	0.115	0.527	0.015
6	127	0.107	0.649	34	0.115	0.642	0.007
7	106	0.09	0.739	26	0.088	0.730	0.009
8	89	0.075	0.814	21	0.071	0.801	0.013
9	61	0.052	0.866	15	0.051	0.852	0.014
10	43	0.036	0.902	11	0.037	0.889	0.013
11	41	0.035	0.937	10	0.034	0.923	0.014
12	35	0.03	0.967	9	0.030	0.953	0.014
13	17	0.014	0.981	4	0.014	0.967	0.014
14	7	0.006	0.987	3	0.010	0.977	0.01
15	8	0.007	0.994	2	0.007	0.984	0.01
16	4	0.003	0.997	3	0.010	0.994	0.003
17	3	0.003	1.000	2	0.007	1.00	0.001
<b>Σ</b>	<b>1182</b>	<b>1.000</b>	<b>Σ</b>	<b>296</b>	<b>1.00</b>	<b>D</b>	<b>0.034</b>

*FORMULACION VENSIM*

$[(0,0)-(1,17)],$

$(0,0),(0.043,0),(0.0430001,1),(0.105,1),(0.105,2),(0.182,2),(0.182,3),(0.29,3),(0.29,4),(0.42,4),(0.42,5),(0.542,5),(0.542,6),(0.649,6),(0.649,7),(0.739,7),(0.739,8),(0.814,8),(0.814,9),(0.866,9),(0.866,10),(0.902,10),(0.902,11),(0.937,11),(0.937,12),(0.967,12),(0.967,13),(0.981,13),(0.981,14),(0.987,14),(0.987,15),(0.994,15),(0.994,16),(0.997,16),(0.997,17),(1,17)$

## ANEXO 7. DATOS - DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA INCAPACIDADES

X	f	fr	fra	fe	fer	fera	lfera-fra
1 - 3	3	0.003	0.003	1	0.003	0.003	0
3.1 - 5	12	0.01	0.013	1	0.003	0.006	0.007
5.1 - 7	4	0.003	0.016	1	0.003	0.009	0.007
7.1 - 9	1	0.001	0.017	0	0.000	0.009	0.008
9.1 - 11	1	0.001	0.018	0	0.000	0.009	0.009
11.1 - 13	1	0.001	0.019	1	0.003	0.012	0.007
13.1 - 15	3	0.003	0.022	0	0.000	0.012	0.01
15.1 - 17	5	0.004	0.026	2	0.007	0.019	0.007
17.1 - 19	3	0.003	0.029	0	0.000	0.019	0.01
19.1 - 21	3	0.003	0.032	2	0.007	0.026	0.006
21.1 - 23	7	0.006	0.038	1	0.003	0.029	0.009
23.1 - 25	3	0.003	0.041	0	0.000	0.029	0.012
25.1 - 27	6	0.005	0.046	0	0.000	0.029	0.017
27.1 - 29	11	0.009	0.055	0	0.000	0.029	0.026
29.1 - 31	15	0.013	0.068	3	0.010	0.039	0.029
31.1 - 33	28	0.024	0.092	6	0.020	0.059	0.033
33.1 - 35	31	0.026	0.118	7	0.024	0.083	0.035
35.1 - 37	33	0.028	0.146	9	0.030	0.113	0.033
37.1 - 39	43	0.037	0.183	17	0.057	0.170	0.013
39.1 - 41	21	0.018	0.201	4	0.014	0.184	0.017
41.1 - 43	31	0.026	0.227	7	0.024	0.208	0.019
43.1 - 45	26	0.022	0.249	8	0.027	0.235	0.014
45.1 - 47	20	0.017	0.266	4	0.014	0.249	0.017
47.1 - 49	24	0.02	0.286	2	0.007	0.256	0.03
49.1 - 51	24	0.02	0.306	7	0.024	0.280	0.026
51.1 - 53	32	0.027	0.333	8	0.027	0.307	0.026
53.1 - 55	38	0.032	0.365	11	0.037	0.344	0.021
55.1 - 57	51	0.043	0.408	17	0.057	0.401	0.007
57.1 - 59	70	0.06	0.468	13	0.044	0.445	0.023
59.1 - 61	53	0.045	0.513	15	0.051	0.496	0.017
61.1 - 63	64	0.054	0.567	15	0.051	0.547	0.02
63.1 - 65	71	0.06	0.627	20	0.068	0.615	0.012
65.1 - 67	64	0.054	0.681	18	0.061	0.676	0.005
67.1 - 69	73	0.062	0.743	17	0.057	0.733	0.01
69.1 - 71	55	0.047	0.79	13	0.044	0.777	0.013
71.1 - 73	51	0.043	0.833	12	0.041	0.818	0.015
73.1 - 75	42	0.036	0.869	12	0.041	0.859	0.01
75.1 - 77	26	0.022	0.891	7	0.024	0.883	0.008
77.1 - 79	27	0.023	0.914	4	0.014	0.897	0.017
79.1 - 81	18	0.015	0.929	5	0.017	0.914	0.015
81.1 - 83	22	0.019	0.948	9	0.030	0.944	0.004
83.1 - 85	14	0.012	0.96	2	0.007	0.951	0.009
85.1 - 87	14	0.012	0.972	3	0.010	0.961	0.011

87.1 - 89	9	0.008	0.98	2	0.007	0.968	0.012
89.1 - 91	9	0.008	0.988	3	0.010	0.978	0.01
91.1 - 93	7	0.006	0.994	2	0.007	0.985	0.009
93.1 - 95	2	0.002	0.996	3	0.010	0.995	0.001
95.1 - 97	3	0.003	0.999	2	0.007	1.00	0.003
97.1 - 99	1	0.001	1	0	0.000	1.00	0.002
<b>Σ</b>	<b>1175</b>	<b>1.000</b>	<b>Σ</b>	<b>296</b>	<b>1.00</b>	<b>D</b>	<b>0.035</b>

*FORMULACION VENSIM*

$[(0,0)-(1,98)]$

, (0,2), (0.003,2), (0.0030001,4), (0.013,4), (0.0130001,6), (0.016,6), (0.0160001,8), (0.017,8), (0.0170001,10), (0.018,10), (0.0180001,12), (0.019,12), (0.0190001,14), (0.022,14), (0.0220001,16), (0.026,16), (0.0260001,18), (0.029,18), (0.0290001,20), (0.032,20), (0.0320001,22), (0.038,22), (0.0380001,24), (0.041,24), (0.0410001,26), (0.046,26), (0.0460001,28), (0.055,28), (0.0550001,30), (0.068,30), (0.0680001,32), (0.092,32), (0.0920001,34), (0.118,34), (0.118,36), (0.146,36), (0.146,38), (0.183,38), (0.183,40), (0.201,40), (0.201,42), (0.227,42), (0.227,44), (0.249,44), (0.249,46), (0.266,46), (0.266,48), (0.286,48), (0.286,50), (0.306,50), (0.306,52), (0.333,52), (0.333,54), (0.365,54), (0.365,56), (0.408,56), (0.408,58), (0.468,58), (0.468,60), (0.513,60), (0.513,62), (0.567,62), (0.567,64), (0.627,64), (0.627,66), (0.681,66), (0.681,68), (0.743,68), (0.743,70), (0.79,70), (0.79,72), (0.833,72), (0.833,74), (0.869,74), (0.869,76), (0.891,76), (0.891,78), (0.914,78), (0.914,80), (0.929,80), (0.929,82), (0.948,82), (0.948,84), (0.96,84), (0.96,86), (0.972,86), (0.972,88), (0.98,88), (0.98,90), (0.988,90), (0.988,92), (0.994,92), (0.994,94), (0.996,94), (0.996,96), (0.999,96), (0.999,98), (1,98)

**ANEXO 8. DATOS - DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA FALTAS SIN  
JUSTIFICAR**

<b>X</b>	<b>f</b>	<b>fr</b>	<b>Fra</b>	<b>fe</b>	<b>fer</b>	<b>fera</b>	<b>lfera-fral</b>
0	54	0.046	0.046	9	0.030	0.030	0.016
1	71	0.060	0.106	12	0.041	0.071	0.035
2	110	0.093	0.199	34	0.115	0.186	0.013
3	122	0.103	0.302	28	0.095	0.281	0.021
4	127	0.107	0.409	36	0.122	0.403	0.006
5	116	0.098	0.507	24	0.081	0.484	0.023
6	105	0.089	0.596	33	0.111	0.595	0.001
7	96	0.081	0.677	23	0.078	0.673	0.004
8	81	0.068	0.745	18	0.061	0.734	0.011
9	74	0.063	0.808	18	0.061	0.795	0.013
10	64	0.054	0.862	15	0.051	0.846	0.016
11	34	0.029	0.891	11	0.037	0.883	0.008
12	29	0.025	0.916	4	0.014	0.897	0.019
13	24	0.020	0.936	8	0.027	0.924	0.012
14	30	0.025	0.961	9	0.030	0.954	0.007
15	16	0.014	0.975	3	0.010	0.964	0.011
16	9	0.008	0.983	2	0.007	0.971	0.012
17	6	0.005	0.988	2	0.007	0.978	0.01
18	6	0.005	0.993	2	0.007	0.985	0.008
19	4	0.003	0.996	3	0.010	0.995	0.001
20	3	0.003	0.999	2	0.007	1.00	0.003
21	2	0.002	1.00	0	0.000	1.00	0.001
<b>Σ</b>	<b>1183</b>	<b>1.00</b>	<b>Σ</b>	<b>296</b>	<b>1.00</b>	<b>D</b>	<b>0.035</b>

*FORMULACION VENSIM*

*[(0,0)-(1,21)]*

*,(0,0),(0.046,0),(0.0460001,1),(0.106,1),(0.106,2),(0.199,2),(0.199,3),(0.302,3),(0.302,4),(0.409,4),(0.409,5),(0.507,5),(0.507,6),(0.596,6),(0.596,7),(0.677,7),(0.677,8),(0.745,8),(0.745,9),(0.808,9),(0.808,10),(0.862,10),(0.862,11),(0.891,11),(0.891,12),(0.916,12),(0.916,13),(0.936,13),(0.936,14),(0.961,14),(0.961,15),(0.975,15),(0.975,16),(0.983,16),(0.983,17),(0.988,17),(0.988,18),(0.993,18),(0.993,19),(0.996,19),(0.996,20),(0.999,20),(0.999,21),(1,21)*

**ANEXO 9. DATOS - DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA SERVICIOS  
ADICIONALES**

<b>x</b>	<b>f</b>	<b>fr</b>	<b>fra</b>	<b>fe</b>	<b>fer</b>	<b>fera</b>	<b>lfera-fral</b>
0 - 2	9	0.008	0.008	1	0.003	0.003	0.005
2.1 - 4	4	0.003	0.011	1	0.003	0.006	0.005
4.1 - 6	5	0.004	0.015	1	0.003	0.009	0.006
6.1 - 8	3	0.003	0.018	0	0.000	0.009	0.009
8.1 - 10	5	0.004	0.022	0	0.000	0.009	0.013
10.1 - 12	9	0.008	0.030	2	0.007	0.016	0.014
12.1 - 14	16	0.014	0.044	5	0.017	0.033	0.011
14.1 - 16	18	0.015	0.059	5	0.017	0.050	0.009
16.1 - 18	21	0.018	0.077	4	0.014	0.064	0.013
18.1 - 20	16	0.014	0.091	8	0.027	0.091	0.000
20.1 - 22	19	0.016	0.107	7	0.024	0.115	0.008
22.1 - 24	15	0.013	0.120	6	0.020	0.135	0.015
24.1 - 26	9	0.008	0.128	1	0.003	0.138	0.010
26.1 - 28	9	0.008	0.136	5	0.017	0.155	0.019
28.1 - 30	4	0.003	0.139	2	0.007	0.162	0.023
30.1 - 32	4	0.003	0.142	1	0.003	0.165	0.023
32.1 - 34	1	0.001	0.143	0	0.000	0.165	0.022
34.1 - 36	10	0.009	0.152	4	0.014	0.179	0.027
36.1 - 38	18	0.015	0.167	5	0.017	0.196	0.029
38.1 - 40	25	0.022	0.189	6	0.020	0.216	0.027
40.1 - 42	28	0.024	0.213	4	0.014	0.230	0.017
42.1 - 44	46	0.040	0.253	8	0.027	0.257	0.004
44.1 - 46	41	0.035	0.288	7	0.024	0.281	0.007
46.1 - 48	52	0.045	0.333	11	0.037	0.318	0.015
48.1 - 50	48	0.041	0.374	12	0.041	0.359	0.015
50.1 - 52	51	0.044	0.418	17	0.057	0.416	0.002
52.1 - 54	61	0.052	0.470	18	0.061	0.477	0.007
54.1 - 56	50	0.043	0.513	10	0.034	0.511	0.002
56.1 - 58	43	0.037	0.550	16	0.054	0.565	0.015
58.1 - 60	57	0.049	0.599	15	0.051	0.616	0.017
60.1 - 62	54	0.046	0.645	16	0.054	0.670	0.025
62.1 - 64	55	0.047	0.692	18	0.061	0.731	0.039
64.1 - 66	55	0.047	0.739	11	0.037	0.768	0.029
66.1 - 68	46	0.040	0.779	9	0.030	0.798	0.019
68.1 - 70	45	0.039	0.818	12	0.041	0.839	0.021
70.1 - 72	31	0.027	0.845	8	0.027	0.866	0.021

72.1 - 74	16	0.014	0.859	4	0.014	0.880	0.021
74.1 - 76	22	0.019	0.878	5	0.017	0.897	0.019
76.1 - 78	14	0.012	0.890	3	0.010	0.907	0.017
78.1 - 80	15	0.013	0.903	5	0.017	0.924	0.021
80.1 - 82	18	0.015	0.918	3	0.010	0.934	0.016
82.1 - 84	11	0.009	0.927	2	0.007	0.941	0.014
84.1 - 86	9	0.008	0.935	0	0.000	0.941	0.006
86.1 - 88	12	0.010	0.945	3	0.010	0.951	0.006
88.1 - 90	9	0.008	0.953	1	0.003	0.954	0.001
90.1 - 92	8	0.007	0.960	6	0.020	0.974	0.014
92.1 - 94	4	0.003	0.963	2	0.007	0.981	0.018
94.1 - 96	6	0.005	0.968	1	0.003	0.984	0.016
96.1 - 98	6	0.005	0.973	1	0.003	0.987	0.014
98.1 - 100	2	0.002	0.975	0	0.000	0.987	0.012
100.1 - 102	10	0.009	0.984	0	0.000	0.987	0.003
102.1 - 104	2	0.002	0.986	0	0.000	0.987	0.001
104.1 - 106	1	0.001	0.987	0	0.000	0.987	0.000
106.1 - 108	1	0.001	0.988	0	0.000	0.987	0.001
108.1 - 110	1	0.001	0.989	0	0.000	0.987	0.002
110.1 - 112	5	0.004	0.993	3	0.010	0.997	0.004
112.1 - 114	1	0.001	0.994	0	0.000	0.997	0.003
114.1 - 116	2	0.002	0.996	0	0.000	0.997	0.001
116.1 - 118	1	0.001	0.997	0	0.000	0.997	0.000
118.1 - 120	2	0.002	0.999	1	0.003	1.000	0.001
120.1 - 122	1	0.001	1.000	0	0.000	1.000	0.000
<b>Σ</b>	<b>1162</b>	<b>1.000</b>	<b>Σ</b>	<b>296</b>	<b>1.000</b>	<b>D</b>	<b>0.039</b>

*FORMULACION VENSIM*

*[(0,0)-(1,121)],*

*(0,1),(0.008,1),(0.0080001,3),(0.011,3),(0.0110001,5),(0.015,5),(0.0150001,7),(0.018,7),(0.0180001,9),(0.022,9),(0.0220001,11),(0.03,11),(0.0300001,13),(0.044,13),(0.0440001,15),(0.059,15),(0.0590001,17),(0.077,17),(0.0770001,19),(0.091,19),(0.0910001,21),(0.107,21),(0.107,23),(0.12,23),(0.12,25),(0.128,25),(0.128,27),(0.136,27),(0.136,29),(0.139,29),(0.139,31),(0.142,31),(0.142,33),(0.143,33),(0.143,35),(0.152,35),(0.152,37),(0.167,37),(0.167,39),(0.189,39),(0.189,41),(0.213,41),(0.213,43),(0.253,43),(0.253,45),(0.288,45),(0.288,47),(0.333,47),(0.333,49),(0.374,49),(0.374,51),(0.418,51),(0.418,53),(0.47,53),(0.47,55),(0.513,55),(0.513,57),(0.55,57),(0.55,59),(0.599,59),(0.599,61),(0.645,61),(0.645,63),(0.692,63),(0.692,65),(0.739,65),(0.739,67),(0.779,67),(0.779,69),(0.818,69),(0.818,71),(0.845,71),(0.845,73),(0.859,73),(0.859,75),(0.878,75),(0.878,77),(0.89,77),(0.89,79),(0.903,79),(0.903,81),(0.918,81),(0.918,83),(0.927,83),(0.927,85),(0.935,85),(0.935,87),(0.945,87),(0.945,89),(0.953,89),(0.953,91),(0.96,91),(0.96,93),(0.963,93),(0.963,95),(0.968,95),(0.968,97),(0.973,97),(0.973,99),(0.975,99),(0.975,101),(0.984,101),(0.984,103),(0.986,103),(0.986,105),(0.987,105),(0.987,107),(0.988,107),(0.988,109),(0.989,109),(0.989,111),(0.993,111),(0.993,113),(0.994,113),(0.994,115),(0.996,115),(0.996,117),(0.997,117),(0.997,119),(0.999,119),(0.999,121),(1,121)*

## ANEXO 10. DATOS - DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA RETIROS

<b>x</b>	<b>f</b>	<b>fr</b>	<b>fra</b>	<b>fe</b>	<b>fer</b>	<b>fera</b>	<b> fera-fra </b>
1	110	0.110	0.110	28	0.095	0.095	0.015
2	104	0.104	0.214	30	0.101	0.196	0.018
3	73	0.073	0.287	25	0.084	0.280	0.007
4	73	0.073	0.360	18	0.061	0.341	0.019
5	79	0.079	0.439	27	0.091	0.432	0.007
6	89	0.089	0.528	31	0.105	0.537	0.009
7	72	0.072	0.600	22	0.074	0.611	0.011
8	70	0.070	0.670	20	0.068	0.679	0.009
9	54	0.054	0.724	19	0.064	0.743	0.019
10	60	0.060	0.784	24	0.081	0.824	0.04
11	44	0.044	0.828	13	0.044	0.868	0.04
12	34	0.034	0.862	9	0.030	0.898	0.036
13	29	0.029	0.891	8	0.027	0.925	0.034
14	19	0.019	0.910	6	0.020	0.945	0.035
15	17	0.017	0.927	4	0.014	0.959	0.032
16	13	0.013	0.940	4	0.014	0.973	0.033
17	9	0.009	0.949	3	0.010	0.983	0.034
18	6	0.006	0.955	1	0.003	0.986	0.031
19	12	0.012	0.967	1	0.003	0.989	0.022
20	4	0.004	0.971	0	0.000	0.989	0.018
21	6	0.006	0.977	1	0.003	0.992	0.015
22	3	0.003	0.980	1	0.003	0.995	0.015
23	4	0.004	0.984	0	0.000	0.995	0.011
24	2	0.002	0.986	0	0.000	0.995	0.009
25	2	0.002	0.988	0	0.000	0.995	0.007
26	2	0.002	0.990	0	0.000	0.995	0.005
27	1	0.001	0.991	0	0.000	0.995	0.004
28	2	0.002	0.993	0	0.000	0.995	0.002
29	1	0.001	0.994	0	0.000	0.995	0.001
30	2	0.002	0.996	0	0.000	0.995	0.001
31	1	0.001	0.997	0	0.000	0.995	0.002
32	2	0.002	0.999	1	0.003	1.00	0.001
33	1	0.001	1.000	0	0.000	1.00	0.002
<b>Σ</b>	<b>1000</b>	<b>1.000</b>	<b>Σ</b>	<b>296</b>	<b>1.00</b>	<b>D</b>	<b>0.040</b>

*FORMULACION VENSIM*

*[(0,0)-(1,33)],*

*(0,1),(0.11,1),(0.11,2),(0.214,2),(0.214,3),(0.287,3),(0.287,4),(0.36,4),(0.36,5),(0.439,5),(0.439,6),(0.528,6),(0.528,7),(0.6,7),(0.6,8),(0.67,8),(0.67,9),(0.724,9),(0.724,10),(0.784,10),(0.784,11),(0.828,11),(0.828,12),(0.862,12),(0.862,13),(0.891,13),(0.891,14),(0.91,14),(0.91,15),(0.927,15),(0.927,16),(0.94,16),(0.94,17),(0.949,17),(0.949,18),(0.955,18),(0.955,19),(0.967,19),(0.967,20),(0.971,20),(0.971,21),(0.977,21),(0.977,22),(0.98,22),(0.98,23),(0.984,23),(0.984,24),(0.986,24),(0.986,25),(0.988,25),(0.988,26),(0.99,26),(0.99,27),(0.991,27),(0.991,28),(0.993,28),(0.993,29),(0.994,29),(0.994,30),(0.996,30),(0.996,31),(0.997,31),(0.997,32),(0.999,32),(0.999,33),(1,33)*

**ANEXO 11. DATOS - DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA RETIROS  
SUPERNUMERARIOS**

<b>x</b>	<b>f</b>	<b>fr</b>	<b>fra</b>	<b>fe</b>	<b>fer</b>	<b>fera</b>	<b> fera-fra </b>
0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0
1	340	0.519	0.519	157	0.530	0.530	0.011
2	185	0.282	0.801	94	0.318	0.848	0.047
3	77	0.118	0.919	30	0.101	0.949	0.03
4	30	0.046	0.965	11	0.037	0.986	0.021
5	9	0.014	0.979	3	0.010	0.996	0.017
6	9	0.014	0.993	0	0.000	0.996	0.003
7	3	0.005	0.998	0	0.000	0.996	0.002
8	2	0.003	1.00	1	0.003	1.00	0.002
<b>Σ</b>	<b>655</b>	<b>1.00</b>	<b>Σ</b>	<b>296</b>	<b>1.00</b>	<b>D</b>	<b>0.047</b>

*FORMULACION VENSIM*

$[(0,0)-(1,8)],$

$(0,1),(0.519,1),(0.519,2),(0.801,2),(0.801,3),(0.919,3),(0.919,4),(0.965,4),(0.965,5),(0.979,5),(0.979,6),(0.993,$

$6),(0.993,7),(0.998,7),(0.998,8),(1,8)$

## ANEXO 12. DISTRIBUCION DEL ESTADISTICO KOLMOGOROV - SMIRNOV

Distribución del estadístico de Kolmogorov-Smirnov ( $D_n$ ).  
 Se tabula  $d$  tal que  $P(D_n > d) = \alpha$ .

n	$\alpha$					n	$\alpha$				
	0'2	0'1	0'05	0'02	0'01		0'2	0'1	0'05	0'02	0'01
1	0'900	0'950	0'975	0'990	0'995	21	0'226	0'259	0'287	0'321	0'344
2	0'684	0'776	0'842	0'900	0'929	22	0'221	0'253	0'281	0'314	0'337
3	0'565	0'636	0'780	0'785	0'829	23	0'216	0'247	0'275	0'307	0'330
4	0'493	0'565	0'624	0'689	0'734	24	0'212	0'242	0'269	0'301	0'323
5	0'447	0'509	0'563	0'627	0'669	25	0'208	0'238	0'264	0'295	0'317
6	0'410	0'468	0'519	0'577	0'617	26	0'204	0'233	0'259	0'290	0'311
7	0'381	0'436	0'483	0'538	0'576	27	0'200	0'229	0'254	0'284	0'305
8	0'358	0'410	0'454	0'507	0'542	28	0'197	0'225	0'250	0'279	0'300
9	0'339	0'387	0'430	0'480	0'513	29	0'193	0'221	0'246	0'275	0'295
10	0'323	0'369	0'409	0'457	0'489	30	0'190	0'218	0'242	0'270	0'290
11	0'308	0'352	0'391	0'437	0'468	31	0'187	0'214	0'238	0'266	0'285
12	0'296	0'338	0'375	0'419	0'449	32	0'184	0'211	0'234	0'262	0'281
13	0'285	0'325	0'361	0'404	0'432	33	0'182	0'208	0'231	0'258	0'277
14	0'275	0'314	0'349	0'390	0'418	34	0'179	0'205	0'227	0'254	0'273
15	0'266	0'304	0'338	0'377	0'404	35	0'177	0'202	0'224	0'251	0'269
16	0'258	0'295	0'327	0'366	0'392	36	0'174	0'199	0'221	0'247	0'265
17	0'250	0'286	0'318	0'355	0'381	37	0'172	0'196	0'218	0'244	0'262
18	0'244	0'279	0'309	0'346	0'371	38	0'170	0'194	0'215	0'241	0'258
19	0'237	0'271	0'301	0'337	0'361	39	0'168	0'191	0'213	0'238	0'255
20	0'232	0'265	0'294	0'329	0'352	40	0'165	0'189	0'21	0'235	0'252
						> 40	$\frac{1'07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1'22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1'36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1'52}{\sqrt{n}}$	$\frac{1'63}{\sqrt{n}}$