

**DISEÑO DE UN FRAMEWORK PARA EL MANEJO DE DATOS Y  
CONTROL ESTADÍSTICO DE LOS PROCESOS EN LA PIEDECUESTANA  
DE SERVICIOS PÚBLICOS E.S.P QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA DE  
GESTIÓN, CONTROL Y TOMA DE DECISIONES**

**JONATHAN PLATA MARTINEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2016**

**DISEÑO DE UN FRAMEWORK PARA EL MANEJO DE DATOS Y  
CONTROL ESTADÍSTICO DE LOS PROCESOS EN LA PIEDECUESTANA  
DE SERVICIOS PÚBLICOS E.S.P QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA DE  
GESTIÓN, CONTROL Y TOMA DE DECISIONES**

**JONATHAN PLATA MARTINEZ**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR  
EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**DIRECTOR:**

**HENRY LAMOS DIAZ**

**Ph. D. en Matemáticas**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2016**

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios que es mi todo y que sin Él nada podría hacer;  
mis padres Lesmin Plata y Luz Marina Martínez que son  
el regalo más preciado que el Señor me ha concedido  
en esta tierra; mi familia que siempre creyó en mí y me apoyo  
incondicionalmente.*

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
2. JUSTIFICACIÓN.....	19
3. OBJETIVOS .....	20
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	20
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
4. MARCO DE REFERENCIA.....	21
4.1. MARCO DE ANTECEDENTES.....	21
4.2. MARCO TEÓRICO .....	23
4.2.1 Importancia del manejo de datos .....	23
4.2.2 Conceptos y fundamentos estadísticos.....	24
4.2.3 Control estadístico de procesos.....	29
4.2.4 Técnicas estadísticas para el control de procesos.....	41
4.2.5 Aplicaciones estadísticas en administración de calidad y productividad.....	53
4.3. MARCO HISTÓRICO.....	63
4.4. MARCO LEGAL.....	67
4.4.1. Reglamentación Aplicable.....	67
4.4.2. Entes de Control.....	68
4.5. ESTADO DEL ARTE.....	69
4.5.1. Funciones de la compañía.....	69
4.5.2. Generalidades de la Empresa.....	71
4.5.3. Mapa de Procesos de Piedecuestana de Servicios Públicos ESP.....	73
4.5.4. Áreas de Piedecuestana de Servicios Públicos ESP .....	75
4.5.5. Sistema Único de Información SUI.....	78

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.....	80
5.1. CONSOLIDACIÓN DE DATOS.....	80
5.1.1 Comparación de ejecución de Inversiones año 2015.....	80
5.1.2 Análisis de Ejecución de Inversiones 2011-2015 .....	81
5.1.3 Comparación de la relación de Número de suscriptores con el número de domicilios 2015.....	82
5.1.4 Análisis de la variables de procesos. ....	91
5.1.5 Cruce de las varibles para toma de decisiones. ....	94
5.2. ANÁLISIS Y CONTROL DE LAS VARIABLES.....	98
5.2.1. Porcentaje de ejecución.....	99
5.2.2. Porcentaje de cobertura de Servicios (Acueducto, alcantarillado y aseo) .....	100
5.2.3. Porcentaje de quejas y reclamos atendidos .....	101
5.2.4. Porcentaje de satisfacción del cliente .....	102
5.2.5. Gestión Integral de Redes de Acueducto.....	103
5.2.6. Manejo Integral de Saneamiento Básico de Alcantarillado.....	104
5.2.7. Manejo integral de residuos sólidos .....	105
5.3. PLAN DE GESTIÓN DE CARGUE DE INFORMACIÓN AL SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN (SUI).....	106
6. CONCLUSIONES.....	114
7. RECOMENDACIONES.....	115
BIBLIOGRAFÍA.....	116
ANEXO.....	119

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. .Cumplimiento de los objetivos.....	16
Tabla 2. Tabla de decisión.....	45
Tabla 3. Tabla de gráficos .....	47
Tabla 4. Lista de comprobación.....	63
Tabla 5. Procesos e Indicadores del área Financiera .....	75
Tabla 6. Procesos e Indicadores del área Comercial .....	76
Tabla 7. Procesos e Indicadores del área de Procesos .....	76
Tabla 8. Procesos e Indicadores del área Administrativa.....	78

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Curvas de Normalidad de un Proceso Estable y un Proceso Inestable.....	34
Figura 2. Límites de Control y Especificaciones.....	35
Figura 3. Capacidad de un proceso .....	37
Figura 4. Diagrama causa-efecto.....	58
Figura 5. Ejemplo de construcción Diagrama causa-efecto .....	60
Figura 6. Estructura Básica de las 5 M .....	62
Figura 7. Mapa de Procesos Piedecuestana de Servicios Públicos E.S.P. ...	74
Figura 8. Mapa de gestión de datos.....	74

## LISTA DE GRAFICOS

	<b>Pág.</b>
Gráfico 1. Función de densidad de Probabilidad Normal. ....	26
Gráfico 2. Medidas representativas de un conjunto de datos estadísticos. ...	27
Gráfico 3. Cálculo geométrico de la mediana.....	28
Gráfico 4. Gráfico de medias. ....	42
Gráfico 5. Gráfico de rangos.....	42
Gráfico 6. Gráfico de Control .....	49
Gráfico 7. Gráfico de Medias .....	50
Gráfico 8. Gráfico de Medias Móviles .....	51
Gráfico 9. Histograma de Frecuencias.....	55
Gráfico 10. Análisis comparativo de Ejecución de inversiones.....	80
Gráfico 11. Análisis comparativo de Ejecución de inversiones.....	81
Gráfico 12. Análisis comparativo de N° Suscriptores/N° Domicilios - N° usuarios/N° Domicilios.....	82
Gráfico 13. Porcentaje de cobertura de Servicios (Acueducto, alcantarillado y aseo) Real vs. Esperada.....	83
Gráfico 14. Porcentaje de cobertura de Servicios (Acueducto, alcantarillado y aseo) 2011-2015.....	83
Gráfico 15. Porcentaje de cobertura de Servicios (Acueducto, alcantarillado y aseo) Real vs. Esperada (Año 2015) .....	84
Gráfico 16. Porcentaje de cobertura de Servicios de Recolección y disposición de basura (2011-2015).....	85
Gráfico 17. Porcentaje de usuarios de acuerdo a la clasificación.....	86
Gráfico 18. Porcentaje de micromedidores por estrato y sector .....	86
Gráfico 19. Porcentaje de consumo promedio por sector y estrato para el servicio de acueducto .....	87

Gráfico 20. Porcentaje de usuarios por sector y estrato para el servicio de alcantarillado .....	87
Gráfico 21. Porcentaje de valor facturado por sector y estrato para el servicio de alcantarillado.....	88
Gráfico 22. Porcentaje de usuarios por sector y estrato para el servicio de aseo.....	88
Gráfico 23. Porcentaje de valor facturado por sector y estrato para el servicio de aseo.....	89
Gráfico 24. Porcentaje de quejas y reclamos atendidos (2011-2015) .....	89
Gráfico 25. Porcentaje de satisfacción del cliente (2011-2015).....	90
Gráfico 26. Gestión Integral de Redes de Acueducto .....	92
Gráfico 27. Optimización del sistema de potabilización (2011-2015) .....	93
Gráfico 28. Manejo Integral de Saneamiento Básico de Alcantarillado (2011-2015).....	93
Gráfico 29. Manejo integral de residuos sólidos (2011-2015) .....	94
Gráfico 30. Análisis para el servicio del acueducto .....	95
Gráfico 31. Análisis para el servicio del alcantarillado.....	96
Gráfico 32. Análisis para el servicio del aseo.....	97

## LISTA DE ANEXOS

Nota. El anexo se encuentra en la carpeta anexos del cd

ANEXO A. Resolución No. SSPD - 20101300048765 DEL 14- 12- 2010 “Por la cual se expide la Resolución Compilatoria respecto de las solicitudes de información al Sistema Único de Información - SUI de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo y se derogan las resoluciones 20094000015085, 20104000001535, 20104000006345, y 20104010018035. 2009

## RESUMEN

**TÍTULO:** DISEÑO DE UN FRAMEWORK PARA EL MANEJO DE DATOS Y CONTROL ESTADÍSTICO DE LOS PROCESOS EN LA PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PÚBLICOS E.S.P QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN, CONTROL Y TOMA DE DECISIONES\*

**AUTOR:** Jonathan Plata Martinez\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Análisis estadístico, control de información, Sistema Único de Información (SUI), datos, información, variables.

### DESCRIPCIÓN

El desarrollo de este proyecto permitirá el diseño del proceso de gestión de datos y la metodología de análisis estadístico con el fin de ser implementado en la empresa Piedecuestana de Servicios Públicos ESP, teniendo como punto de referencia la información con la que actualmente cuenta cada área de la empresa.

Este proyecto de grado desarrolló una identificación y análisis de la principal información y datos de los principales servicios (acueducto, alcantarillado y aseo) de la empresa Piedecuestana de Servicios. A partir de los resultados obtenidos de este análisis se identificaron las principales variables de control de los procesos que deben ser eje para la gerencia en la toma de las decisiones. Para el cumplimiento del objetivo se identificaron paso a paso los principales procesos de la empresa y los indicadores que reflejan la eficiencia y comportamiento de los mismos. De igual manera se analizó la conducta de los principales indicadores en los últimos cinco años con el fin de identificar la dinámica y las debilidades de los mismos. Finalmente se realizó un cruce de las principales variables de cada uno de los servicios con el fin de obtener un análisis completo.

Igualmente se verificaron los principales tópicos y la respectiva información que debe cargarse en el Sistema Único de Información (SUI) de acuerdo a lo que solicita la respectiva normativa. Se identifica las principales debilidades que han causado el incumplimiento con esta obligación de la empresa para plantear finalmente una estrategia que permita realizar esta actividad sin inconveniente.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingeniería Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director Henry Lamos Díaz

## SUMMARY

**TITLE:** DESIGN OF A FRAMEWORK FOR STATISTICAL DATA MANAGEMENT AND CONTROL PROCESSES IN THE UTILITIES E.S.P PIEDECUESTANA SERVE AS A TOOL OF MANAGEMENT, CONTROL AND DECISION-MAKING

**AUTHOR:** Jonathan Plata Martinez\*\*

**KEYWORDS:** statistical analysis, information control, Single Information System (SUI), data, information, variables.

### DESCRIPTION

The development of this project will allow the design of the process of data management and statistical analysis methodology in order to be implemented in the Enterprise Services public ESP Piedecuestana, taking as a point of reference the information that currently has every area of the company.

This project developed grade identification and analysis of the main information and data of the main services (water, sewer and toilet) Company Piedecuestana de Servicios. From the results of this analysis the main variables of process control to be hub for management in making decisions identified. To fulfill the goal step by step the main business processes and indicators that reflect the efficiency and their behavior were identified. Similarly, the behavior of the main indicators in the last five years in order to identify the dynamics and weaknesses of them was analyzed. Finally, a crossroads of the main variables of each of the services in order to obtain a complete analysis.

Also the main topics and the relevant information to be loaded into the Single Information System (SUI) in accordance with the respective regulations requesting checked. The main weaknesses that have caused noncompliance with this obligation of the company to finally devise a strategy that will allow this activity without inconvenience is identified.

---

\* Degree work

\*\* Faculty of Mechanical Engineering Physicist. School of Industrial and Business Studies. Director Henry Diaz Lamos

## INTRODUCCIÓN

El diseño de un framework para el manejo de datos y control estadístico de los procesos en la Piedecuestana de Servicios Públicos E.S.P parte de la necesidad de contar con información de cada una de las dependencias y departamentos para apoyar el proceso de planeación de las diferentes actividades en pro de la mejora de los procesos.

Actualmente la empresa se encuentra en un proceso de modernización administrativa, y se evidenció la necesidad de desarrollar el “Área Económica y Estadística SUI”, la cual tendría como objetivo la implementación y el manejo del proceso de gestión de datos y control estadístico de la información generada por las diferentes dependencias y departamentos. Además el área tiene la responsabilidad de alimentar el Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI), la cual “es una herramienta para la recolección de información cuyo responsable de establecer, administrar, mantener y operar el sistema es la Superintendencia de Servicios Públicos, dicho sistema busca centralizar las necesidades de información de los diferentes entes que intervienen en la prestación de los servicios públicos, eliminar asimetrías de información y la duplicidad de esfuerzos”<sup>1</sup>

En la actualidad la empresa presenta un atraso en el cargue de información, formatos masivos y formularios en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI) desde al año 2012. Debido a la situación antes descrita se prevé que esta obligación siga en retraso hasta que se establezca y funcione dinámicamente la nueva área que tendrá entre sus funciones este cargue de información.

---

<sup>1</sup> GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA 2016 [En Línea]. [citado 16 de junio de 2016] Disponible en: [http://www.antioquia.gov.co/XLSX/presentaci%C3%B3n\\_sui.pdf](http://www.antioquia.gov.co/XLSX/presentaci%C3%B3n_sui.pdf)

Igualmente, se identificó que los datos generados por cada una de las áreas de la empresa no son gestionados adecuadamente por lo cual no son de utilidad para la mejora continua de cada una de las mismas lo que lleva a una falta de la integridad de los datos. Se evidenció la necesidad de análisis estadístico de esta información con el fin de tener una herramienta de utilidad para el control de los procesos, el incremento de la productividad, la reducción de costos, el mejoramiento continuo y la satisfacción del cliente.

El desarrollo de este proyecto permitirá el diseño del proceso de gestión de datos y la metodología de análisis estadístico con el fin de ser implementado en la empresa Piedecuestana de Servicios Públicos ESP, teniendo como punto de referencia la información con la que actualmente cuenta cada área de la empresa.

**Tabla 1. .Cumplimiento de los objetivos**

OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
Identificar los procesos de la empresa, la secuencia e interacción de la información generada con el fin de alimentar los procesos con los datos que se requieren.	5.5.4 Áreas de Piedecuestana de Servicios ESP
Describir los componentes del proceso de manejo de datos y control estadístico mediante la definición de los indicadores de cada una de las áreas	5.5.4 Áreas de Piedecuestana de Servicios ESP
Consolidar los datos de cada una de las áreas de la empresa y realizar el análisis estadístico del comportamiento de los macro procesos: Área comercial, Área administrativa y financiera y, Área técnica.	6.1 CONSOLIDACIÓN DE DATOS
Elaborar comparativos y gráficas estadísticas del comportamiento de los servicios prestados por la empresa.	6.2 ANÁLISIS Y CONTROL DE LAS VARIABLES
Describir el plan de gestión de cargue la información requerida de la empresa en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)	6.3 PLAN DE GESTIÓN DE CARGUE DE INFORMACIÓN AL SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN (SUI)

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Piedecuestana de Servicios Públicos ESP es la empresa responsable de atender las necesidades de acueducto, alcantarillado y aseo del municipio de Piedecuesta (Santander). La misma desarrolla dentro de sus áreas de funcionamiento diferentes actividades que generan información relevante que tiene diversas funciones: reportes e informes a cargar en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI) y datos que indican el comportamiento de cada una de las áreas de la empresa.

Sin embargo en el estudio técnico realizado en el año 2015 para la modernización administrativa de la empresa se evidenció unas falencias en el manejo de datos generados por la empresa y el incumplimiento en la alimentación de los datos que se hace a través de formatos y formularios en el SUI, lo cual es compromiso de la compañía. De un lado desde el año 2012 no se realiza el cargue masivo de muchos formularios y formatos en el SUI lo cual puede ocasionar posibles sanciones por parte de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios a la compañía. Es importante señalar que de acuerdo a la Resolución Superservicios 000321 de febrero 10 de 2003 “Por la cual se expide la Resolución Compilatoria respecto de las solicitudes de información al Sistema Único de Información - SUI de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo y se derogan las resoluciones 20094000015085, 20104000001535, 20104000006345, y 20104010018035”<sup>2</sup>, es un deber de la compañía el cargue de información que actualmente se está incumpliendo.

---

<sup>2</sup>SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS. RESOLUCION No. SSPD - 20101300048765 DEL 14- 12- 2010 “Por la cual se expide la Resolución Compilatoria respecto de las solicitudes de información al Sistema Único de Información - SUI de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo y se derogan las resoluciones 20094000015085, 20104000001535, 20104000006345, y 20104010018035”[

De otro lado, la empresa no cuenta con un análisis estadístico de la información que se está generando en cada una de las áreas que la integra, lo cual no permite una dinámica de mejora continua de los procesos basado en indicadores de los mismos.

Es importante la implementación de un proceso de gestión de datos que permita realizar un análisis estadístico, lo cual tiene como base la creación de indicadores de cada una de las áreas. Igualmente la descripción del funcionamiento del proceso del Área Económica y Estadística SUI de Piedecuestana de Servicios Públicos ESP.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Para cualquier compañía el correcto manejo e interpretación de la información es la base de la eficiencia y la mejora continua de los procesos que la componen. Por lo anterior es necesario identificar e implementar técnicas de análisis de datos con el fin de tomar decisiones basadas en hechos reales y soportados que se evidencien en el resultado positivo de los procesos.

De esta manera para la empresa Piedecuestana de Servicios Públicos ESP, cuya responsabilidad esta en atender necesidades vitales (acueducto, alcantarillado, aseo) para la población del municipio de Piedecuesta es necesario el aseguramiento de información y datos que cuenten con un análisis, que permita el control de los procesos y por ende el fortalecimiento de los mismos.

Por el objeto social de la empresa y su visión empresarial requiere desarrollar procesos más eficientes y eficaces implementando acciones desde las áreas administrativa, financiera y técnica de acuerdo a los análisis de indicadores de cada una de ellas con el fin de convertirse en una compañía líder en su sector.

Este proyecto se plantea con el propósito de diseñar y desarrollar una estrategia de control de los principales indicadores de las áreas basada en el análisis estadístico de los datos correspondientes. De esta manera se pretende asegurar la mejora continua de los procesos que constituyen la empresa en busca del incremento de la eficiencia de los mismos e implementación de las acciones correctivas requeridas en los tiempos adecuados.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un framework para el manejo de datos y control estadístico de los procesos en la Piedecuestana de Servicios Públicos E.S.P que sirva como herramienta de gestión, control y toma de decisiones.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los procesos de la empresa, la secuencia e interacción de la información generada con el fin de alimentar los procesos con los datos que se requieren.
- Describir los componentes del proceso de manejo de datos y control estadístico mediante la definición de los indicadores de cada una de las áreas
- Consolidar los datos de cada una de las áreas de la empresa y realizar el análisis estadístico del comportamiento de los macro procesos: Área comercial, Área administrativa y financiera y, Área técnica.
- Elaborar comparativos y gráficas estadísticas del comportamiento de los servicios prestados por la empresa y generar cuadros resúmenes que sirvan como herramienta para generación de informes.
- Describir el plan de gestión de cargue la información requerida de la empresa en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)

## 4. MARCO DE REFERENCIA

### 4.1. MARCO DE ANTECEDENTES

Álvarez Lilián y Serrano Iván<sup>3</sup> desarrollaron un proyecto denominado “Diseño e implementación de un sistema de control estadístico en la empresa Forcol Ltda” donde realizaron un diagnóstico inicial con el fin de identificar y conocer el estado de las variables necesarias para el control estadístico de la compañía en estudio. En base a esta información se diseñó bajo la metodología seis sigma, una herramienta estadística para el manejo y transformación de datos en un instrumento clave de control de proceso y de toma de decisiones. Para alcanzar los objetivos propuestos desde el inicio del proyecto fue necesario identificar las características más importantes y críticas para la calidad y que eran necesarios controlar. En el mismo sentido realizaron un proceso de selección del control estadístico que se ajustara a las necesidades de la empresa.

Los autores determinaron una serie de pasos necesarios para plantear un control estadístico de los datos claves para el proceso de la empresa en estudio con el fin de poder monitorearlo eficientemente y alcanzar una dinámica de mejora continua. Este trabajo de grado describe las actividades fundamentales para implementar un control estadístico de datos de un proceso de una compañía.

---

<sup>3</sup> ÁLVAREZ, Lilián; SERRANO, Iván. Diseño e implementación de un sistema de control estadístico en la empresa Forcol Ltda. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Universidad Industrial de Santander-UIS. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

De otro lado, Carro, Roberto y González<sup>4</sup>, Daniel en su documento denominado “Control Estadístico de Procesos” describen que el objetivo de esta actividad es lograr predecir las variables de un proceso en el tiempo. A su vez, definen las cinco características de calidad importantes para el mejoramiento continuo y en las cuales se debe centrar el control estadístico de los procesos para medir y/o comparar los resultados obtenidos con las especificaciones dadas. En el desarrollo de este documento se amplía el propósito de los informes de los controles estadísticos a la gerencia de las empresas como un análisis de los cambios en los procesos o de las variaciones de los mismos. Se explora las técnicas de control estadístico de los procesos de acuerdo a los requerimientos de cada uno de ellos y se determina el papel que desempeñan en la toma de decisiones. Con el estudio de cada una de las técnicas mencionadas se tiene una base de las gráficas de control que se pueden implementar de acuerdo a los datos a analizar y los objetivos de la empresa.

Castro Gyobany<sup>5</sup> en su tesis de grado “Evaluación de Control Estadístico para el proceso de Enfriamiento con Chiller, en planta de beneficio de aves para el consumo humano en Pimpollo S.A.S Pereira”, evalúa el estado de control estadístico del proceso mencionado identificando las fallas responsables de no conformidades en el producto. Él determinó las causas y consecuencias de ineficiencias en el control estadístico. En relación con lo anterior es preciso tomar en cuenta los factores que afectan el manejo de datos y en si mismo el análisis en base a herramientas estadísticas de los mismos. Se debe definir la metodología de control estadístico de la empresa en estudio de acuerdo a los procesos que existan en la misma, al diagnóstico

---

<sup>4</sup> CARRO, Roberto; GONZÁLEZ, Daniel. Control Estadístico de Procesos. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales

<sup>5</sup> CASTRO, Gyobany. Evaluación de Control Estadístico para el proceso de Enfriamiento con Chiller, en planta de beneficio de aves para el consumo humano en Pimpollo S.A.S Pereira. Universidad Industrial de Santander-UIS. Facultad de Ciencias. Escuela de Matemáticas

de los datos que se generan en cada uno de los mismos y se debe ajustar a las necesidades y objetivos de la misma.

## 4.2. MARCO TEÓRICO

**4.2.1 Importancia del manejo de datos.** EL uso eficiente de la información depende de la manera en que se almacena, organiza y accede a los datos. Una transmisión adecuada de la información depende de la habilidad de la organización para administrar los datos como un recurso importante. Para un manejo eficiente de los datos se debe centrar en dos retos<sup>6</sup>:

- *Obstáculos organizacionales para un entorno de base de datos.* Implementar una base de datos requiere un cambio organizacional general en el rol de la información y de los gerentes de la información, en la asignación de poder en los niveles directivos, en la propiedad y compartición de la información y en los patrones de orden organizacional. Un sistema de manejo de datos desafía las estructuras de poder existentes en una organización y por esa razón con frecuencia genera una resistencia política. En un entorno tradicional de archivos cada departamento construía archivos y programas para satisfacer sus necesidades específicas. Con un manejo de datos se busca que la información se construya tomando en cuenta el interés de toda la organización en los datos.
- *Integrar y garantizar la calidad de los datos.* El proceso de un manejo de datos adecuado en una organización puede ser un proceso largo y costoso. Las organizaciones deben prevenir fuertes gastos para integrar, fusionar y estandarizar sus datos para que pueda dar servicio a toda la compañía. Con frecuencia, las organizaciones deben consumir un tiempo

---

6 LAUDON, Kenneth; LAUDON Jane. Sistemas de Información Gerencial. Octava Edición Pearson Education .2008.

considerable en fusionar, limpiar y estandarizar los datos con el fin de eliminar inconsistencias, redundancias y errores que suelen surgir cuando diferentes procesos y diferentes áreas funcionales almacenan y conservan datos que se superponen.

Un sistema efectivo de información da a los usuarios información oportuna, exacta e importante. Cuando la información es ordenada y conservada adecuadamente, los usuarios pueden acceder y recuperar con facilidad la información que necesitan. Unos datos bien administrados, ordenados con todo cuidado, facilitan la obtención de datos para la toma de decisiones empresariales, mientras que unos datos administrados con descuido conducen a un caos en el procesamiento de datos, costos altos, un pobre desempeño y muy poca, si acaso, flexibilidad.

En la mayoría de las organizaciones, los sistemas tendían a crecer de manera independiente y sin ajustarse a un plan grande. Cada área funcional tendía a desarrollar sistemas de manera separada de las demás áreas funcionales.

Desde luego, para operar, cada aplicación requería sus propios datos, archivos y sus propios programas. En la compañía como un todo, este proceso conducía a múltiples datos creados, conservados y operados por divisiones o departamentos separados. Los problemas resultantes son: la redundancia de datos, dependencia de programas, inflexibilidad, una pobre seguridad de datos, y la incapacidad de compartir datos entre aplicaciones.

#### **4.2.2 Conceptos y fundamentos estadísticos**

- **Distribución Normal o Campana de Gauss.**

“La distribución normal es desde luego la función de densidad de probabilidad “estrella” en estadística. Depende de dos parámetros: la media

( $\mu$ ) y la desviación ( $\sigma$ ). Tiene una forma acampanada (de ahí su nombre) y es simétrica respecto a  $\mu$ . Llevando múltiplos de  $\sigma$  a ambos lados  $\mu$ , se encuentra con que el 68% de la población está contenido en un entorno  $\pm 1 \sigma$  (desviación) alrededor de  $\mu$ , el 95% de la población está contenido en un entorno  $\pm 2 \sigma$  (desviación) alrededor de  $\mu$  y que el 99,73% está comprendido en  $\pm 3 \sigma$  (desviación) alrededor de  $\mu$ <sup>7</sup>.”

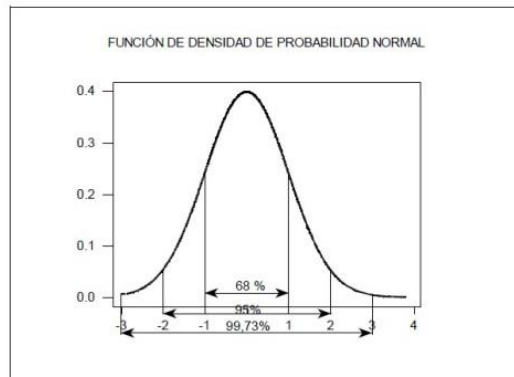
Esta distribución de probabilidad normal tiene como principales características:

- La curva normal tiene forma de campana y un solo pico en el centro de la distribución. De esta manera, la media aritmética, la mediana y la moda de la distribución son iguales y se localizan en el pico. Así, la mitad del área bajo la curva se encuentra a la derecha de este punto central y la otra mitad está a la izquierda de dicho punto.
- La distribución de probabilidad normal es simétrica alrededor de su media.
- La curva normal desciende suavemente en ambas direcciones a partir del valor central. Es asintótica, lo que quiere decir que la curva se acerca cada vez más al eje X pero jamás llega a tocarlo. Es decir, las “colas” de la curva se extienden de manera indefinida en ambas direcciones.

---

<sup>7</sup> ÁLVAREZ, Borrego. Josué. Control Estadístico de Procesos. México. [En Línea]. [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: [http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5507/MANUAL\\_CURSO\\_CONTROLESTADISTICODEPROCESOS.pdf?sequence=1](http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5507/MANUAL_CURSO_CONTROLESTADISTICODEPROCESOS.pdf?sequence=1)

### Gráfico 1. Función de densidad de Probabilidad Normal.



Fuente. RUIZ Arturo; ROJAS Falcó. Control Estadístico de Procesos 1. Apuntes De Clase. Madrid, Marzo 2006. [en Línea]. [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: [http://web.cortland.edu/matresearch/Control Procesos.pdf](http://web.cortland.edu/matresearch/Control%20Procesos.pdf)

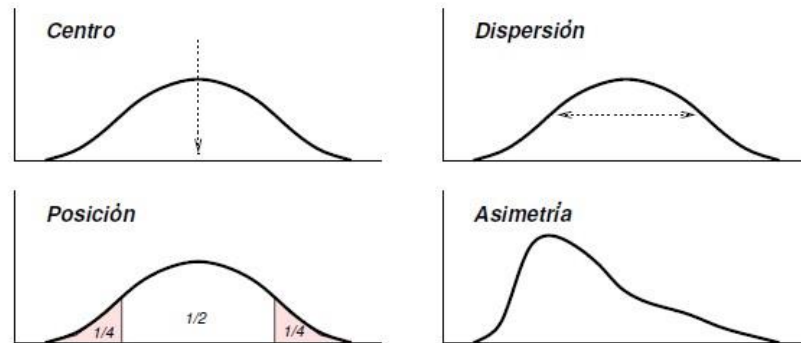
- **Describiendo y resumiendo datos.**

Dado un grupo de datos organizados en una distribución de frecuencias (o bien una serie de observaciones sin ordenar), se pretende describir mediante dos o tres cantidades sintéticas.

En este sentido pueden examinarse varias características, siendo las más comunes:

- a. La tendencia central de los datos
- b. La dispersión o variación con respecto a este centro
- c. Los datos que ocupan ciertas posiciones.
- d. La simetría de los datos.
- e. La forma en la que los datos se agrupan.

**Gráfico 2. Medidas representativas de un conjunto de datos estadísticos.**



Fuente. RUIZ Arturo; ROJAS Falcó. Control Estadístico de Procesos 1. Apuntes De Clase. Madrid, Marzo 2006. [en Línea]. [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: [http://web.cortland.edu/matresearch/Control Procesos.pdf](http://web.cortland.edu/matresearch/Control%20Procesos.pdf)

- **Estadísticos de tendencia central**

Las tres medidas más usuales de tendencia central son:

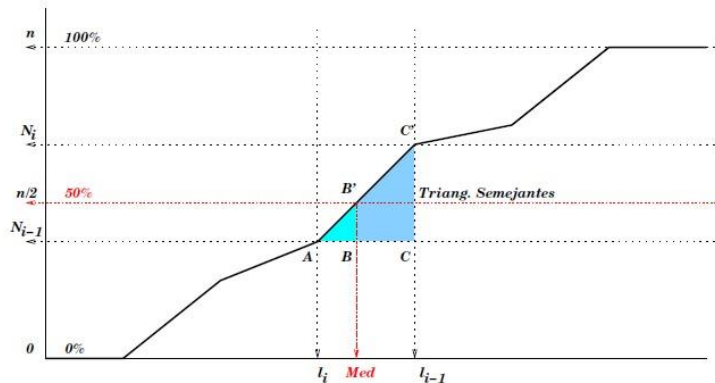
**a. La media (x)**

La media aritmética de una variable estadística es la suma de todos sus posibles valores, ponderada por las frecuencias relativas de los mismos.

**b. La mediana**

La mediana estadística es el número central de un grupo de números ordenados por tamaño. Se llama **mediana**,  $M_{ed}$  al primer valor de la variable que deja por debajo de sí al 50% de las observaciones.

**Gráfico 3. Cálculo geométrico de la mediana.**



Fuente. RUIZ Arturo; ROJAS Falcó. Control Estadístico de Procesos 1. Apuntes De Clase. Madrid, Marzo 2006. [en Línea]. [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: [http://web.cortland.edu/matresearch/Control Procesos.pdf](http://web.cortland.edu/matresearch/Control%20Procesos.pdf)

En el caso de variables continuas, las clases vienen dadas por intervalos, y aquí la fórmula de la mediana se complica un poco más (pero no demasiado): Sea  $(L_{j-1}, l_j]$  el intervalo donde se ha encontrado que por debajo están el 50% de las observaciones. Entonces se obtiene la mediana a partir de las frecuencias absolutas acumuladas, mediante interpolación lineal (teorema de Tales) como sigue (figura 3):

$$\frac{CC'}{AC} = \frac{BB'}{AB} \implies \frac{n_i}{a_i} = \frac{\frac{n}{2} - N_{i-1}}{M_{ed} - l_{i-1}}$$

$$\implies M_{ed} = l_{i-1} + \frac{\frac{n}{2} - N_{i-1}}{n_i} \cdot a_i$$

Esto equivale a decir que la mediana divide al histograma en dos partes de áreas iguales a 1/2.

Propiedades de la mediana. Entre las propiedades de la mediana, se destacan las siguientes:

- ✓ Como medida descriptiva, tiene la ventaja de ser más estable por las observaciones extremas, ya que no depende de los valores que toma la variable, sino del orden de las mismas. Por ello es adecuado su uso en distribuciones asimétricas.
- ✓ Es de cálculo rápido y de interpretación sencilla.
- ✓ A diferencia de la media, la mediana de una variable discreta es siempre un valor de la variable que se estudia
- ✓ Para averiguar la mediana de un grupo de números: Ordena los números según su tamaño. Si la cantidad de términos es impar, la mediana es el valor central. Si la cantidad de términos es par, suma los dos términos del medio y divide por 2

**c. La moda.**

Se define la moda como cualquier máximo relativo de la distribución de frecuencias, es decir, cualquier valor de la variable que posea una frecuencia mayor que su anterior y su posterior. De la moda se destacan las siguientes propiedades: Es muy fácil de calcular. Puede no ser única.

**4.2.3 Control estadístico de procesos.** “El control Estadístico de Procesos es un conjunto de técnicas estadísticas destinadas a hacer un seguimiento, en tiempo real, de la calidad que ofrece un proceso. El resultado de dicho proceso puede ser un artículo o un servicio”.<sup>8</sup>

Para llevar a cabo el control estadístico se definen la o las variables que estén relacionadas con la calidad del servicio o producto de la empresa. El uso de estas técnicas estadísticas inició en los procesos industriales y a lo largo del tiempo se han desarrollado con gran éxito y utilidad en todos los

---

<sup>8</sup> LOMBARDERO, Luis; GONZÁLEZ, Carmen. Control Estadístico de Procesos. Bureau Veritas Formación, S.A. [en línea] [citado 20 de junio de 2016] Disponible en: [https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC17\\_Control\\_estadistico\\_procesos.pdf](https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC17_Control_estadistico_procesos.pdf)

procesos que conforman las organizaciones de fabricación de producto o de prestación de servicios.

“El Control Estadístico de Procesos, CEP, también conocido por sus siglas en inglés SPC (Statistical Process Control), es un instrumento de gestión que, comparando el funcionamiento del proceso con unos límites establecidos estadísticamente, permite implantar y garantizar los objetivos deseados bajo la filosofía de la prevención. A la vez, permite conseguir, mantener y mejorar procesos estables y capaces “<sup>9</sup>

A continuación se presentan algunas definiciones importantes del control estadístico:

- *Descripción.* El método general es prescriptivo y descriptivo, no es analítico. Al controlar estadísticamente los procesos no se trata de moldear la distribución de datos reunidos en un proceso dado. Lo que se trata es de controlar el proceso con ayuda de reglas de decisión que localicen discrepancias apreciables entre los datos observados y las normas del proceso que se controla. Se dice que un proceso está bajo control estadístico cuando sólo se producen variaciones debidas a causas comunes. En otras palabras el objetivo y razón del control Estadístico de Procesos es ayudar a identificar las causas especiales que producen variaciones en el proceso y suministrar información para tomar decisiones.
- *Aplicaciones.* Se aplica a todo: a las cosas, a las personas y a los actos. Determina y analiza rápidamente las causas que pueden originar desviaciones para que no vuelvan a presentarse en el futuro. Existen cuatro factores que deben ser considerados al aplicar el proceso de

---

<sup>9</sup> LOMBARDERO, Luis; GONZÁLEZ, Carmen. Control Estadístico de Procesos. Bureau Veritas Formación, S.A. [en línea] [citado 20 de junio de 2016] Disponible en: [https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC17\\_Control\\_estadistico\\_procesos.pdf](https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC17_Control_estadistico_procesos.pdf)

control: cantidad, tiempo, costo y calidad. Su aplicación incide directamente en la racionalización de la administración y consecuentemente, en el logro de la productividad de todos los recursos de la empresa. Este control estadístico se puede aplicar en todos los tipos de empresas donde se tiene un conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos.

- *Ventajas.* El control estadístico presenta las siguientes ventajas:
  - ✓ Localiza los sectores responsables de la administración, desde el momento en que se establecen medidas correctivas.
  - ✓ Proporciona información acerca de la situación de la ejecución de los planes, sirviendo como fundamento al reiniciarse el proceso de la planeación.
  - ✓ Reduce costos y ahorra tiempo al evitar errores.
  - ✓ Determinar las causas asignables a este comportamiento y atacarlas y de esta manera mantener el proceso en control.
  - ✓ Son herramientas de dirección que permiten:
    - a. Identificar en la muestra inicial del proceso las observaciones atípicas, a fin de excluirlas una vez detectadas las causas asignables y no tomarlas en consideración para estimar los parámetros del proceso.
    - b. Detectar a tiempo anomalías en el proceso, tanto por corrimientos de la media, como incrementos en la desviación por encima de sus límites naturales, para impedir la producción de piezas fuera de especificación.
  - ✓ Economía en la realización de la investigación y la rapidez en la obtención de resultados.
  - ✓ El aumento creciente de calidad de los productos.
  - ✓ La desviación puede ser identificable y posible de eliminar.

- ✓ Adopción de decisiones a corto y largo plazo. Las decisiones a corto plazo se dan cuando se inicia una labor de investigación como resultado de un síntoma de anomalía indicado por el control estadístico. Las decisiones a largo plazo son consecuencia de una decisión de incluir o excluir ciertos datos en el estándar y los límites de control futuro.
- ✓ Proporciona evidencias para investigar la causa de malos resultados.
- ✓ La mayor ventaja es el de detectar un deterioro no deseado del proceso. El deterioro puede obedecer a múltiples causas. Es fácil detectar y ajustar el tipo de deterioro que pasa a uno de otro nivel.
- *Posibles perjuicios del control estadístico de proceso.* Si no se utilizan o interpretan adecuadamente los gráficos de control o se toman datos erróneos se puede tener una gran ineficiencia en el control estadístico de proceso. Si se toma un muestreo del proceso existe un cierto porcentaje de error y de confiabilidad en todos esos elementos de muestra.

#### **a. Variación**

Todos los procesos presentan tareas repetitivas en las que se presentan variaciones implícitas que pueden ser grandes o pequeñas y que difícilmente se pueden eliminar. El concepto de variación es aplicable a todos los procesos (producción, administrativos, operativos que conforman una compañía sea en la elaboración de un producto o la prestación de un servicio. La mejora de la calidad está basada en el análisis y reducción de la variación.

De esta manera, la variación detectada en un proceso es la suma de las variaciones real y la de la medida. La variación real es intrínseca del proceso y es debida a factores no controlados. Por otro lado, la variabilidad de la medida se da debido a que no existe un sistema de medición perfecto.

A continuación se describirán las principales causas de la variación:

- ✓ Causas no asignables o aleatorias. Es de naturaleza aleatoria debido a que no se puede atribuir a una causa única, sino que es el resultado de efectos combinados de muchas causas. Son variaciones naturales del proceso y el proceso tiene un comportamiento estable en el tiempo y las características de salida se pueden predecir.
- ✓ Causas Asignables o Especiales. Aparecen ocasionalmente en los procesos de forma que ocasionan efectos definidos y cuando son anuladas se elimina la variación. Estas causas pueden producir variaciones significativas en los datos del proceso que le den inestabilidad y sobre el cual no se pueda predecir la homogeneidad de las características de la salida. Se caracterizan por constar de una o pocas causas relevantes, ser inadvertidas en el tiempo, pueden aparecer nuevamente, actúan en un punto específico del proceso. Entre ejemplos de estas causas se puede mencionar desajustes en máquinas, fallos en controles, errores humanos.

Es importante señalar que una misma variable puede afectar de manera diferente cada proceso.

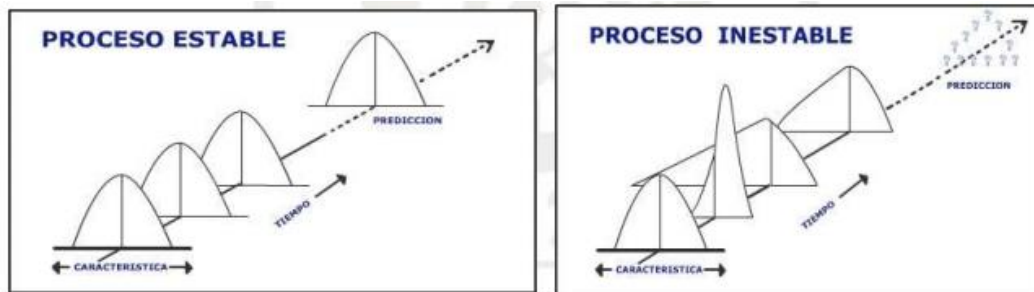
#### **b. Estabilidad de un proceso**

Las variaciones dadas por las causas aleatorias y especiales así como su intensidad ocasionan procesos estables o inestables.

- ✓ Proceso Estable. Es el que se da cuando únicamente se presentan variaciones por causas aleatorias. En este caso el proceso se encuentra bajo control.
- ✓ Proceso Inestable. Es que se da como resultado de la variación ocasionada por causas especiales.

“Si, al tomar los valores de un proceso, se asume que el comportamiento de los datos corresponde a una distribución normal, se puede representar el proceso mediante una campana de Gauss. A continuación, se representa un proceso estable y uno inestable a través de estas curvas de normalidad. Para ambos casos, la característica de estudio viene representada con la curva de distribución normal y el gráfico interpreta cómo varía ésta con el tiempo”.<sup>10</sup>

**Figura 1. Curvas de Normalidad de un Proceso Estable y un Proceso Inestable.**



Fuente. BUREAU VERITAS FORMACIÓN, S.A Control Estadístico de Procesos. [en línea] [citado 20 de junio de 2016] Disponible en: [https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC17\\_Control\\_estadistico\\_procesos.pdf](https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC17_Control_estadistico_procesos.pdf)

Para un proceso estable, se podrá predecir la pauta de comportamiento del proceso con el tiempo. Para un proceso inestable, es una incertidumbre conocer su comportamiento a lo largo del tiempo

### **c. Proceso bajo control**

Se puede decir que un proceso se encuentra bajo control es decir es estable si solo presenta variaciones por causas aleatorias y si se eliminan constantemente las causas especiales de manera que no existe variación por las mismas.

<sup>10</sup> LOMBARDEO, Luis; GONZÁLEZ, Carmen. Control Estadístico de Procesos. Bureau Veritas Formación, S.A. [en línea] [citado 21 de junio de 2016] Disponible en: [https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC17\\_Control\\_estadistico\\_procesos.pdf](https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC17_Control_estadistico_procesos.pdf)

Es importante mencionar que un proceso bajo control estadístico es consistente con su comportamiento, pero no necesariamente que el producto o servicio cumpla con lo especificado.

Existen unos límites de control para los procesos denominados:

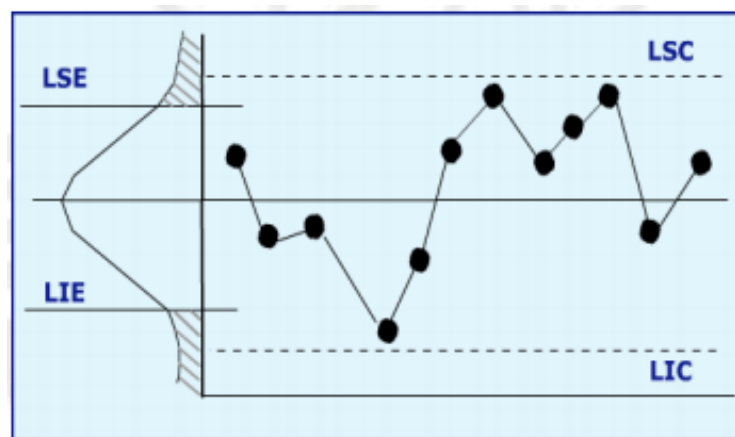
- ✓ LSC: Límite de Control Superior
- ✓ LIC: Límite de Control Inferior

Por su lado las compañías establecen los límites de especificaciones:

- ✓ LSE = límite superior de especificación
- ✓ LIE = límite inferior de especificación.

El proceso está bajo control, porque los datos se encuentran dentro de los límites de control establecidos para el proceso, pero no cumple las especificaciones, ya que los límites no cubren toda la curva de datos, de forma que quedarían elementos fuera de ella.

**Figura 2. Límites de Control y Especificaciones.**



Fuente. BUREAU VERITAS FORMACIÓN, S.A Control Estadístico de Procesos. [en línea] [citado 20 de junio de 2016] Disponible en: [https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC17\\_\\_Control\\_\\_estadistico\\_\\_procesos.pdf](https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC17__Control__estadistico__procesos.pdf)

Un proceso bajo control tiene dos características importantes:

- ✓ Baja Variabilidad. Si el proceso funciona bajo control, la variabilidad debe ser pequeña.
- ✓ Predictibilidad. El efecto de las variaciones será de forma aproximada constante, donde ninguna causa de variación domina sobre las demás. De esta forma, el conjunto de efectos dará una variación estable que será fácil de poder estimar a partir de un conjunto de datos históricos. Así, por ejemplo, aunque la calidad final de una pieza concreta no sea predecible, si podrá predecirse la calidad en su conjunto.

Ningún proceso se encuentra de forma espontánea bajo control y conseguir esto es lo que se propone con el control de procesos, de forma que se consigan eliminar las causas especiales para ello.

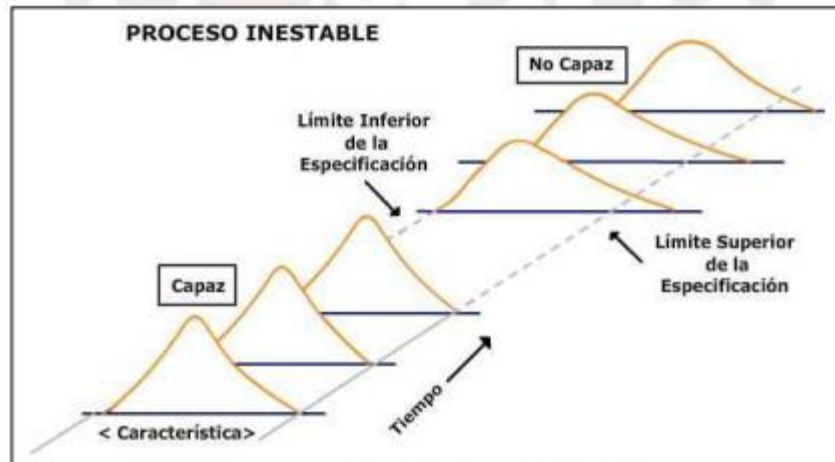
Las principales ventajas de un proceso bajo control son:

- ✓ Conocimiento de la capacidad a la que trabaja el proceso
- ✓ Predecir el comportamiento del proceso
- ✓ Mejorar el proceso
- ✓ Utilizar el proceso bajo control como modelo para las otras áreas.

#### **d. Capacidad de un proceso**

Un proceso es capaz respecto a una característica determinada si las distribuciones estadísticas de las medias de la misma están dentro de los límites de especificación. La capacidad del proceso, es la determinación de si dicho proceso es capaz de satisfacer las especificaciones que generalmente se establecen con el cliente, dada la variación natural de éste.

**Figura 3. Capacidad de un proceso**



Fuente. BUREAU VERITAS FORMACIÓN, S.A Control Estadístico de Procesos. [en línea] [citado 20 de junio de 2016] Disponible en: [https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC17\\_Control\\_estadistico\\_procesos.pdf](https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC17_Control_estadistico_procesos.pdf)

Por capacidad se entiende una medida de dispersión. Se toma como valor 6 veces la desviación típica del proceso,  $\sigma$ :

$$\text{Capacidad} = 6 \sigma$$

Si el proceso está en estado de control, es decir, no presenta causas especiales, y los datos que se tomen de él siguen una distribución Normal con  $N(\mu, \sigma)$ , el intervalo  $\mu \pm 3\sigma$ , correspondiente a una longitud  $6\sigma$ , recoge el 99.73% de la población.

Aunque se trabaja considerando  $6\sigma$  como la capacidad óptima de un proceso, hoy en día, para muchos procesos, este porcentaje es considerado a menudo como insuficiente, tomándose como capacidad del proceso 8, 10, o incluso 12 veces la desviación típica.

### e. Índices de Capacidad

En la mayoría de los procesos se desea comparar un producto o servicio con un conjunto de especificaciones. Estas especificaciones denominadas generalmente límites de especificación, están determinadas por la propia organización o por el cliente. Algunas veces un producto se fabrica sin especificaciones previas, entonces se habla de límites de tolerancia naturales para el proceso. La capacidad del proceso,  $6\sigma$ , es una medida de la dispersión natural de la variable que mide la calidad del producto o servicio. El intervalo  $6\sigma$  es el que se corresponde con las tolerancias naturales del proceso. Como ya se ha comentado, bajo normalidad, el 99,73% de la población estará dentro del intervalo  $6\sigma$  centrado en la media del proceso, por lo que, en este caso, la capacidad del proceso sí es una medida representativa del porcentaje de población aceptable, pero no dice nada sobre si dicha calidad se ajusta o no a las especificaciones. Los índices de capacidad permiten analizar la variabilidad del proceso con relación a estos requisitos o especificaciones comparando la capacidad del proceso con estos requisitos.

A continuación se muestran los índices de capacidad más habituales. Para la interpretación de los índices, se supondrá que la variable de interés se distribuye normalmente.

- ✓ **Índice de Capacidad Cp.** También se denomina índice de variabilidad porque este índice de capacidad sólo considera variaciones, sin tener en cuenta si el proceso está o no centrado con respecto a la media. Se calcula según la fórmula:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

Este índice compara la relación entre el intervalo de especificaciones, LSE Y LIE, y una medida de la variación del proceso como es la capacidad natural del proceso,  $6\sigma$ .

Valores inferiores a 1 indican que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones, obteniéndose valores fuera del intervalo especificado. Valores ligeramente superiores a 1 indican que, si el proceso está perfectamente centrado, se producirá un número muy pequeño de unidades defectuosas, que, sin embargo, aumentará si el proceso se descentra. Lo recomendable es obtener valores superiores a 1.33 correspondiente a una capacidad  $6\sigma$ .

- ✓ **Índice de Capacidad Cpi.** Se denomina índice de capacidad unilateral inferior, en inglés abreviado como Cpl. Se calcula según la fórmula:

$$C_{pi} = \frac{\mu - LIE}{3\sigma}$$

Este índice mide la relación entre el intervalo comprendido entre la media del proceso  $\bar{X}$ , y el límite inferior de especificación, LIE, y  $3\sigma$ , para una capacidad de  $6\sigma$ . Se suele utilizar cuando el intervalo de especificación es unilateral y sólo existe límite de especificación inferior.

- ✓ **Índice de Capacidad Cps.** Se denomina índice de capacidad unilateral superior, en inglés se utiliza la abreviatura Cpu. Se calcula según la fórmula:

$$C_{ps} = \frac{LIE - \bar{X}}{3\sigma}$$

Este índice mide la relación entre el intervalo comprendido entre la media del proceso  $\bar{X}$ , y el límite superior de especificación, LSE, y  $3\sigma$ , calculado para una capacidad igual a  $6\sigma$ . Se suele utilizar cuando el intervalo de especificación es unilateral y sólo existe límite de especificación superior

- ✓ **Índice de Capacidad Cpk.** Se denomina índice de descentramiento relativo. La letra k se identifica con el coeficiente de descentralización, luego, este coeficiente se utiliza para calcular el índice de capacidad en procesos no centrados. El índice de capacidad Cpk no sólo mide la variación del proceso respecto a un intervalo especificado sino también la ubicación del proceso respecto a la media. Se define como el menor valor encontrado entre el índice de capacidad unilateral superior, Cps, y el inferior, Cpi. Viene definido por:

$$Cpk = \text{Min} \frac{LSE - \bar{X}}{3\sigma}, \frac{\bar{X} - LIE}{3\sigma}$$

Este índice tiene en cuenta: la media del proceso, la variación del proceso, las especificaciones.

Se podrán dar dos casos: el proceso está centrado si  $Cpk=Cp$ , el proceso no está centrado si  $Cpk<Cp$ .

Si  $Cpk<Cp$  implica que en las condiciones actuales se está produciendo más de un 0.27% de defectos, para capacidad de proceso igual a  $6\sigma$ .

El análisis de la capacidad de un proceso tiene como objetivos, relacionándolo con los límites de especificación establecidos: definir si el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones establecidas a través de los índices de capacidad, cuantificar la variación del proceso, analizar la

variación respecto a las especificaciones del producto, reducir en lo posible la variación, modificando o revisando el proceso

**4.2.4 Técnicas estadísticas para el control de procesos.** Las técnicas estadísticas utilizadas para realizar un seguimiento en tiempo real, de la calidad de un proceso productivo son conocidas como Control Estadístico de Procesos, o control de proceso en línea. El control de calidad en línea o control estadístico de procesos produce mayores beneficios:

- ✓ Al vigilar continuamente el funcionamiento del proceso reduce la fabricación de productos defectuosos.
- ✓ El control de producto terminado tiene poca capacidad de generar información útil para ajustar y mejorar el proceso. Mediante el control estadístico de proceso se puede saber en qué momento se empezó a desajustar el proceso, por lo que se puede analizar las circunstancias que llevaron al desajuste para que no vuelvan a ocurrir.

La herramienta más utilizada dentro del control estadístico de procesos son los gráficos de control.

Los gráficos de control se pueden clasificar en:

- ✓ Gráficos de control por variables.
- ✓ Gráficos de control por atributos.
- ✓ Gráficos de control por el número de defectos.

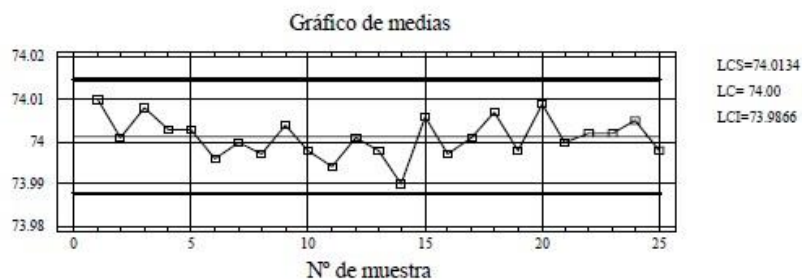
**a. Gráficos de Control por variables**

Se supone que la variable de calidad del proceso es una variable continua. Partiendo de que cuando el proceso está bajo control la variable de calidad,  $X$ , se distribuye normalmente

$$X ; N(\mu, \sigma)$$

- Gráficos de Medias y Rangos (o desviaciones). El objetivo de los gráficos de control por variables es controlar el proceso para que no se vaya de control, es decir, controlar el proceso para detectar la presencia de causas asignables. Para ello se toman muestras del proceso periódicamente y se representa, en dos diferentes gráficos: La media muestral, el rango muestral (o la desviación típica muestral).

#### Gráfico 4. Gráfico de medias.



Fuente. RUIZ Arturo; Rojas Falcó. Control Estadístico De Procesos. Madrid, Marzo 2006[en línea] [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: <http://web.cortland.edu/matresearch/ControlProcesos.pdf>

#### Gráfico 5. Gráfico de rangos.



Fuente. RUIZ Arturo; Rojas Falcó. Control Estadístico De Procesos. Madrid, Marzo 2006[en línea] [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: <http://web.cortland.edu/matresearch/ControlProcesos.pdf>

Si la media muestral o el rango muestral (o la desviación) se sale de los gráficos (cuando un punto se sale de los límites establecidos por las líneas gruesas) entonces se tiene una evidencia estadística de que la media o la

variabilidad del proceso han cambiado, es decir, el proceso está fuera de control.

En los gráficos de medias se detectan cambios en la media o variabilidad del proceso.

En los gráficos de rangos (o de desviaciones) se detectan cambios en la variabilidad del proceso.

- Gráficos de  $\bar{X}$  y R (ó S) ( $\mu, \sigma$  conocidas)
  - ✓ Gráfico de medias. Si que cuando el proceso está bajo control

$$X ; N(\mu, \sigma)$$

Entonces

$$\bar{X} ; N\left(\mu, \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

Así

$$p\left(\mu - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \bar{X} \leq \mu + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) = 0.997$$

Si se observa una media y no está dentro de ese intervalo puede deberse a:

- El proceso esté bajo control y se halla extraído una muestra cuya media esté fuera de ese intervalo.
- El proceso esté fuera de control.

La primera razón es poco probable, sólo el 3 por mil de las muestras tienen media muestral fuera de ese intervalo, luego se supone que el proceso está fuera de control, es decir, ha cambiado la media o la varianza, o ambas.

Si para una muestra su media no pertenece al intervalo  $(\mu - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \mu + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}})$  se tiene evidencia estadística de que el proceso está fuera de control.

Gráfico de control de medias

$$LCS \text{ (limite de control superior)} = \mu + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$LC \text{ (linea central)} = \mu$$

$$LCI \text{ (limite de control inferior)} = \mu - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

✓ Gráfico de Rangos. Se supone que  $R = \text{rango muestral} = X_{\max} - X_{\min}$  es un estimador sesgado de la desviación típica

$$E(R) = d_2\sigma$$

$$Var(R) = d_3^2\sigma^2$$

donde  $d_2$  y  $d_3$  son constantes que dependen del tamaño de la muestra y su valor está tabulado y su distribución es aproximadamente normal, luego si el rango muestral está fuera del intervalo

$$(d_2\sigma - 3d_3\sigma, d_2\sigma + 3d_3\sigma) = (D_1\sigma, D_2\sigma)$$

hay evidencia estadística de que la variancia del proceso ha variado.

Gráfico de control de rangos

$$LCS = D_2\sigma$$

$$LC = d_2\sigma$$

$$LCI = D_1\sigma$$

- Sensibilidad del gráfico X

Se ha definido, anteriormente, el gráfico de control para las medias (supuesto conocido la media y la variancia del proceso en estado de control)

$$LCS = \mu + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$LC = \mu$$

$$LCI = \mu - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Esta regla se denomina de las 3 sigmas y es común en todos los gráficos de control estándares.

Con el gráfico de medias así definido se puede cometer dos errores, representados en la siguiente tabla

**Tabla 2. Tabla de decisión**

	decisión	
	bajo control	fuera de control
bajo control	-	Error I
fuera de control	Error II	-

Fuente. RUIZ Arturo; Rojas Falcó. Control Estadístico De Procesos. Madrid, Marzo 2006[en línea] [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: <http://web.cortland.edu/matresearch/ControlProcesos.pdf>

Error I: Se dice que los parámetros del proceso han cambiado cuando en realidad no se han modificado, falsa alarma.

Error II: Se dice que el proceso no ha cambiado cuando en realidad si se ha modificado.

Al establecer los límites 3 sigma se puede calcular la probabilidad de falsa alarma, es decir la probabilidad del error I:

$$\begin{aligned}
 p(\text{error I}) &= p(\text{decir que esta fuera de control} / \text{esta bajo control}) = \\
 &= 1 - p\left(\mu - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \bar{X} \leq \mu + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} / X ; N(\mu, \sigma) = \right. \\
 &= 0.003
 \end{aligned}$$

Si se quiere reducir la probabilidad de falsa alarma se puede aumentar el intervalo más allá de 3 sigma, dando un valor  $K > 3$ , los límites se establecen en

$$\mu \pm K \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Lógicamente esto presenta un inconveniente, que es: si el proceso cambia y sale fuera de su estado de control, la probabilidad de que los puntos caigan dentro de los límites, y por tanto, equivocarse aceptando que el proceso está bajo control, también es mayor.

- Tamaño muestral

Habitualmente el tamaño muestral está entre 4 y 10, siendo muy habitual en la industria tomar muestras de tamaño 4 o 5. Cuanto mayor sea el tamaño muestral más probabilidad de detectar cambios pequeños en el proceso.

- Frecuencia de muestreo

Consiste en determinar cada cuanto tiempo se toman las muestras. Depende fundamentalmente del coste de inspección, del coste de producir artículos defectuosos, de la probabilidad de cambio en el estado de control del proceso y, también, del índice de capacidad del proceso.

- Gráficos de X y R (ó S) ( $\mu$ ,  $\sigma$  desconocidas)

Cuando el proceso lleva funcionando un periodo largo (años) es aceptable suponer conocidos los valores de  $\mu$ ,  $\sigma$ , en otras ocasiones esto no es así y los valores de los parámetros del proceso en situación de control deben estimarse con los datos disponibles. Si se supone que se dispone de K muestras, cada una de tamaño n, que se han tomado todas ellas con el

proceso bajo control y durante un periodo suficientemente largo en el cual han intervenido todas las fuentes de variabilidad natural.

**Tabla 3. Tabla de gráficos**

N muestra	observaciones	media	rango	desviación
1	$x_{11}, \dots, x_{1n}$	$\bar{x}_1$	$R_1$	$\hat{S}_1$
2	$x_{21}, \dots, x_{2n}$	$\bar{x}_2$	$R_2$	$\hat{S}_2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$k$	$x_{k1}, \dots, x_{kn}$	$\bar{x}_k$	$R_k$	$\hat{S}_k$

Fuente. RUIZ Arturo; ROJAS Falcó. Control Estadístico De Procesos. Madrid, Marzo 2006[en línea] [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: <http://web.cortland.edu/matresearch/ControlProcesos.pdf>

✓ Estimación

$$\hat{\mu} = \bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \dots + \bar{x}_k}{k}$$

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k * d_2} \text{ (utilizando los rangos)}$$

$$\hat{\sigma} = \frac{\widehat{S}_T}{c_4} = \frac{\hat{S}_1 + \hat{S}_2 + \dots + \hat{S}_k}{k * c_4} \text{ (utilizando las desviaciones corregidas)}$$

✓ Gráficos de control, utilizando las estimaciones. Sustituyendo las estimaciones en las fórmulas de las líneas del gráfico de control para el caso de  $\mu$  y  $\sigma$  conocidos se obtiene:

✓ Si utilizo rangos

gráfico de medias	gráfico de rangos
$LCS = \bar{\bar{x}} + 3\frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$	$LCS = \bar{R} + 3d_3\frac{\bar{R}}{d_2} = \bar{R}(1 + 3\frac{d_3}{d_2}) = D_4\bar{R}$
$LC = \bar{\bar{x}}$	$LC = \bar{R}$
$LCI = \bar{\bar{x}} - 3\frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$	$LCI = \bar{R} - 3d_3\frac{\bar{R}}{d_2} = \bar{R}(1 - 3\frac{d_3}{d_2}) = D_3\bar{R}$

- ✓ Si utilizo desviaciones

gráfico de medias	gráfico de desviaciones
$LCS = \bar{\bar{x}} + 3 \frac{\widehat{S}_T}{c_4 \sqrt{n}}$ $LC = \bar{\bar{x}}$ $LCI = \bar{\bar{x}} - 3 \frac{\widehat{S}_T}{c_4 \sqrt{n}}$	$LCS = \widehat{S}_T + 3 * \frac{\widehat{S}_T}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} = (1 + 3 \frac{\sqrt{1 - c_4^2}}{c_4}) \widehat{S}_T = B_4 \widehat{S}_T$ $LC = \widehat{S}_T$ $LCI = \widehat{S}_T - 3 * \frac{\widehat{S}_T}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} = (1 - 3 \frac{\sqrt{1 - c_4^2}}{c_4}) \widehat{S}_T = B_3 \widehat{S}_T$

- Determinación de la capacidad del proceso

A continuación se muestra un procedimiento iterativo que se utiliza para garantizar (al menos de forma aproximada) que las muestras empleadas para hacer la estimación de parámetros corresponden al proceso en estado de control.

Pasos:

- ✓ Se toman k muestras (k entre 20 o 30) de tamaño n (n entre 4 o 5).
- ✓ Se estiman los parámetros

$$\widehat{\mu} = \bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \dots + \bar{x}_k}{k}$$

$$\widehat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k * d_2} \text{ (utilizando los rangos)}$$

$$\widehat{\sigma} = \frac{\widehat{S}_T}{c_4} = \frac{\widehat{S}_1 + \widehat{S}_2 + \dots + \widehat{S}_k}{k * c_4} \text{ (utilizando las desviaciones corregidas)}$$

- ✓ Se construyen los gráficos de control.
- ✓ Representar los rango (o desviaciones corregidas) observados en el gráfico de rangos (o desviaciones corregidas). Si algún punto se encuentra fuera de los límites de control, eliminar la muestra del conjunto. En este caso volver al paso 2 para recalcular las estimaciones de los parámetros con el conjunto modificado de muestras. Si todos los puntos están dentro del gráfico de control ir al paso siguiente
- ✓ Representar las medias en el gráfico de medias construido en el paso 3. Si algún punto se encuentra fuera de los límites de control, eliminar la muestra del conjunto. En este caso volver al paso 2 para recalcular las

estimaciones de los parámetros con el conjunto modificado de muestras. Si todos los puntos están dentro del gráfico de control ir al paso siguiente.

- ✓ Con las observaciones restantes, estimar los parámetros y contrastar la normalidad de las observaciones.
  
- Interpretación de los gráficos de control.

Lo que se debe esperar en un gráfico de control es una distribución de puntos aleatorios alrededor de la línea central, patrón no aleatorio o natural, por ejemplo:

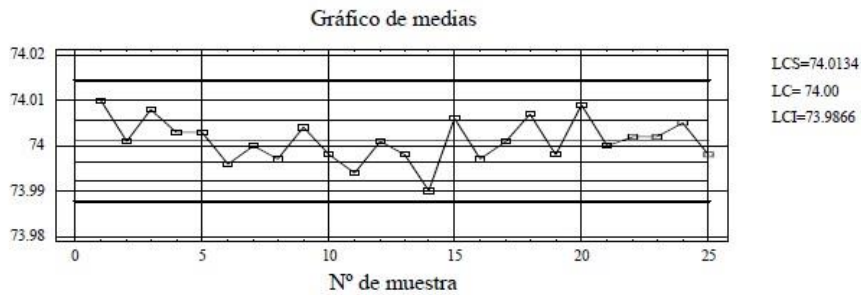
### Gráfico 6. Gráfico de Control



Fuente. RUIZ Arturo; Rojas Falcó. Control Estadístico De Procesos. Madrid, Marzo 2006[en línea] [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: <http://web.cortland.edu/matresearch/ControlProcesos.pdf>

El objetivo principal del gráfico de control es determinar cuando un proceso está fuera de control de manera que es necesaria la acción de ajuste. La regla principal es tomar como indicación de falta de control cuando un punto se sale fuera de los límites. Para definir estas reglas entre los límites de control se añaden líneas de aviso equiespaciadas, a distancia de una desviación típica.

## Gráfico 7. Gráfico de Medias



Fuente. RUIZ Arturo; Rojas Falcó. Control Estadístico De Procesos. Madrid, Marzo 2006 [en línea] [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: <http://web.cortland.edu/matresearch/ControlProcesos.pdf>

Regla 1: el proceso está fuera de control si un punto se sale de los límites de control.

Regla 2: (2 de 3): un proceso se considera fuera de control si de tres puntos consecutivos, dos están más allá de la línea de aviso de  $2\sigma$ .

Regla 3: (4 de 5): un proceso se considera fuera de control si de cinco puntos consecutivos, cuatro están a más allá de la línea de aviso de  $\sigma$ .

Regla 4: (racha) el proceso está fuera de control si ocho o más puntos consecutivos están en una mitad del gráfico.

Regla 5: (tendencia): Ocho puntos consecutivos o más en ascenso (o descenso)

- Gráficos de medias móviles

El gráfico de control es relativamente insensible a pequeños cambios en la media del proceso. Se ha sugerido diversas modificaciones y criterios suplementarios con el fin de mejorar su capacidad para detectar cambios pequeños. La media móvil de alcance  $w$  en el momento  $t$  se define como

$$M_t = \frac{\bar{x}_t + \bar{x}_{t-1} + \dots + \bar{x}_{t-w+1}}{w}$$

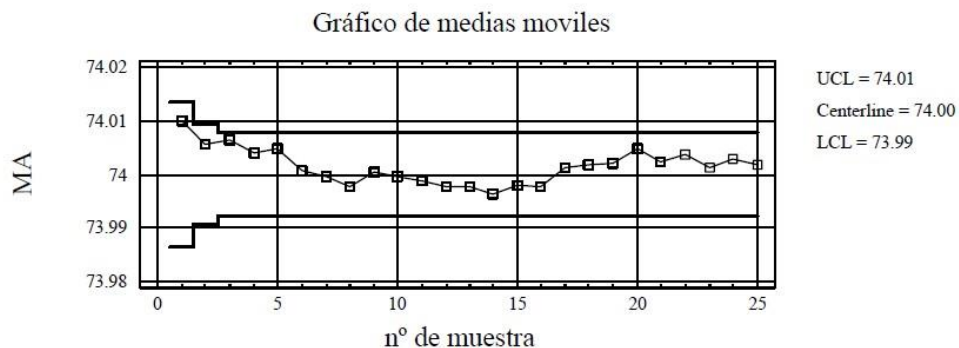
(es decir, en el momento t se suprime la media muestral más antigua y se añade la más reciente. Como se utiliza más observaciones es más fácil detectar pequeños cambios en el sistema)

Como

$$E(M_t) = \mu$$

$$Var(M_t) = \frac{1}{w} \frac{\sigma^2}{n}$$

### Gráfico 8. Gráfico de Medias Móviles



Fuente. RUIZ Arturo; Rojas Falcó. Control Estadístico De Procesos. Madrid, Marzo 2006[en línea] [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: <http://web.cortland.edu/matresearch/ControlProcesos.pdf>

#### **b. Gráficos de control por atributos**

Muchas características de calidad no se pueden representar en forma conveniente por números. En tales ocasiones, cada artículo o producto es inspeccionado y suele clasificarse como conforme o disconforme con las especificaciones para tal característica de calidad (defectuoso o no defectuoso).

Si el proceso de producción está en control estadístico. Sea X una variable aleatoria que indica si un artículo producido es o no defectuoso.

$$X = \begin{cases} 1 & \text{si el artículo es defectuoso} \\ 0 & \text{si el artículo no es defectuoso} \end{cases}$$

Si el proceso de producción está bajo control estadístico (no actúan causas asignables) entonces

X: Bernoulli (p)

(p es la proporción de artículos defectuosos cuando el proceso está bajo control). Defino, la capacidad del proceso como 1-p.

Si en el proceso de producción intervienen n causas asignables la proporción de elementos defectuosos aumenta. El objetivo de los gráficos de control por atributos es detectar rápidamente la presencia de causas asignables en el proceso.

Se toman muestras en periodos regulares de tiempo y se representan en el gráfico de control por atributos, este gráfico puede ser de dos formas:

- ✓ Gráfico de número de defectos en la muestra de tamaño n (si representa el número de defectos).
- ✓ Gráfico de proporción de defectos en la muestra (si representa la proporción de defectos en la muestra).

**c. Gráfico de número de defectuosos (p conocida)**

Sea r el número de defectuosos en la muestra r ; b(n, p) cuando el proceso está bajo control  $\square$  r;  $N(np, \sqrt{np(1-p)})$  proceso está bajo control y n es grande.

gráfico de control por n° de defectuosos

$$LCS = np + 3\sqrt{np(1-p)}$$

$$LC = np$$

$$LCI = np - 3\sqrt{np(1-p)}$$

- Estudio inicial (capacidad del proceso)

A continuación se muestra un procedimiento iterativo que se utiliza para garantizar (al menos de forma aproximada) que las muestras empleadas para hacer la estimación de parámetros corresponden al proceso en estado de control.

Pasos:

- ✓ Se toman k muestras (k al menos 25) de tamaño n (n mayor que 50).

- ✓ Se estiman los parámetros

$$\hat{p} = \frac{r_1 + r_2 + \dots + r_k}{k * n}$$

- ✓ Se construyen el gráfico de control.
- ✓ Representar en el gráfico el número de defectuosos en cada muestra. Si algún punto se encuentra fuera de los límites de control, eliminar la muestra del conjunto. En este caso volver al paso 2 para recalcular las estimaciones de los parámetros con el conjunto modificado de muestras. Si todos los puntos están dentro del gráfico de control ir al paso siguiente.
- ✓ Al encontrarse todas las muestras dentro del gráfico se supone que todas han sido tomadas cuando el proceso estaba bajo control. De esta forma se estima la capacidad del proceso como  $1 - \hat{p}$ .

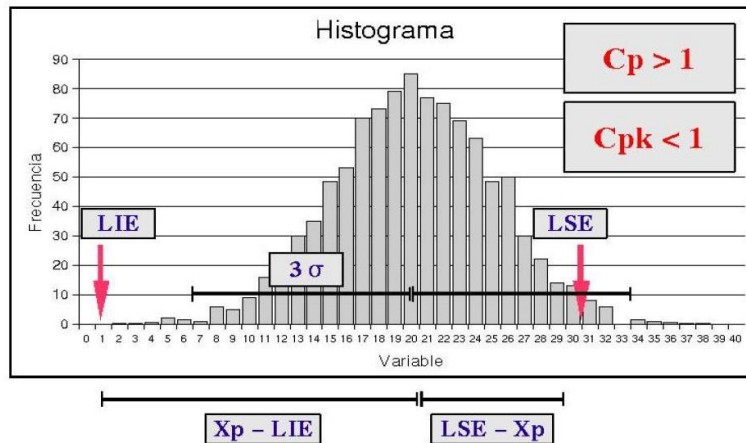
**4.2.5 Aplicaciones estadísticas en administración de calidad y productividad.** Antes de aplicar cualquier técnica estadística, es necesario establecer algunas hipótesis bajo las cuales se va a desarrollar el análisis. En primer lugar, vamos a suponer que la característica de calidad (Variable aleatoria) es continua y de distribución normal. En segundo lugar, se

considera que el proceso está bajo control estadístico, es decir que la variabilidad se debe solamente a un sistema constante de causas aleatorias (No intervienen causas asignables).

Al realizar una sucesión de mediciones de la característica de calidad sobre muestras del producto fabricado, se encuentra que los valores fluctúan alrededor de un valor central. Esto es lo que se llama la fluctuación natural y esperable del proceso. Esta variación de la característica de calidad medida se debe a un conjunto muy grande de causas que afectan el proceso, cuyo efecto individual es pequeño y que actúan en forma aleatoria (Sistema constante de causas aleatorias). La fluctuación natural del proceso es inherente al mismo y no puede eliminarse, sólo puede reducirse realizando modificaciones al proceso mismo, lo cual significa, como ya se ha dicho, trabajar con otro proceso. La fluctuación natural de un proceso puede cuantificarse a través de la desviación estándar del mismo, con la cual se puede calcular Límites de Tolerancia Natural del proceso. Se debe insistir en que estos límites no pueden fijarse voluntariamente, dependen del proceso y de las variables no controlables del mismo. Generalmente se toma un rango para la fluctuación natural de 6 sigmas.

a. **Histograma de Frecuencias**. Para analizar la capacidad del proceso se puede utilizar un histograma de frecuencias. Si se dispusiera de todos los datos del universo para la característica de calidad medida y se hiciera un histograma este permitiría tener una idea exacta de la fluctuación natural del proceso. Como esto es imposible, es necesario tomar un cierto número de mediciones (Mínimo 100-200) y efectuar con ellas un histograma de frecuencias.

## Gráfico 9. Histograma de Frecuencias



Fuente. RUIZ Arturo; Rojas Falcó. Control Estadístico De Procesos. Madrid, Marzo 2006[en línea] [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: <http://web.cortland.edu/matresearch/ControlProcesos.pdf>

Este es el histograma de una muestra y por lo tanto es sólo una estimación del verdadero histograma del universo. Si se representa en las abscisas los Límites de Especificación del producto, se puede ver gráficamente si el proceso tiene aptitud (Capacidad) para fabricar dicho producto.

Para cuantificar la Capacidad de Proceso se utilizan coeficientes que permiten comparar el rango de especificaciones con la fluctuación natural del proceso. Uno de ellos es  $C_p$ .

$$C_p = \frac{LT_2 - LT_1}{6\sigma}$$

Otros autores lo escriben como

$$C_p = \frac{(LSE - LIE)}{6 * \sigma}$$

Si el proceso tiene capacidad para fabricar el producto, entonces  $C_p > 1$ . En general se exige  $C_p > 1.30$  para mayor seguridad.

Este coeficiente tiene el inconveniente de que para poder aplicarlo, el centro de gravedad del rango de especificaciones debe coincidir con la tendencia central de las mediciones del proceso. Cuando esto no ocurre se emplea el  $C_{pk}$ :

$$C_{pk} = \frac{\Delta}{3 * \sigma}$$

Donde

$$\Delta = \text{Mínimo entre } [LSE - \bar{X}] \text{ y } [\bar{X} - LIE]$$

En el gráfico se puede observar que una buena parte del producto está por encima del Límite Superior de Especificación (LSE). Aun así resulta  $C_p > 1$ , indicando erróneamente que el proceso tiene capacidad suficiente. En este caso se debe usar el segundo coeficiente que muestra claramente que el proceso no tiene capacidad suficiente ( $C_{pk} < 1$ ), tal como se puede observar en el gráfico.

El uso de un histograma para analizar la capacidad de un proceso tiene la ventaja de que se puede apreciar la forma de la distribución, con lo cual se puede confirmar o rechazar la hipótesis de que la misma es normal. Pero el problema es que no se puede detectar la presencia de patrones no aleatorios, con lo cual no es posible confirmar o rechazar la hipótesis de que el proceso está bajo control estadístico. Si el proceso no está bajo control estadístico los resultados del análisis de la capacidad de proceso no serán válidos y pueden llevar a conclusiones equivocadas.

Otra manera de analizar la capacidad de un proceso es por medio de los gráficos de control.

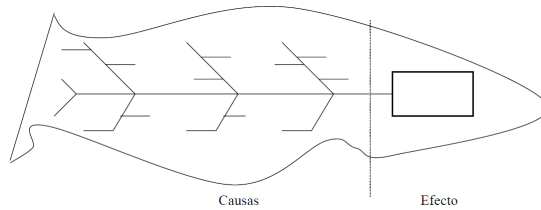
**b. El Diagrama de Pareto.** El diagrama de Pareto consiste en un método gráfico para determinar cuáles son los problemas más importantes de una determinada situación y por consiguiente, las prioridades de intervención. Permite identificar los factores o problemas más importantes en función de la premisa de que pocas causas producen la mayor parte de los problemas y muchas causas carecen de importancia relativa. Para la construcción del diagrama de Pareto se procede según las fases que son las siguientes:

- ✓ Decidir cómo clasificar los datos
- ✓ Elegir el período de observación
- ✓ Obtener los datos y ordenarlos
- ✓ Preparar los ejes cartesianos del diagrama
- ✓ Diseñar el diagrama

Los defectos se ordenan en forma similar a la tabla, en orden de mayor a menor frecuencia.

**c. El Diagrama Causa-Efecto.** Este diagrama se utiliza para representar la relación entre algún efecto y todas las causas posibles que lo pueden originar. Todo tipo de problema, como el funcionamiento de un motor o una lámpara que no enciende, puede ser sometido a éste tipo de análisis. Generalmente, se lo presenta con la forma del espinazo de un pez, de donde toma el nombre alternativo de Diagrama de espina de pescado. También se lo llama de Diagrama de Ishikawa que es quién lo impulsó.

**Figura 4. Diagrama causa-efecto**



Fuente. RUIZ Arturo; Rojas Falcó. Control Estadístico De Procesos. Madrid, Marzo 2006[en línea] [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: <http://web.cortland.edu/matresearch/ControlProcesos.pdf>

Los diagramas de causa efecto se construyen para ilustrar con claridad cuáles son las posibles causas que producen el problema. Un eje central se dirige al efecto. Sobre el eje se disponen las posibles causas. El análisis causa-efecto, es el proceso mediante el que se parte de una definición precisa del efecto que se desea estudiar.

Posteriormente, se disponen todas las causas que pueden provocar el efecto.

A las causas conviene agruparlas por tipos, al modo de ejemplo las originadas por motivos eléctricos, otras por elementos mecánicos, hidráulicos, etc. Cada grupo se dispone en un subeje.

La construcción de este diagrama presenta un esquema gráfico que permite efectuar un análisis de las causas que influyen sobre el efecto objeto de estudio.

El análisis causa-efecto puede dividirse en tres etapas:

- ✓ Definición del efecto que se desea estudiar.

- ✓ Construcción del diagrama causa-efecto.
- ✓ Análisis causa-efecto del diagrama construido.

La definición del efecto que se desea estudiar representa la base de un eficaz análisis.

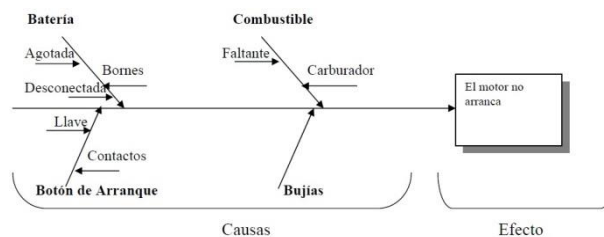
Efectivamente, siempre es necesario efectuar una precisa definición del efecto objeto de estudio. Cuanto más definido se encuentre éste, tanto más directo y eficaz podrá ser el análisis de las causas. Así si el motor del automóvil no arranca, ¿cuáles pueden ser las causas de la falta de arranque? Evidentemente, las causas posibles pueden ser múltiples. Si se definiera el efecto como el motor no arranca cuando está muy frío y el vehículo se encuentra a la intemperie, en este caso el análisis será más preciso y se está eliminando una serie de causas que no corresponden a la situación del vehículo.

Invirtiendo el razonamiento se puede decir que cuando más indefinido se exprese el efecto que se desea estudiar, tanto más amplio e indeterminado será el diagrama causa-efecto y por lo tanto, más vago y de mayor complejidad el análisis y resolución del problema. Cuando se tiene bien definido el efecto que se desea estudiar, se puede proceder a las dos fases sucesivas si se tiene la prudencia de separar la fase segunda construcción del diagrama de la fase tercera análisis y valoración de las diversas causas.

De este modo es posible garantizar que la definición de las posibles causas sea innovadora y creativa, mientras que el análisis crítico de las causas debe ser lo más realista posible. En realidad cuanto más ideas y sugerencias contenga el diagrama causa-efecto, tanto más eficaz será para la determinación de la causa o las causas, ya que el problema puede ser originado por más de una.

- ✓ Construcción del diagrama causa-efecto. La construcción del diagrama causa-efecto se inicia escribiendo el efecto que se desea estudiar en el lado derecho de una hoja de papel. A ello debe seguir la búsqueda de todas las posibles causas que sobre él influyen. Para esa búsqueda se pueden seguir tres métodos, que se diferencian por la forma en que se realizan. Son los siguientes: Método de la Clasificación de las Causas, Método por Fases del Proceso, Método por Enumeración de las Causas.

**Figura 5. Ejemplo de construcción Diagrama causa-efecto**



Fuente. RUIZ Arturo; Rojas Falcó. Control Estadístico De Procesos. Madrid, Marzo 2006[en línea] [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: <http://web.cortland.edu/matresearch/ControlProcesos.pdf>

**d. Método Brainstorming.** Este método Brainstorming que traducido a nuestro idioma significa “Tormenta de Ideas” consiste básicamente en que todos los participantes expongan sus ideas, que las mismas sean anotadas, luego comentadas, para finalmente llegar a conclusiones. Para llevar a cabo ésta actividad es conveniente establecer un orden de prioridades, y seguir los siguientes pasos:

- ✓ Nombrar a un moderador del grupo, quien debe asegurar que todos comprendan el problema. Será el encargado de observar que se anoten las ideas que se propongan, en un lugar visible, preferentemente construyendo el diagrama.

- ✓ Antes de iniciar la propuesta de ideas dar 5 a 6 minutos en silencio pensando en el problema en forma individual.
- ✓ Por turnos, cada miembro enuncia una idea. No se permiten comentarios ni críticas. En ésta etapa sólo pueden intervenir el encargado de anotar las ideas y a quien le corresponde el turno.
- ✓ Cuando alguno de los participantes no tenga idea para sugerir el moderador esperará poco tiempo y pasará al turno de quien continua. Cuando las ideas hayan comenzado a agotarse -aproximadamente a los 30 minutos-, el grupo analiza y discute las ideas anunciadas. Las ideas duplicadas o relacionadas se agrupan. Se pueden descartar las ideas que no tienen fundamento serio, siempre sin realizar críticas.
- ✓ De todas las ideas se analizan cuáles pueden ser las más probables. Se puede aplicar el diagrama de Pareto y sobre las causas que concentran la atención realizar un relevamiento de datos.

En algunos casos la causa puede estar en más de alguna categoría, según la decisión del grupo se la dispone por mayoría en las distintas categorías o en la que se considere más indicada.

La revisión directa del diagrama puede impulsar al grupo a decidir una profundización de la investigación en un área determinada.

- e. **Método de las 5 M.** Conforme al presente método se procede a analizar el problema y a definir las posibles causas, generalmente este proceso se realiza con el grupo de trabajo encargado de la resolución del problema. Para la aplicación de este método se sigue un orden para considerar las causas de los problemas, partiendo de la premisa que estas, están agrupadas según cinco criterios y por ello se denomina de las 5 M.

Las M corresponden a:

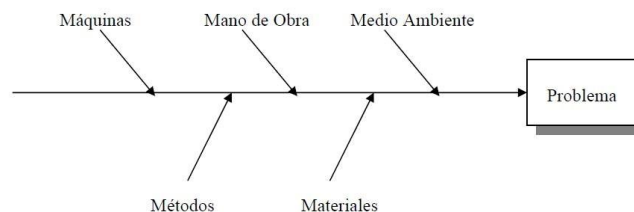
- ✓ Máquinas
- ✓ Mano de Obra

- ✓ Métodos
- ✓ Materiales
- ✓ Medio Ambiente

Las 5 M suelen ser generalmente un punto de referencia que abarca casi todas las principales causas de un problema, por lo que constituyen los brazos principales del diagrama causa-efecto.

- Estructura Básica de las 5 M. A continuación se puede proceder una “Lluvia o Tormenta de Ideas” – Brainstorming que consiste en generar tantas ideas como sea posible dejando que el pensamiento creativo de cada persona del grupo las exponga libremente.
- Las subdivisiones en base a las 5 M, además de organizar las ideas estimulan la creatividad. En ésta fase quienes intervienen deben liberarse de preconceptos, en caso contrario se puede condicionar la búsqueda a las soluciones que ya se han propuesto o probado y que no han aportado la solución. Las causas sugeridas se incluyen situándolas en el brazo correspondiente.

**Figura 6. Estructura Básica de las 5 M**



Fuente. RUIZ Arturo; Rojas Falcó. Control Estadístico De Procesos. Madrid, Marzo 2006[en línea] [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: <http://web.cortland.edu/matresearch/ControlProcesos.pdf>

f. **Procedimientos Básicos para Analizar los Problemas.** Antes de investigar un problema, es fundamental asegurarse de que se lo comprende perfectamente. Esto supone definir los síntomas del problema y comprender el proceso que lo provoca., así se evita desperdiciar esfuerzos innecesariamente. Cuando se comprende y define un problema se ha avanzado bastante en su resolución.

Las herramientas que más se utilizan para ayudar a definir un problema son las listas de comprobación y los diagramas de flujo.

**Tabla 4. Lista de comprobación**

¿Qué?	¿Cuál es el problema? ¿Qué se ha observado?
¿Quién?	¿Quién interviene en el problema? ¿Quién está antes o después del problema en el flujo de trabajo?
¿Dónde?	¿Dónde se manifiesta? ¿Dónde se origina?
¿Cuándo?	¿En qué ocasión aparece? ¿En qué momentos y por cuánto tiempo?
¿Cómo?	¿Cómo se manifiesta? ¿Con cuánta frecuencia ocurre? ¿Cuál es la importancia del problema? ¿Cuál es la importancia en tiempo perdido? ¿Cuál es la importancia en costos? ¿Cuál es la importancia en cuanto a la frecuencia?
¿Por qué?	¿Por qué ocurre el problema? <b>Pregunta clave que se debe responder.</b>

Fuente. RUIZ Arturo; Rojas Falcó. Control Estadístico De Procesos. Madrid, Marzo 2006[en línea] [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: <http://web.cortland.edu/matresearch/ControlProcesos.pdf>

Este tipo de consideraciones centra la atención sobre el problema, y contribuye a dar cohesión al grupo de trabajo.

### 4.3. MARCO HISTÓRICO

La Empresa Piedecuestana de Servicios Públicos Domiciliarios de Piedecuesta “Piedecuestana de Servicios Públicos E.S.P.” dio inicio a sus labores en febrero de 1998; creada mediante Decreto 172 del 17 Diciembre

1997 expedido por la Alcaldía Municipal de Piedecuesta dando cumplimiento al Acuerdo Municipal 057 de 1997, que facultaba al alcalde municipal para constituir una empresa industrial y comercial para la prestación de los servicios públicos domiciliarios, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 142 de 1994 <sup>11</sup>.

El principal motivo de la autoridad local del momento para conformar la empresa fue las altas tarifas de acueducto que se manejaban en ese momento por lo cual se solicitó realizar el estudio respectivo, luego del cual consideró crear una empresa con capital de municipio para que administrara los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo para el municipio de Piedecuesta.

Piedecuesta hace parte del área metropolitana de Bucaramanga conformada por Floridablanca y Girón. La Villa de los Caballeros está ubicada al sur del departamento de Santander a veinte kilómetros, aproximadamente, de la ciudad capital. Tiene un área total de 47.022 kilómetros cuadrados, de los cuales 46.950 pertenecen al área rural, centros poblados rurales y sectores suburbanos, los restantes 972 kilómetros son de uso urbano. En Piedecuesta hay 92.144 habitantes en el casco urbano y 24.425 en el sector rural, según datos suministrados por la Secretaría de Planeación de la Alcaldía Municipal.<sup>12</sup>

La empresa Piedecuestana de Servicios Públicos ESP es una empresa Industrial y Comercial del Estado del orden municipal que presta los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo. Se ha centrado en la prestación de forma continua y eficiente de los servicios públicos

---

<sup>11</sup> PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PÚBLICOS ESP. Plan Estratégico de Gestión 2012-2015. [http://www.piedecuestanaesp.gov.co/pds/images/Control\\_Interno\\_/plan\\_gestion/CAP\\_1\\_DIRECCIONA\\_MIENTO ESTRATEGICO.pdf](http://www.piedecuestanaesp.gov.co/pds/images/Control_Interno_/plan_gestion/CAP_1_DIRECCIONA_MIENTO ESTRATEGICO.pdf)

<sup>12</sup> Ibid

domiciliarios triple A (acueducto, alcantarillado y aseo) a la población de Piedecuesta.

El 17 de diciembre de 1997 bajo la autorización del alcalde Miguel Ángel Santos se expide el Decreto 172 de conformidad con la Ley 142 de 1994 y el Acuerdo 057 de 1997 para la creación de la Empresa Municipal de Servicios Públicos Domiciliarios de Piedecuesta ESP.: Piedecuestana de Servicios Públicos.

Bajo la gerencia fundadora de Álvaro Pedraza, la empresa es administrada desde las oficinas de hacienda en el palacio municipal con grandes limitaciones, poco tiempo después se traslada a la casa donde hoy se alza el nuevo edificio administrativo sobre la calle octava con carrera doce.

La Piedecuestana gradualmente obtuvo la administración de los servicios públicos. Inició con el servicio de aseo, en 1998 al contratar directamente con la cooperativa Coprogresamos, grupo operativo del servicio de aseo hasta entonces con el Municipio. Un tiempo después, el acueducto de Bucaramanga, antes EMPOSAN, hace entrega del sistema de acueducto, mientras la CDMB hereda las redes de alcantarillado.

El modelo de contratación utilizado desde el nacimiento de la institución es bajo el sistema de outsourcing. De igual forma, estrategias conjuntas como el trabajo en equipo, motivan a la comunidad a poner un recurso, mientras la Piedecuestana da la otra parte, jalonando así el crecimiento y compromiso de los ciudadanos en la construcción de ciudad.

Desde su fundación esta entidad ha tenido como slogan: La Empresa de todos. La orientación estratégica de la empresa de servicios públicos ha estado a cargo de: Álvaro Pedraza Ortiz (febrero 5 de 1998 a marzo 30 de 2000); Leonel Enrique Herrera (abril 1 de 2000 a octubre 31 de 2000); Álvaro

Fuentes (Noviembre 2 de 2000 a enero 15 de 2001); Héctor Julio Medina (Enero 15 de 2001 a diciembre 31 de 2001); Oscar Martín Jaimes Osma (Enero 2 de 2002 a agosto 10 de 2003); Lina Betty Quiroga Navas (agosto 10 de 2003 a diciembre 31 de 2003); Ingeniero Humberto Prada González (Enero 2 de 2004 a diciembre de 2007); Gabriel Abril Rojas (Enero 3 de 2008 a marzo 18 de 2010); Carlos Fernando Landazábal (Marzo 18 de 2010 a Diciembre 31 de 2011) y Cesar Toloza Núñez .

Quince años después brinda a Piedecuesta una empresa sólida en desarrollo, con la Responsabilidad Social de administrar eficientemente los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.

La principal estrategia para la transformación ha sido el «compromiso de equipo con una continua irrigación de las políticas desde los altos mandos a cada una de las personas que conforman, directa e indirectamente, la empresa de todos, fortaleciendo la prestación de los servicios y, con ello, la imagen corporativa de la institución. Aunque la estructura organizacional se mantiene, el grupo humano ha crecido en relación a la demanda, el crecimiento y expansión de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Así mismo, el portafolio de servicios presenta más opciones a la comunidad, como el grupo humano que la conforma.

## 4.4. MARCO LEGAL

### 4.4.1. Reglamentación Aplicable

- **Ley 142 de 1994. SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS.** <sup>13</sup>Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. Es la ley marco a través de la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía pública fija básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural.
- **Ley 689 del 2001. SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN SUI.**<sup>14</sup> Asignó a la SSPD la función de establecer, administrar, mantener y operar un sistema “único” de información (SUI). El SUI se ha consolidado como el Sistema Único de Información de servicios públicos, asegurando la calidad, integridad y oportunidad de la información, convirtiéndose en la fuente natural para consultas y herramienta clave para el ejercicio de las funciones de Vigilancia y Control de la Superintendencia de Servicios Públicos.

---

<sup>13</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.. Ley 142 DE 1994 (julio 11) Diario Oficial No. 41.433 de 11 de julio de 1994 Servicios Públicos Domiciliarios Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones [en línea] [citado 25 de junio de 2016] disponible en: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/670382/LEY142DE1994.pdf/68f0c21d-fd78-4242-b812-a6ce94730bf1>

<sup>14</sup> GIRALDO CASTAÑO Beatriz. Sistema Único De Información SUI. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. [en línea] [citado 25 de junio de 2016] disponible en:[http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/7/43997/sspd\\_sui.pdf](http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/7/43997/sspd_sui.pdf)

**4.4.2. Entes de Control.** Los entes de control que se aseguran que las empresas que prestan servicios públicos domiciliarios cumplan con la reglamentación son los siguientes<sup>15</sup>:

- **SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS – SSP.** Es un organismo de carácter técnico. Creado por la constitución de 1.991 para que, por delegación del Presidente de la República de Colombia ejerza el control, la inspección y la vigilancia de las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios. Por tal razón la empresa Piedecuestana de Servicios Públicos ESP - PDS, rinde informes periódicos y se rige a la normatividad que esta entidad establece
- **COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO – CRA.** Es una entidad de orden nacional creada para regular para regular los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo en Colombia, según mandato legal y con funciones delegadas del Presidente de la República.
- **ALCALDÍA MUNICIPAL DE PIEDECUESTA.** La Alcaldía Municipal de Piedecuesta como ente territorial regula de forma local la prestación y actividad de la empresa Piedecuestana de Servicios Públicos ESP.
- **PERSONERÍA MUNICIPAL DE PIEDECUESTA.** Es la entidad encargada por preservar el bienestar y cumplimiento de los derechos de los ciudadanos de Piedecuesta en relación al cumplimiento de las obligaciones de las entidades públicas.

---

<sup>15</sup> PIEDECUESTANA DE SERVICIOS ESP. Entes De Control Mecanismos de Control Extremo [en línea] [citado 25 de junio de 2016] disponible en:<http://www.piedecuestanaesp.gov.co/pds/index.php/planeacion/entes-de-control>

- **CONTRALORÍA GENERAL DE SANTANDER – CGS.** La Contraloría General de Santander es un órgano de control del Departamento de carácter técnico, con autonomía administrativa y presupuestal para administrar sus asuntos, en los términos y en las condiciones establecidas en la Constitución y en las leyes.

#### **4.5. ESTADO DEL ARTE**

El objetivo de diseñar un framework para el manejo de datos y control estadístico de los en la Piedecuestana de Servicios Públicos E.S.P requiere que describir los principales componentes de esta compañía.

**4.5.1. Funciones de la compañía.** El acuerdo No 002 de 2006 a través del cual se reforman los estatutos de la empresa municipal de servicios públicos domiciliarios de Piedecuesta ESP, define las funciones de la empresa<sup>16</sup>:

- Captar, almacenar, tratar, conducir, distribuir y comercializar agua potable, tanto en su red de distribución así como la producción, comercialización y venta de agua ozonizada y microfiltrada en sus diferentes presentaciones.
- Proteger las cuencas hidrográficas de las cuales se surte la empresa desarrollando un programa de conciencia ecológica y ambiental en las áreas de influencia, llegando a la compra de predios.
- Recibir, conducir, tratar y disponer las aguas servidas en los términos y condiciones fijados por las normas para estos servicios.
- Recoger, conducir, regular y manejar las aguas lluvias y las aguas superficiales.

---

<sup>16</sup> PIEDECUESTANA DE SERVICIOS ESP. Entes De Control Mecanismos de Control Extremo [en línea] [citado 25 de junio de 2016] disponible en:<http://www.piedecuestanaesp.gov.co/pds/index.php/planeacion/entes-de-control>

- Administrar, operar y prestar los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y Aseo
- Dirigir, coordinar y controlar las acciones conducentes a la continua y adecuada prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y Aseo
- Controla la calidad del agua suministrada, los métodos de tratamiento, así como la recolección final de aguas servidas, de acuerdo con los decretos 2105/83 y 1595/84 y demás que lo modifiquen o remplacen.
- Realizar la construcción, instalación y mantenimiento de la infraestructura necesaria para prestar los servicios a su cargo
- Elaborar programas y proyectos del sector de acueductos, alcantarillados, rellenos sanitarios y ejercitarlos en su respectivo campo de acción conforme a la política del gobierno nacional, seccional y municipal.
- Manejar y explotar con criterio comercial los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y Aseo.
- Solicitar las concesiones de agua y los permisos de vertimiento que requiera y colaborar con las autoridades competentes en la conservación del recurso hídrico
- Fijar, liquidar, facturar, cobrar y recaudar las tasas y tarifas de los servicios que presta y establecer el precio y forma de pago de los bienes y obras accesorias a éstos, ciñéndose a la ley y a las decisiones de las autoridades competentes.
- Adelantar los estudios técnicos y otorgar las disponibilidades definitivas de los servicios de acueducto y alcantarillado a las personas naturales y jurídicas que cumplan con las formalidades y requisitos exigidos para el efecto, conforme a las normas legales.
- Definir los aspectos técnicos y especificaciones para el diseño y construcción de obras de acueducto, alcantarillado y Aseo que sean de su ámbito.

- Otorgar asesoría técnica y efectuar o contratar interventoría para la ejecución de obras de acueducto, alcantarillado y aseo.
- Prestar servicios, elaborar diseños y ejecutar obras de acueducto y alcantarillado a otras personas naturales y/o jurídicas, dentro o fuera del municipio previo el cumplimiento de los requisitos exigidos por la empresa.
- Intervenir en la elaboración del plan de desarrollo del sector de agua potable y saneamiento básico, que articulará el plan de desarrollo municipal.
- Asociarse, aportar o suscribir acciones en sociedades que tengan por objeto la prestación de los mismos servicios públicos o la realización de actividades conexas o complementarias. Pondrán también asociarse, en desarrollo de su objeto, con personas o formar consorcio con ellas.
- Celebrar con personas naturales o jurídicas de derecho público o privado los contratos necesarios para la realización de las actividades acordes con el objeto de la empresa.
- Celebrar toda clase de operaciones de crédito externo o interno, importar bienes y servicios, girar, aceptar, negociar y endosar títulos valores para los cuales esté debidamente autorizada, a fin de cumplir su objeto y ejercer las funciones que se le asignen.
- Construir anualmente, al finalizar el ejercicio fiscal las reservas para la rehabilitación, expansión y reposición de los sistemas.

**4.5.2. Generalidades de la Empresa.** Entre las generalidades más importantes de la empresa objeto de este proyecto se encuentran<sup>17</sup>:

- **Misión.** La Empresa Municipal de Servicios Públicos Domiciliarios de Piedecuesta (Piedecuestana de Servicios Públicos E.S.P) es una

---

<sup>17</sup> PIEDECUESTANA DE SERVICIOS ESP. Entes De Control Mecanismos de Control Extremo [en línea] [citado 25 de junio de 2016] disponible en:<http://www.piedecuestanaesp.gov.co/pds/index.php/planeacion/entes-de-control>

empresa industrial y comercial del estado del orden municipal, que presta los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, buscando siempre la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes con productos y servicios de calidad, con responsabilidad social, ambiental y económica que contribuyan con el desarrollo del municipio de Piedecuesta y la región.

- **Visión.** Para el año 2016 La Empresa Municipal de Servicios Públicos Domiciliarios de Piedecuesta - Piedecuestana de Servicios Públicos E.S.P será catalogada a nivel nacional como una empresa santandereana que impulsa el desarrollo social y económico del país, prestando su capacidad técnica y operativa en los servicios de acueducto, aseo y alcantarillado con calidad, eficiencia y eficacia en sus procesos, contribuyendo con el cuidado y preservación del medio ambiente, a través de la modernización de su infraestructura y la ampliación de cobertura de sus servicios en su área de influencia, con innovación permanente y capacitación de su equipo humano.
  
- **Objetivo estratégico.** Prestar los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo para satisfacer las necesidades sentidas de la comunidad y usuarios del servicio y por ende propiciar y coordinar medios de desarrollo municipal y empresarial.
  
- **Objetivos de calidad.**
  - ✓ Incrementar de manera constante el nivel de satisfacción de los usuarios entregando unos productos finales en servicios públicos de acueducto, aseo y alcantarillado de acuerdo a los parámetros de calidad exigidos por los respectivos entes de control, regulación y vigilancia.
  - ✓ Utilizar el Sistema de Gestión de la Calidad como medio de corregir, prevenir y mejorar las acciones operacionales de tal manera que brinden

a los usuarios una mejora en la eficiencia y a la empresa una mejora en la productividad.

- ✓ Establecer a través de la prestación del servicio una estrecha relación con los clientes desarrollando hacia la empresa un sentido de pertenencia que nos permita realizar un seguimiento continuo para lograr un desarrollo mutuo con altos niveles de calidad.
  
- **Política de calidad.** La empresa Municipal de Servicios Públicos Domiciliarios de Piedecuesta – Piedecuestana de Servicios Públicos E.S.P se compromete a Implementar, mantener y mejorar un Sistema de Gestión de la Calidad acorde con los lineamientos de las normas NTCGP 1000 e ISO 9001 que le permita trabajar por satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes a través de la prestación de los servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo; contando con personal calificado para el logro de objetivos y metas que lleven a la mejora continua de la organización, trabajando de manera responsable , guiada por los principios de eficiencia y efectividad que contribuya así al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las poblaciones atendidas.

#### **4.5.3. Mapa de Procesos de Piedecuestana de Servicios Públicos ESP.**

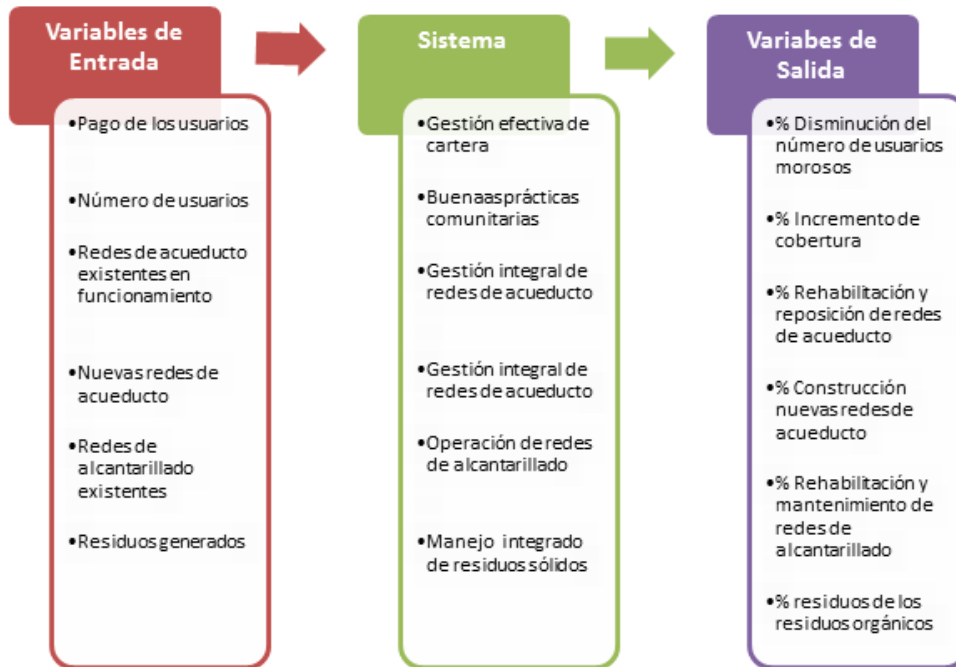
En la figura 13 se presenta el mapa de procesos de la empresa.

Figura 7. Mapa de Procesos Piedecuestana de Servicios Públicos E.S.P.



Fuente. Empresa Piedecuestana de Servicios Públicos E.S.P.

Figura 8. Mapa de gestión de datos



**4.5.4. Áreas de Piedecuestana de Servicios Públicos ESP.** Las principales áreas que constituyen la empresa son<sup>18</sup>:

✓ **Área Financiera**

Entre sus funciones se encuentra:

- Asegurar la racionalización de los costos de la organización, acordes con la estrategia del negocio.
- Garantizar la aplicación del plan de inversiones a largo plazo de acuerdo con las necesidades del negocio
- Promover la participación en nuevos negocios acordes con la misión de la organización
- Mantener el incremento de los ingresos actuales y la generación de nuevos ingresos.

**Tabla 5. Procesos e Indicadores del área Financiera**

Proceso	Indicadores
<b>Aseguramiento Económico y Financiero.</b> Gestión Efectiva de Cartera	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Porcentaje de acuerdos de pagos y cobro persuasivo y coactivo</li> <li>✓ Porcentaje de disminución del número de usuarios morosos</li> </ul>

✓ **Área Comercial**

Entre sus funciones se encuentra:

- Conocer integral y profundamente las necesidades y oportunidades del mercado
- Desarrollar un reposicionamiento de la marca
- Comunicar adecuadamente la razón de ser
- Fortalecer y ampliar el portafolio de producto y/o servicios
- Impactar comercialmente el mercado, logrando resultados eficientes

<sup>18</sup> PIEDECUESTANA DE SERVICIOS ESP. Entes De Control. Mecanismos de Control Extremo 2014. [en línea] {citado 28 de junio de 20416] disponible en: <http://www.piedecuestanaesp.gov.co/pds/index.php/planeacion/entes-de-control>

**Tabla 6. Procesos e Indicadores del área Comercial**

Proceso	Indicadores
<b>Gestión Comunitaria.</b> Prácticas Comunitarias.	<b>Integral Buenas</b> ✓ Porcentaje de incremento de cobertura

✓ **Área de Procesos**

Entre sus funciones se encuentra:

- Rediseñar, armonizar y asegurar procesos eficientes
- Modernizar tecnológicamente, donde aplique, los procesos operativos, comerciales, administrativos y financieros.
- Garantizar la integración de los sistemas de información
- Desarrollar y aplicar permanentemente un sistema de control y seguimiento de Gestión
- Desarrollar acciones proactivas en procura de la defensa ante los niveles legislativos y regulatorios para los intereses de la Empresa.

**Tabla 7. Procesos e Indicadores del área de Procesos**

SUBPROGRAMA	PROYECTO	Proceso	Indicadores
Usos, ofertas y demandas de aguas y sostenibilidad ambiental	Garantizar disponibilidad de infraestructura de acueducto	Gestión Integral de redes de acueducto	✓ Porcentaje de rehabilitación y reposición de redes de acueducto ✓ Porcentaje de construcción nuevas redes de acueducto
		Optimización del sistema de potabilización	✓ Compra insumos programada/compra insumos ejecutada ✓ Avance en el mejoramiento de la PTAP ✓ Avance en el mejoramiento de la bocatoma ✓ Avance en la construcción de la bocatoma
		Plan Maestro de Acueducto	✓ Porcentaje de ampliación de la cobertura de acueducto
		Gestión Integral del	✓ Índice de agua no contabilizada

SUBPROGRAMA	PROYECTO	Proceso	Indicadores
		agua no contabilizada	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Porcentaje de incremento de legalización de usuarios de conexión directa</li> <li>✓ Porcentaje de sectorización e instalación de válvulas reguladoras y macromedidores</li> </ul>
	Sostenibilidad Ambiental	Preservación de cuencas Hídricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Porcentaje de incremento de adquisición de predios en áreas productoras de agua</li> <li>✓ Porcentaje de reforestación de áreas productoras de agua</li> </ul>
Manejo Integral de Saneamiento Básico de Alcantarillado	Garantizar la recolección y disposición adecuada de las aguas servidas	Operación de la PTAR del municipio	✓ Porcentaje de avance de la PTAR el santuario del municipio de Piedecuesta
		Operación de redes de alcantarillado	✓ Porcentaje de Rehabilitación, reposición y mantenimiento de redes alcantarillado
Manejo integral de residuos sólidos	Gestión Integral de residuos sólidos	Buen manejo de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tiempo y costos la prestación del servicio de recolección de aseo.</li> <li>✓ Porcentaje de incremento de material reciclable</li> <li>✓ Porcentaje de reducción de los residuos orgánicos dispuestos en el Carrasco</li> </ul>

✓ **Área Administrativa**

Entre sus funciones se encuentra:

- Ajustar la estructura y competencia de las áreas a la estrategia de negocio.
- Ajustar la descripción de los cargos a la estructura y a los procesos definidos, de acuerdo con los objetivos estratégicos de la empresa.
- Estructurar un plan de desarrollo del personal, mediante procesos de entrenamiento y capacitación acordes con los objetivos estratégicos de la organización.

- Reorientar los procesos de selección y contratación hacia el cumplimiento de los objetivos del negocio

**Tabla 8. Procesos e Indicadores del área Administrativa**

Proceso	Indicadores
Mejora continua e innovación tecnológica. Apoyo al desarrollo y fortalecimiento institucional.	✓ Porcentaje de cumplimiento con el cargue la información requerida de la empresa en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)

**4.5.5. Sistema Único de Información SUI.** El SUI es una herramienta para la planeación, regulación, control y vigilancia y toma de decisiones en el sector de servicios públicos. El SUI es un sistema de información que recoge, almacena, analiza y publica información reportada a través de Internet de las Empresas de Servicios Públicos<sup>19</sup>.

Tiene como objetivos específicos<sup>20</sup>:

- ✓ Evitar duplicidad de funciones en materia de información del sector de servicios públicos.
- ✓ Centralizar las necesidades de información de las Comisiones de Regulación, Los Ministerios y demás entes Gubernamentales que intervienen en la gestión de los servicios públicos domiciliarios.
- ✓ Estandarizar requerimientos de información solicitados a los prestadores de servicios públicos y aportar datos que permitan a las entidades gubernamentales realizar análisis propios de acuerdo a sus intereses
- ✓ Implementar los mecanismos que faciliten el ejercicio del derecho de los usuarios de obtener información completa, precisa y actualizada con la publicación oportuna.

<sup>19</sup> GIRALDO CASTAÑO Beatriz. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Sistema Único de Información SUI [en línea] [citado 05 de julio de 2016] Disponible en: [http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/7/43997/sspd\\_sui.pdf](http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/7/43997/sspd_sui.pdf)

<sup>19</sup>Ibid

<sup>20</sup>Ibid

- ✓ Mantener un registro actualizado de las personas que presten servicios públicos (RUPS). Servir de base a la SSPD para el desarrollo de sus funciones misionales.

Actualmente el SUI almacena información comercial, financiera, técnica y administrativa de los servicios públicos clave para el seguimiento a la gestión de las Empresas de Servicios Públicos y para la definición de políticas regulatorias y sectoriales

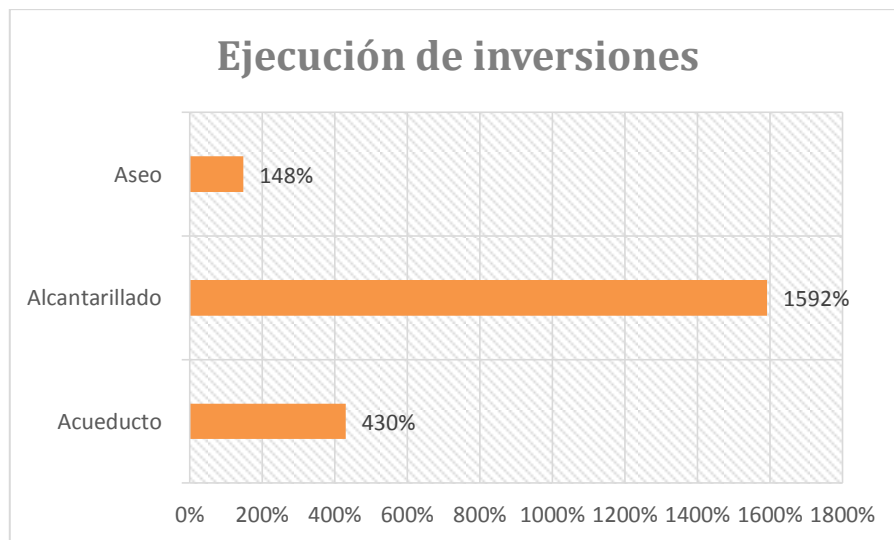
## 5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

### 5.1. CONSOLIDACIÓN DE DATOS

A continuación se presenta los datos consolidados de cada una de las áreas que conforman la empresa Piedecuestana de Servicios Públicos ESP, los cuales serán la base del estudio estadístico a realizar.

#### 5.1.1 Comparación de ejecución de Inversiones año 2015

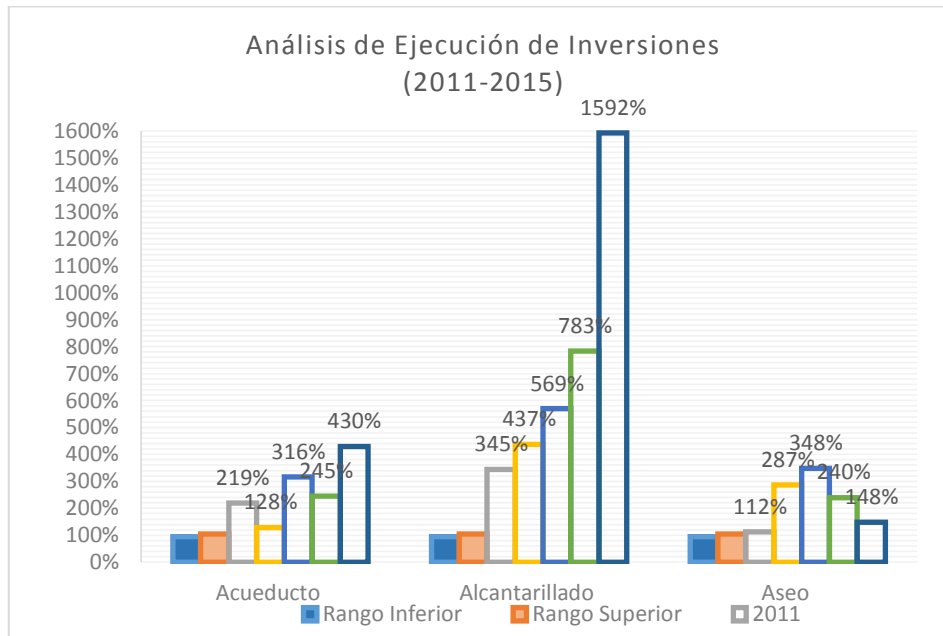
**Gráfico 10. Análisis comparativo de Ejecución de inversiones.**



La gráfica número 10 es un análisis comparativo de la ejecución del presupuesto en el año 2015 en los tres principales servicios ofrecidos por la empresa. La principal característica que podemos observar es una alta sobrejecución con respecto a lo planeado. Se puede deducir que ha existido una falla en planeación de las ejecuciones que se visualiza realizar.

## 5.1.2 Análisis de Ejecución de Inversiones 2011-2015

**Gráfico 11. Análisis comparativo de Ejecución de inversiones.**



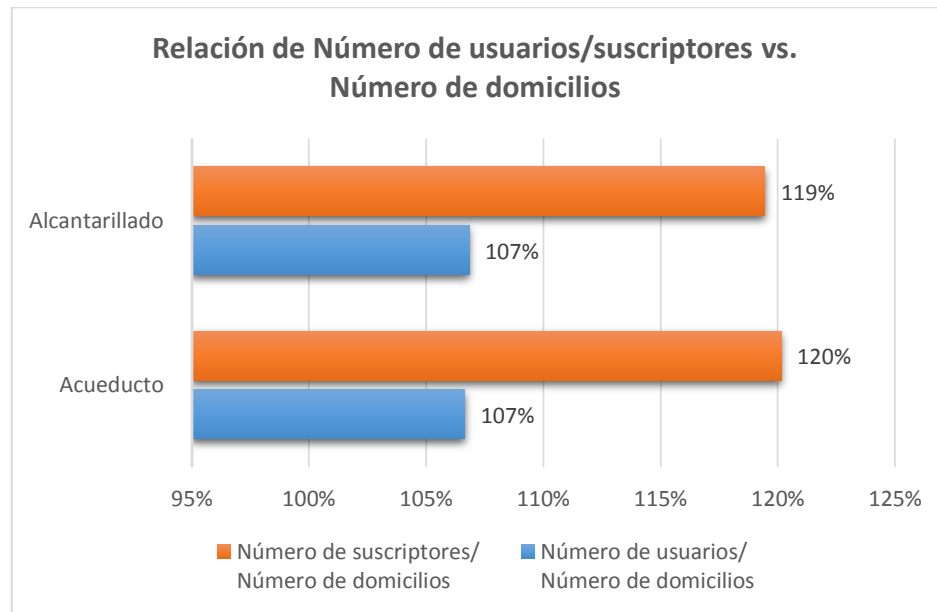
En la anterior gráfica se presenta el comportamiento del porcentaje de ejecución de las inversiones que se han realizado en los principales servicios de acuerdo a lo planeado en cada año. De acuerdo a estos datos se puede observar:

- ✓ Las inversiones que se realizaron para los tres servicios (acueducto, alcantarillado y aseo) fueron siempre superiores a las planeadas por la empresa para cada una de las vigencias.
- ✓ La ejecución de las inversiones requeridas para el alcantarillado han crecido exponencialmente lo que sugiere que lo planeado ha estado altamente subestimado con respecto a lo requerido para la prestación de este servicio.
- ✓ Se recomienda que el porcentaje de ejecución de la inversión se encuentre en un rango entre el 95% y 105%, para lo cual se debe planear adecuadamente las inversiones que se van a realizar en cada vigencia con

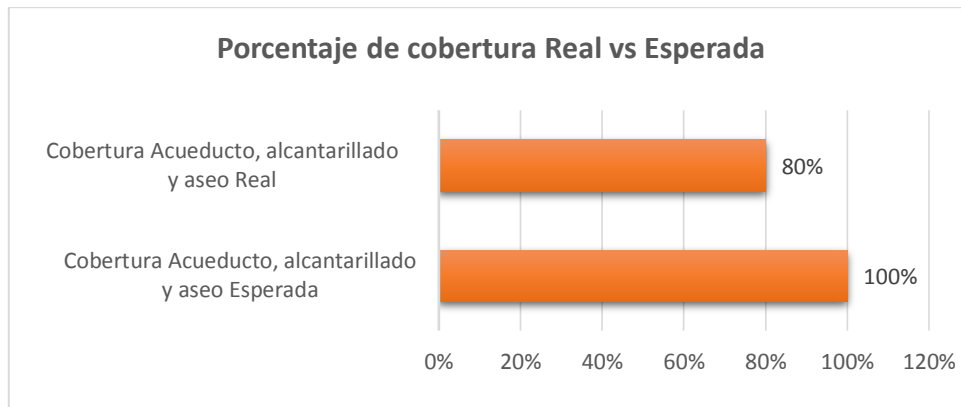
el fin de no tener sobrejecución como se ha presentado en los últimos cinco años.

**5.1.3 Comparación de la relación de Número de suscriptores con el número de domicilios 2015.** La gráfica que se presenta a continuación muestra la relación en primera medida el número de suscriptores versus el número de domicilios. De otro lado se presentan los resultados de la relación del número de usuarios en relación con el número de domicilios. En primer lugar se observa que es mayor el número de suscriptores de alcantarillado y acueducto en relación con el número de domicilios reportados, lo que muestra que en algunos domicilios se encuentran más de dos suscriptores que son como consecuencia de la ausencia de actualización de algunos suscriptores y/o necesidad de más de un suscriptor por domicilio. De igual manera sucede con los usuarios Y/o consumidores. Existe la necesidad de realizar una revisión de las principales causas de estos resultados.

**Gráfico 12. Análisis comparativo de N° Suscriptores/N° Domicilios - N° usuarios/N° Domicilios**

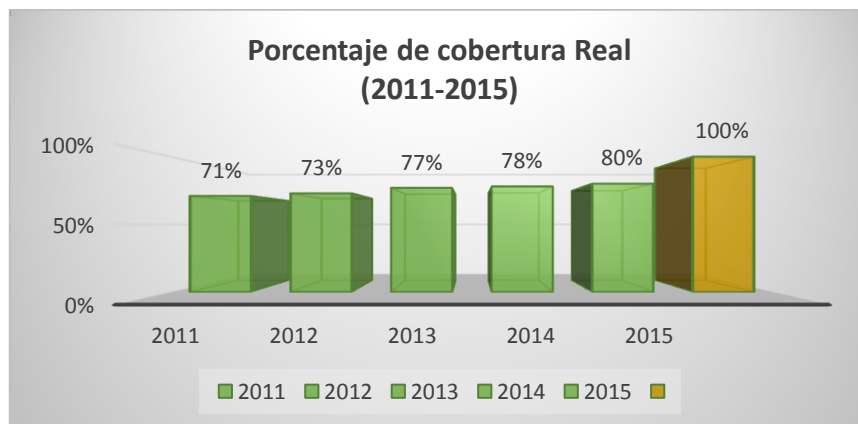


**Gráfico 13. Porcentaje de cobertura de Servicios (Acueducto, alcantarillado y aseo) Real vs. Esperada**



En el gráfico número 13 se grafica uno se los indicadores más importantes para la compañía, el porcentaje de cobertura basado en el número de predios registrados. La meta es una cobertura del 100%, se tiene que conquistar ese 20% diseñando estrategias para resolver problemas relacionados con la informalidad de algunos consumidores y la necesidad de la ampliación de las redes para la presentación de todos los servicios en zonas donde actualmente no existe.

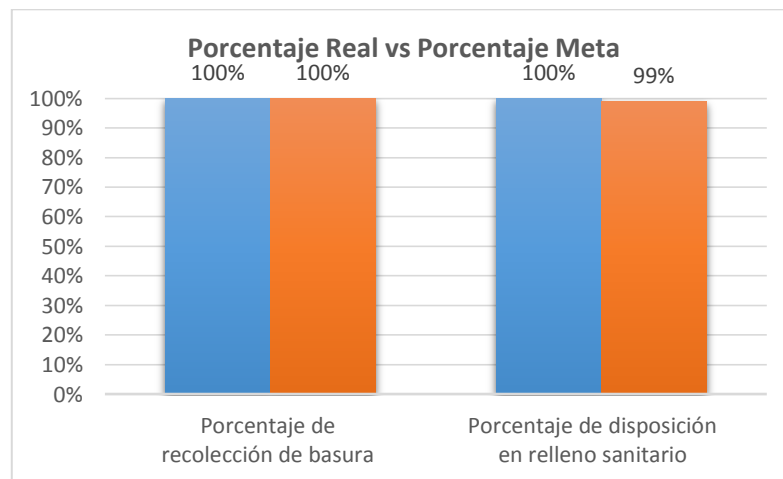
**Gráfico 14. Porcentaje de cobertura de Servicios (Acueducto, alcantarillado y aseo) 2011-2015**



De acuerdo a la gráfica número 14 el porcentaje de cobertura de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo desde el año 2011 al 2015 ha crecido 8%. Podemos observar:

- ✓ La empresa Piedecuestana de Servicios ha incrementado su porcentaje de cobertura debido al crecimiento de la demanda de los servicios y la inversión que se ha realizado para ampliar el área de cobertura de los mismos.
- ✓ Para llegar a la meta del 100% la empresa debe:
- ✓ Actualizar en cada año la demanda de servicios de acuerdo al crecimiento de la ciudad.
- ✓ Incluir dentro de la planeación de las inversiones de cada año las actividades requeridas para la ampliación de infraestructura requerida para la ampliación de la cobertura a las zonas donde no se encuentra actualmente.

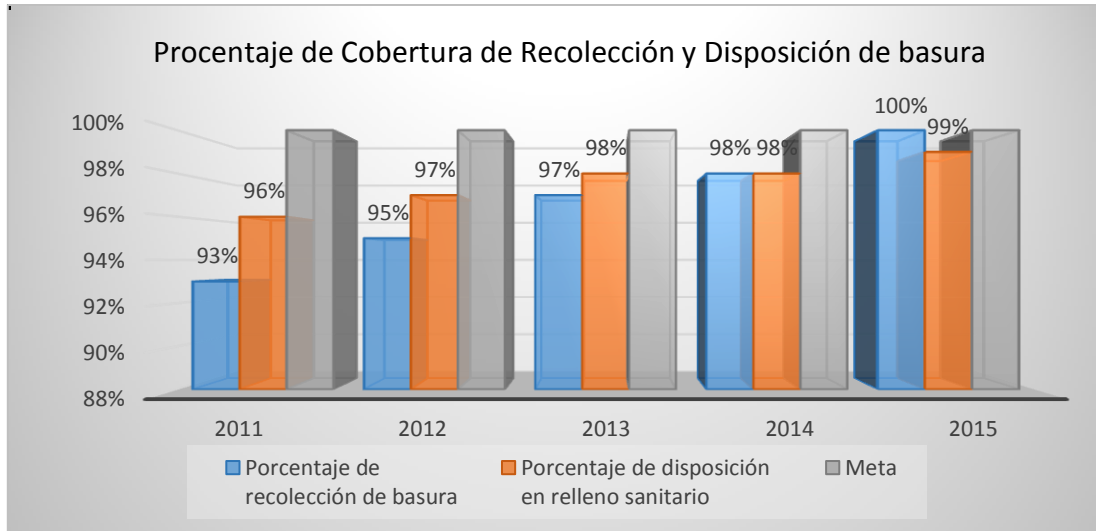
**Gráfico 15. Porcentaje de cobertura de Servicios (Acueducto, alcantarillado y aseo) Real vs. Esperada (Año 2015)**



El porcentaje de cobertura en la recolección de basuras y disposición de residuos se presenta en la gráfica anterior mostrando que la empresa está cumpliendo la meta casi en un 100% en los dos ítems. En el caso del

porcentaje de disposición, aunque se está muy cerca de cumplir la meta, es importante visualizar indicadores que nos indiquen si esta disposición se realiza de la manera correcta.

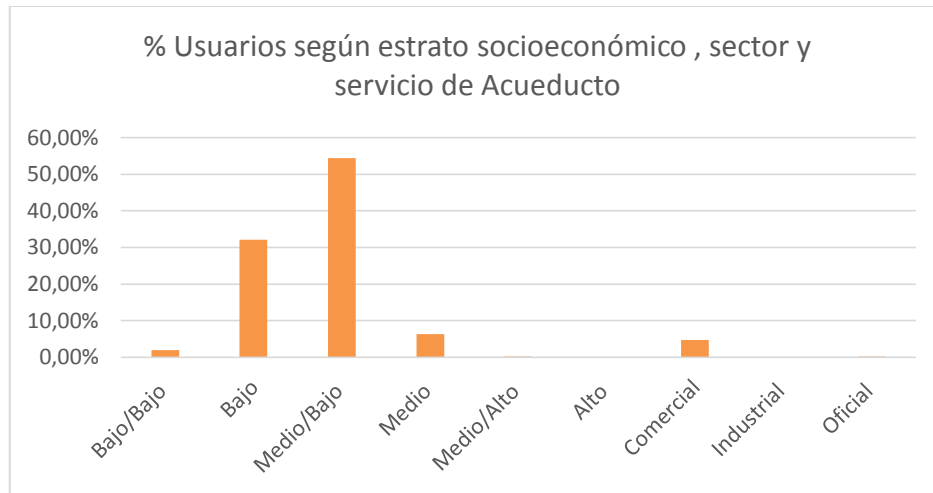
**Gráfico 16. Porcentaje de cobertura de Servicios de Recolección y disposición de basura (2011-2015)**



En la gráfica 16 se presenta el comportamiento del porcentaje de cobertura de los servicios de recolección y disposición desde el año 2011 al 2015. De lo anterior se puede mencionar:

- ✓ El porcentaje de cobertura de los dos servicios mencionados han crecido de manera importante desde el año 2012 lo cual indica que han funcionado eficientemente las estrategias y las inversiones para alcanzar la meta de 100% de la cobertura.
- ✓ Al año 2015 el porcentaje de cobertura del servicio de recolección de basuras es del 100% con respecto a la demanda. La meta de este indicador corresponde a mantener el total de la cobertura con respecto a las necesidades del municipio de Piedecuesta.
- ✓ El porcentaje de cobertura de la disposición de las basuras en el relleno sanitario al año 2015 es del 99%.

**Gráfico 17. Porcentaje de usuarios de acuerdo a la clasificación**



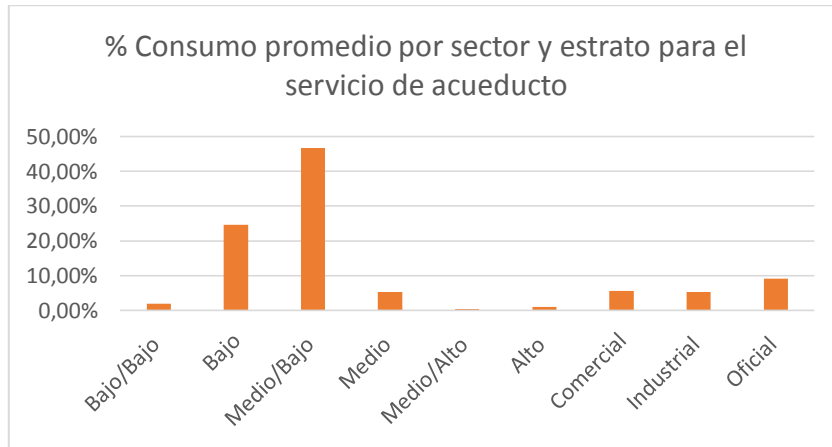
En la gráfica 17 se presenta el porcentaje de participación de usuarios con los que cuenta la compañía de acuerdo al estrato socioeconómico, sector y servicio. De esta gráfica se puede mencionar que el estrato medio/bajo tiene el mayor porcentaje de participación y en los altos la participación en casi nula.

**Gráfico 18. Porcentaje de micromedidores por estrato y sector**



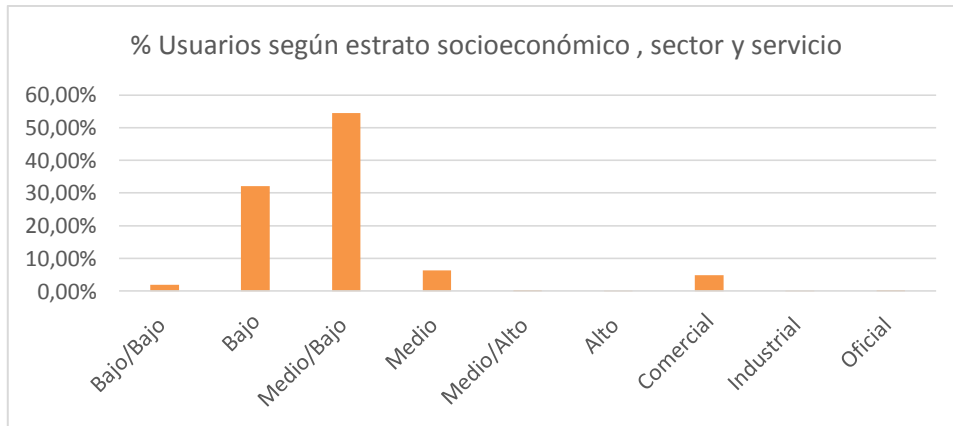
Siguiendo la misma tendencia que el porcentaje de participación de usuarios la gráfica 18 muestra un mayor número de micromedidores en el clase media/baja.

**Gráfico 19. Porcentaje de consumo promedio por sector y estrato para el servicio de acueducto**



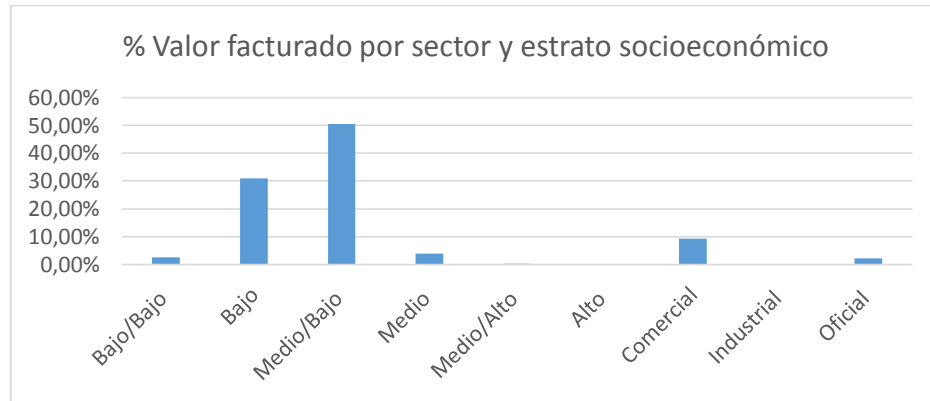
En la gráfica número 19 se observa una interesante participación del 25% del estrato bajo en el consumo del servicio de acueducto y debemos recordar que parte de este consumo es subsidiado.

**Gráfico 20. Porcentaje de usuarios por sector y estrato para el servicio de alcantarillado**



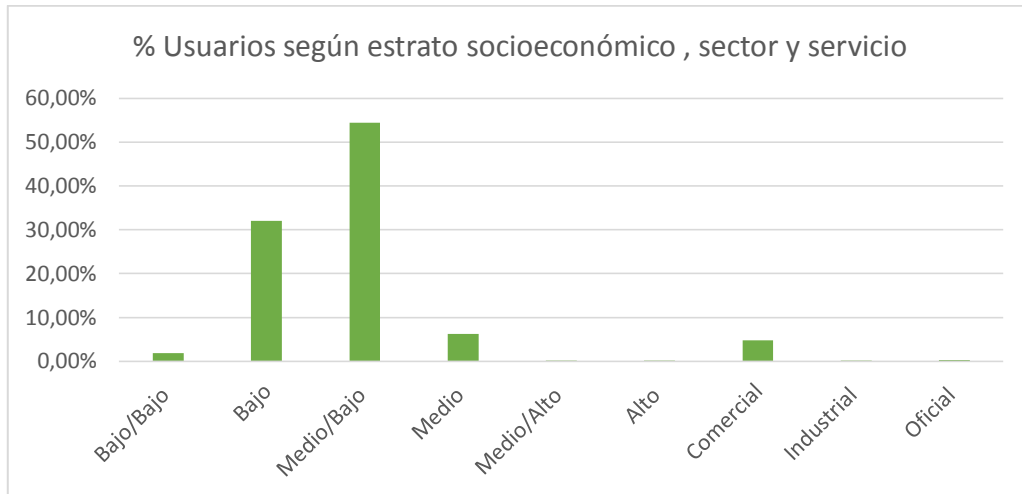
En el porcentaje de consumo promedio en el servicio de alcantarillado la tendencia es igual a la que se presenta en el servicio de acueducto donde las mayores participaciones se dan en los estratos medio/bajo y bajo

**Gráfico 21. Porcentaje de valor facturado por sector y estrato para el servicio de alcantarillado**



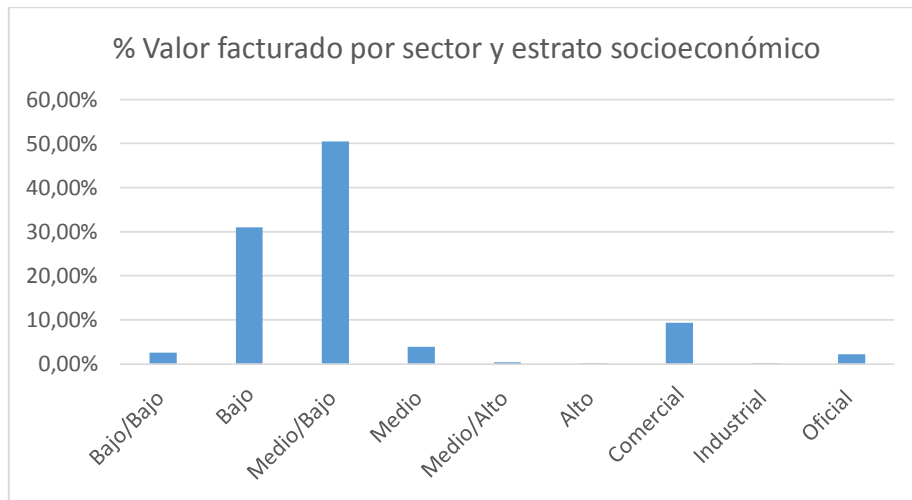
En la gráfica 21 se presenta el porcentaje de participación en valor facturado donde el mayor aporte lo realizan los estratos medio y bajo.

**Gráfico 22. Porcentaje de usuarios por sector y estrato para el servicio de aseo**



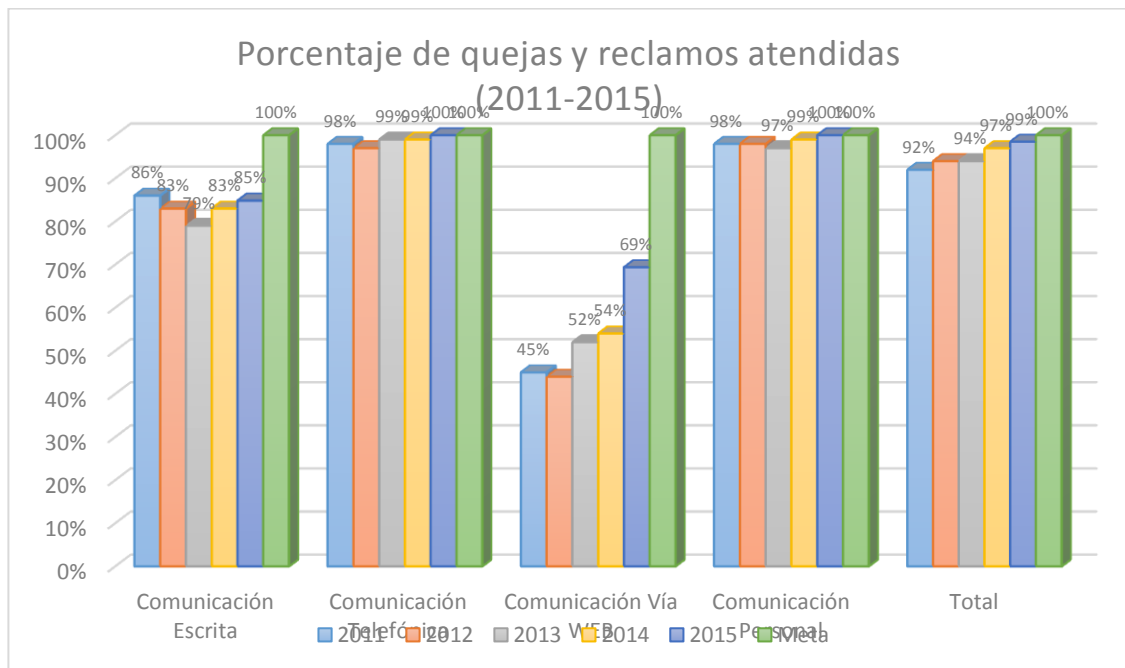
En la anterior gráfica se presenta el porcentaje de usuarios en el servicio de aseo, donde se evidencia los mayores participantes los estratos medio y bajo

**Gráfico 23. Porcentaje de valor facturado por sector y estrato para el servicio de aseo**



En la gráfica 23 se presenta el porcentaje de participación en valor facturado por sector en el servicio de aseo, siguiendo la misma tendencia de los anteriores servicios presentados

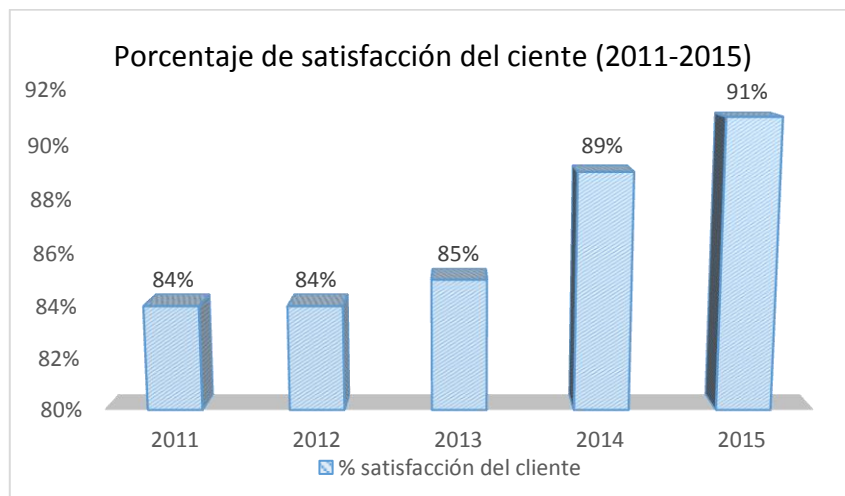
**Gráfico 24. Porcentaje de quejas y reclamos atendidos (2011-2015)**



En la gráfica anterior se presenta el porcentaje de quejas y reclamos de los usuarios atendidos por la compañía. De lo que se puede mencionar:

- ✓ La comunicación telefónica y personal son atendidas en un porcentaje muy cercano al 100%, es decir son las de mayor eficiencia para la resolución de inconvenientes de los usuarios de los servicios.
- ✓ En todos los medios existentes para los usuarios para presentar las quejas y reclamos desde el año 2011 se presenta un crecimiento en el porcentaje de atención dada por la empresa.
- ✓ Se ha identificado que en la comunicación escrita y por vía Web se presentan inconvenientes como la claridad de la solicitud realizada por el usuario o la falta de información que no permite atender en mayor porcentaje el número de solicitudes.
- ✓ Se recomienda a la compañía para mejorar la atención de alguno de los medios de comunicación de los usuarios y alcanzar la meta de 100% de atención de las quejas y reclamos: revisar los tiempos de respuesta de las solicitudes por página web y las medidas de mitigación para la resolución de las quejas por escrito.

**Gráfico 25. Porcentaje de satisfacción del cliente (2011-2015)**



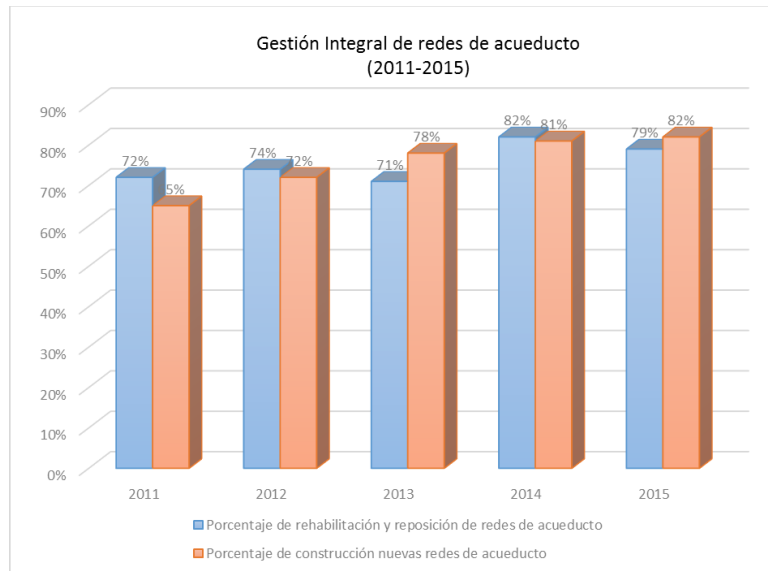
En la gráfica anterior se presenta el porcentaje de satisfacción del cliente con respecto a encuestas realizadas por la compañía. De acuerdo a lo que se presenta podemos observar que se ha incrementado este indicador como consecuencia de las inversiones realizadas por la compañía para mejorar la calidad y eficiencia de los servicios prestados. Sin embargo, es importante diseñar una estrategia eficiente que permita conocer constantemente las inconformidades de los usuarios con el fin de darles pronta solución.

**5.1.4 Análisis de la variables de procesos.** A continuación se presenta el análisis de algunas de las variables de procesos y se plantean posibles estrategias para tener un mayor control y mejora de los mismos:

- ✓ ***Gestión Integral de Redes de Acueducto.*** Es la gestión que asegura el mantenimiento y funcionamiento integral de las redes del acueducto. Como se puede observar en la gráfica número 32 el porcentaje de rehabilitación y reposición de redes de acueducto se ha incrementado lentamente, lo cual se ve reflejado en mayores inconvenientes en la prestación del servicio de agua. Por lo anterior se debe incluir dentro de las actividades de planeación las actividades para la reposición y rehabilitación de las redes de acueductos que presentan inconvenientes.

Por otro lado el porcentaje de construcción de nuevas redes de acueducto se ha incrementado de manera coherente con el aumento de los usuarios y ampliación de la cobertura.

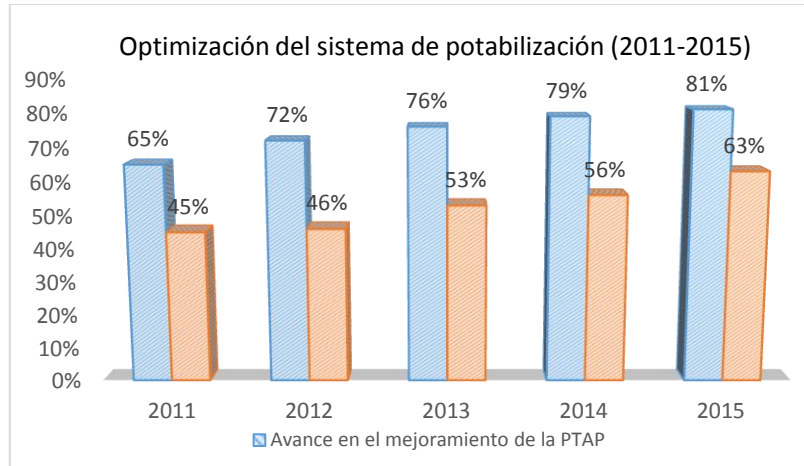
**Gráfico 26. Gestión Integral de Redes de Acueducto**



✓ **Optimización del sistema de potabilización.** La optimización del sistema de potabilización está medida en gran parte por el porcentaje de avance en las actividades relacionadas con el mejoramiento de la PTAP y de la bocatoma. Como se observa en la gráfica número 33 la ejecución de las obras de la mejora de la PTAP se han incrementado considerablemente en los últimos cinco años, sin embargo no se ha logrado alcanzar el 100%, por lo cual es necesario incluir en el presupuesto de las actividades planeadas de los próximos años lo correspondiente a este ítem.

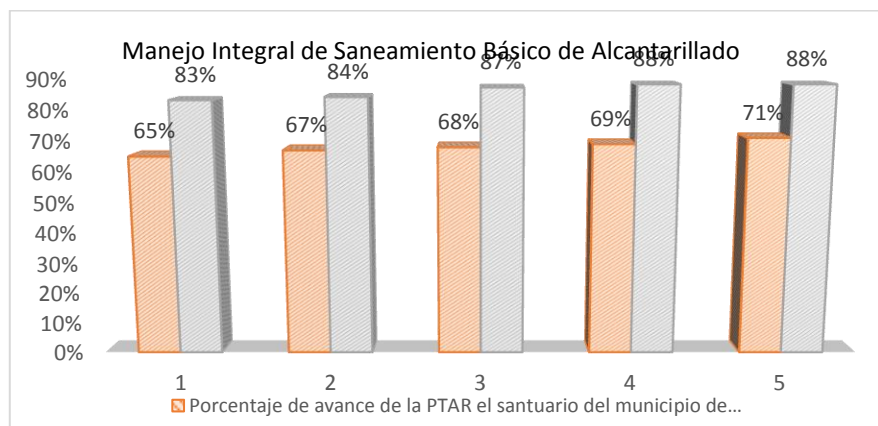
De otro lado el avance en el mejoramiento de la bocatoma ha sido más lento, lo que muestra la necesidad de replantear las actividades planeadas para este indicador con el fin de incrementar el porcentaje en los próximos años.

**Gráfico 27. Optimización del sistema de potabilización (2011-2015)**



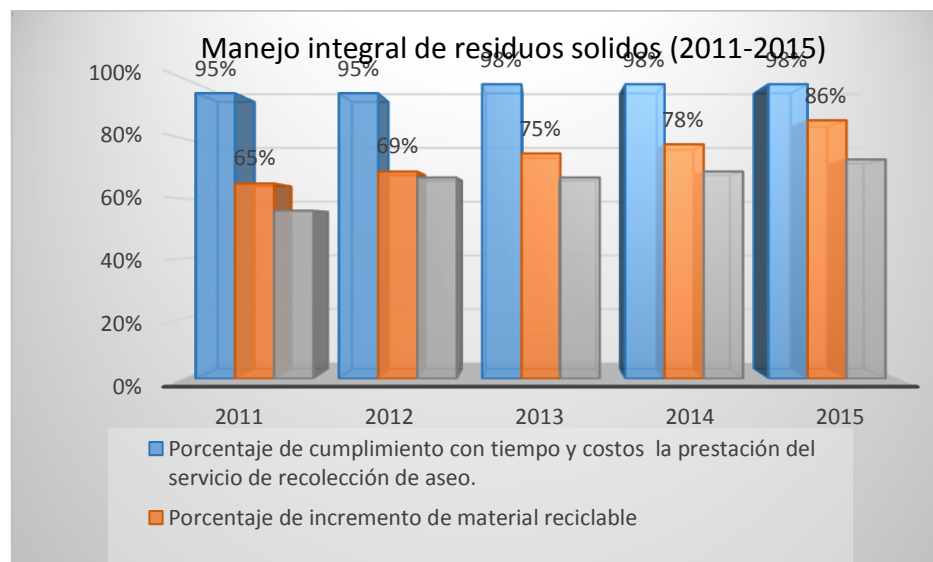
✓ **Manejo Integral de Saneamiento Básico de Alcantarillado.** La eficiencia en el manejo integral de saneamiento básico de alcantarillado se mide con el porcentaje de avance de la PTAR y de mantenimiento de las redes de alcantarillado. El avance de la PTAR se ha incrementado en los últimos años, sin embargo aún es muy bajo con respecto al requerido para la prestación del 100% del servicio. Por lo anterior se recomienda reevaluar las actividades a ejecutar anualmente.

**Gráfico 28. Manejo Integral de Saneamiento Básico de Alcantarillado (2011-2015)**



- ✓ **Manejo integral de residuos sólidos.** La eficiencia del manejo integral de residuos sólidos se mide con respecto a tres indicadores: el cumplimiento con los tiempos y costos de la prestación del servicio de recolección de basuras, incremento del reciclaje y reducción de residuos orgánicos. Como se muestra en la siguiente gráfica la empresa Piedecuestana tiene un alto porcentaje de cumplimiento con los tiempos y costos de la prestación del servicio. Es importante implementar una estrategia que asegure estos altos porcentajes y una mejora continua. Por otro lado los porcentajes de incremento de reciclaje y reducción de residuos orgánicos generados han aumentado proporcionalmente mostrando una dinámica que se ajusta a las nuevas exigencias de cumplimiento ambiental. Igualmente se debe diseñar una estrategia que asegure continuidad y mejora de esta política de sostenibilidad ambiental.

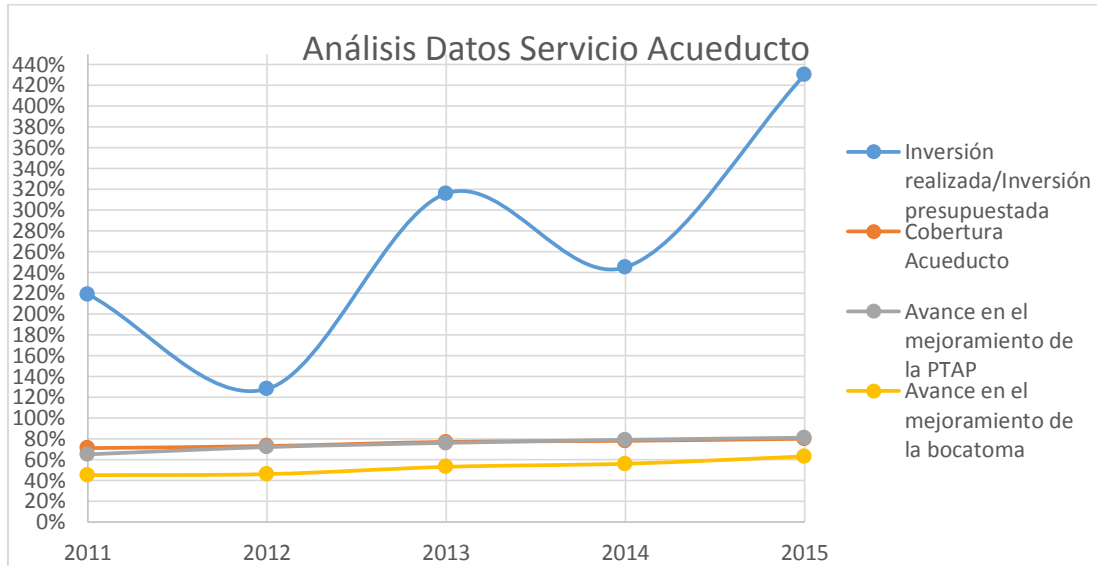
**Gráfico 29. Manejo integral de residuos sólidos (2011-2015)**



**5.1.5 Cruce de las variables para toma de decisiones.** Finalmente se presenta el análisis de cruce de variables de cada uno de los servicios de Piedecuestana de Servicios: acueducto, alcantarillado y aseo. En cada una

delas gráficas que se van a presentar se muestran las principales variables que son de alta importancia para la toma de decisiones gerenciales.

**Gráfico 30. Análisis para el servicio del acueducto**



En la gráfica número 37 se reporta el comportamiento de los últimos cinco años de las principales variables del servicio de acueducto:

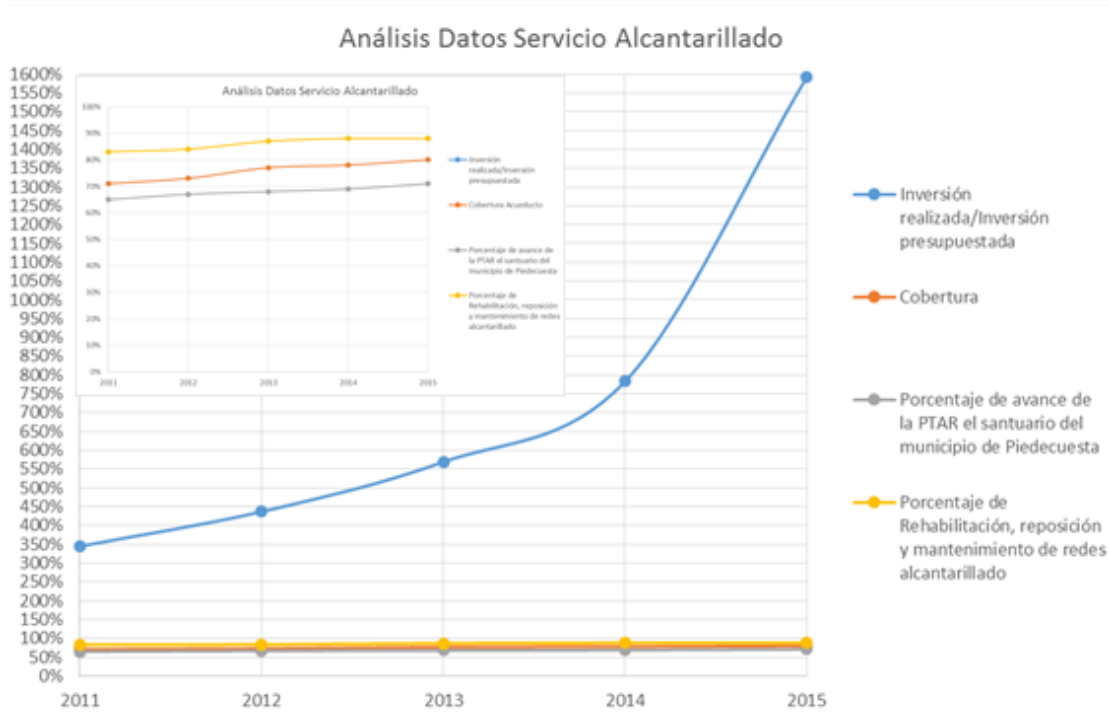
- Inversión realizada/Inversión presupuestada
- % Cobertura
- % Avance en el mejoramiento de la PTAP
- % Avance en el mejoramiento de la bocatoma

De este cruce de variables se puede deducir lo siguiente:

- ✓ El porcentaje de cobertura del servicio de acueducto está directamente relacionado con los porcentajes de avance del mejoramiento de la PTAP y de la bocatoma. Por lo anterior es de alta importancia aumentar el porcentaje de avances de las actividades de ejecución relacionadas con estos mejoramientos con el fin de incrementar la capacidad y eficiencia del servicio.

- ✓ La inversión presupuestada debe ser acorde con las necesidades de mejoramiento de los procesos requeridos para la prestación del servicio, ya que como se puede observar se han presentado planeaciones ineficientes en los últimos cinco años.

**Gráfico 31. Análisis para el servicio del alcantarillado**



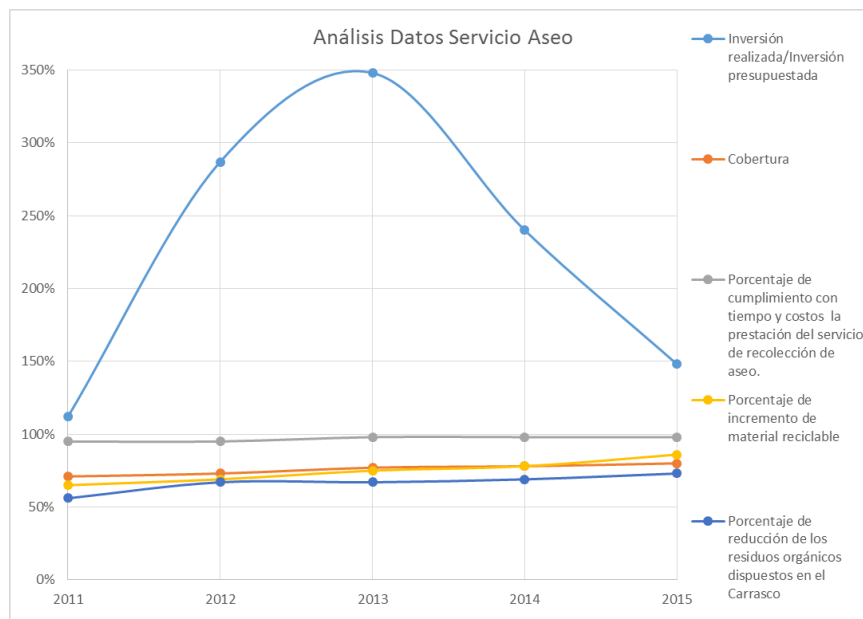
En la figura número 38 se reporta igualmente el cruce de variables para el servicio de alcantarillado:

- Inversión realizada/Inversión presupuestada
- % Cobertura
- % de avance de la PTAR
- % de rehabilitación, reposición y mantenimiento de las redes

De este gráfico podemos resaltar:

- ✓ Al igual que para el servicio de acueducto, el porcentaje de cobertura del servicio de alcantarillado, de acuerdo al registro de predios en el municipio, está directamente relacionado con los porcentaje de avance en las actividades de la PTAR y el mantenimiento de redes. Por lo anterior, es fundamental el avance en la ejecución de las actividades requeridas para el mejoramiento y mantenimiento de los procesos de alcantarillado con el fin de cumplir con la meta de cobertura esperada.
- ✓ Se debe planear con mayor eficiencia las actividades a ejecutar ya que como se observa en la gráfica 38, se ha sobrejercutado el presupuesto en los últimos cinco años, lo cual ha impactado sobre la eficiencia en la prestación del servicio.

**Gráfico 32. Análisis para el servicio del aseo**



Finalmente se realiza el análisis del cruce de variables del servicio de aseo teniendo en cuenta los siguientes indicadores:

- Inversión realizada/Inversión presupuestada
- % Cobertura

- % de cumplimiento con tiempo y costos la prestación del servicio de recolección de aseo
- % de incremento de material reciclable
- % de reducción de los residuos orgánicos dispuestos en el Carrasco

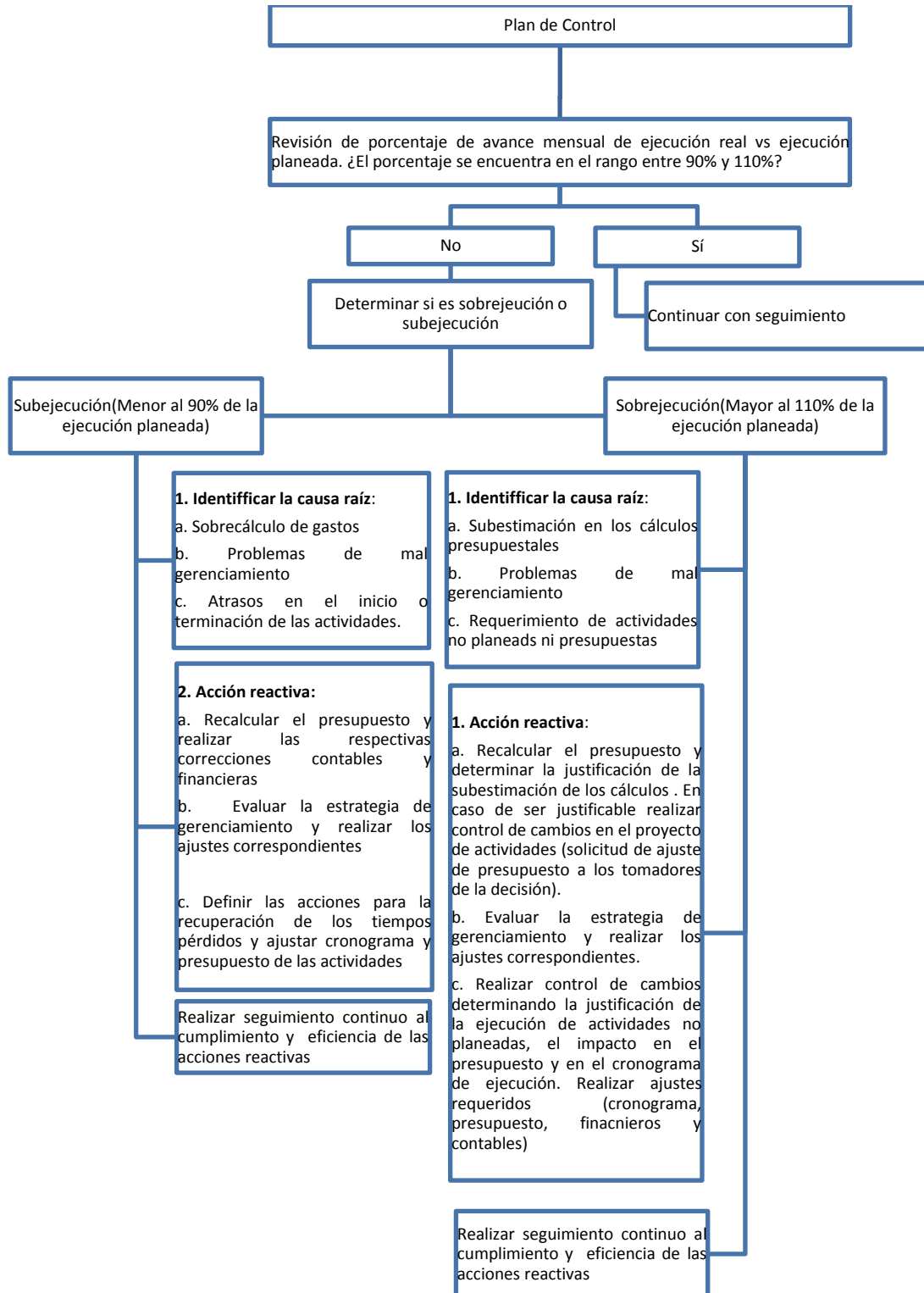
De este análisis podemos resaltar:

- ✓ El porcentaje de cumplimiento en relación con el tiempo y costos de la prestación del servicio de recolección de aseo es satisfactorio y es de anotar que es directamente relacionado con la eficiencia de las actividades de reciclaje y de tratamientos de residuos.
- ✓ La eficiencia de la prestación de este servicio depende directamente del éxito de las estrategias de reciclaje y manejo adecuado de residuos generados
- ✓ Al igual que en los anteriores servicios se requiere optimizar el proceso de planeación de actividades ya que se presenta una sobrejecución en los últimos cinco años.

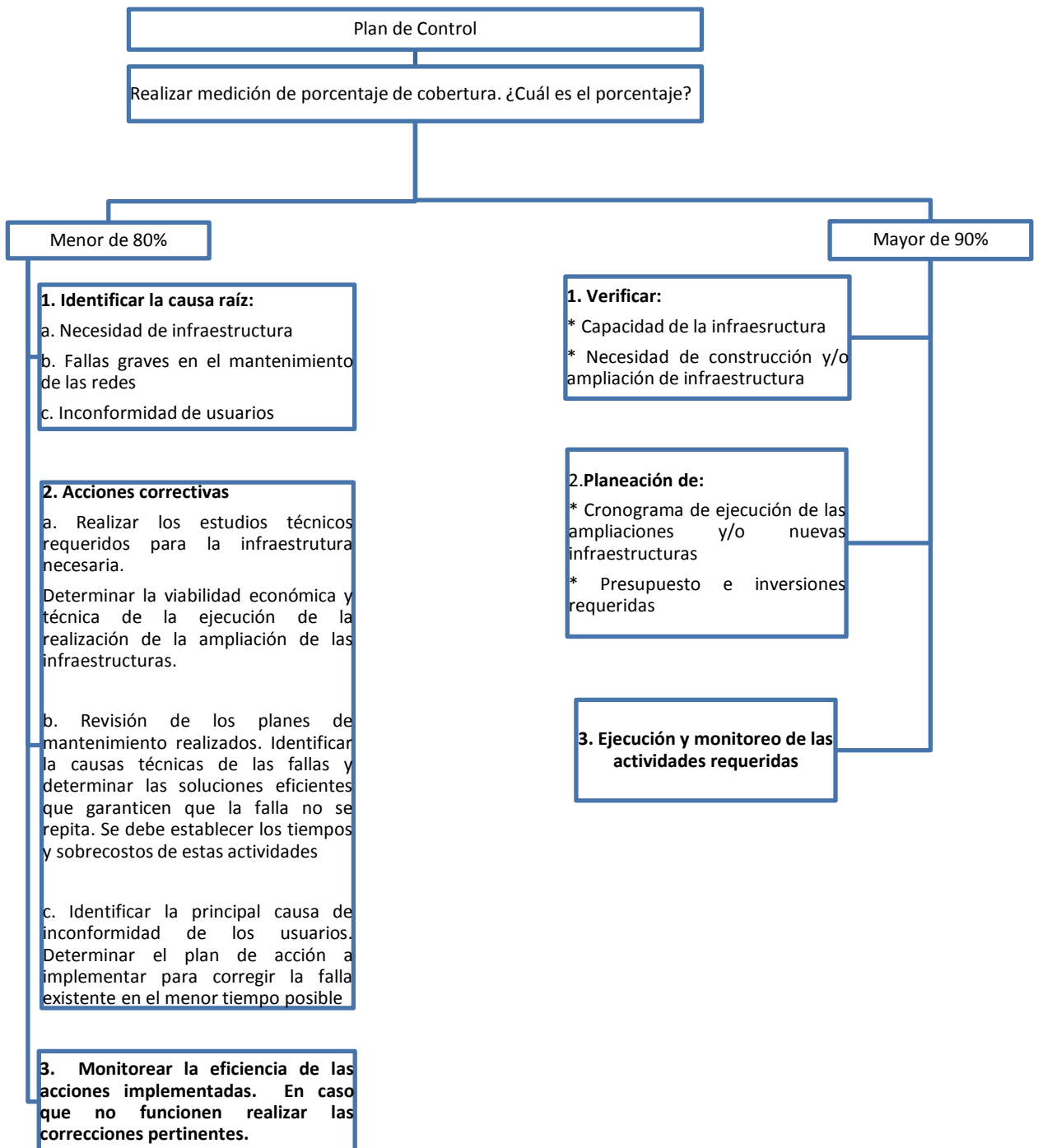
## **5.2. ANÁLISIS Y CONTROL DE LAS VARIABLES**

De acuerdo a la información generada en el subcapítulo anterior se va a realizar a continuación el análisis de las principales variables y a plantear el control de cada una de ellas con el fin de mejorar la eficiencia de los procesos de la compañía:

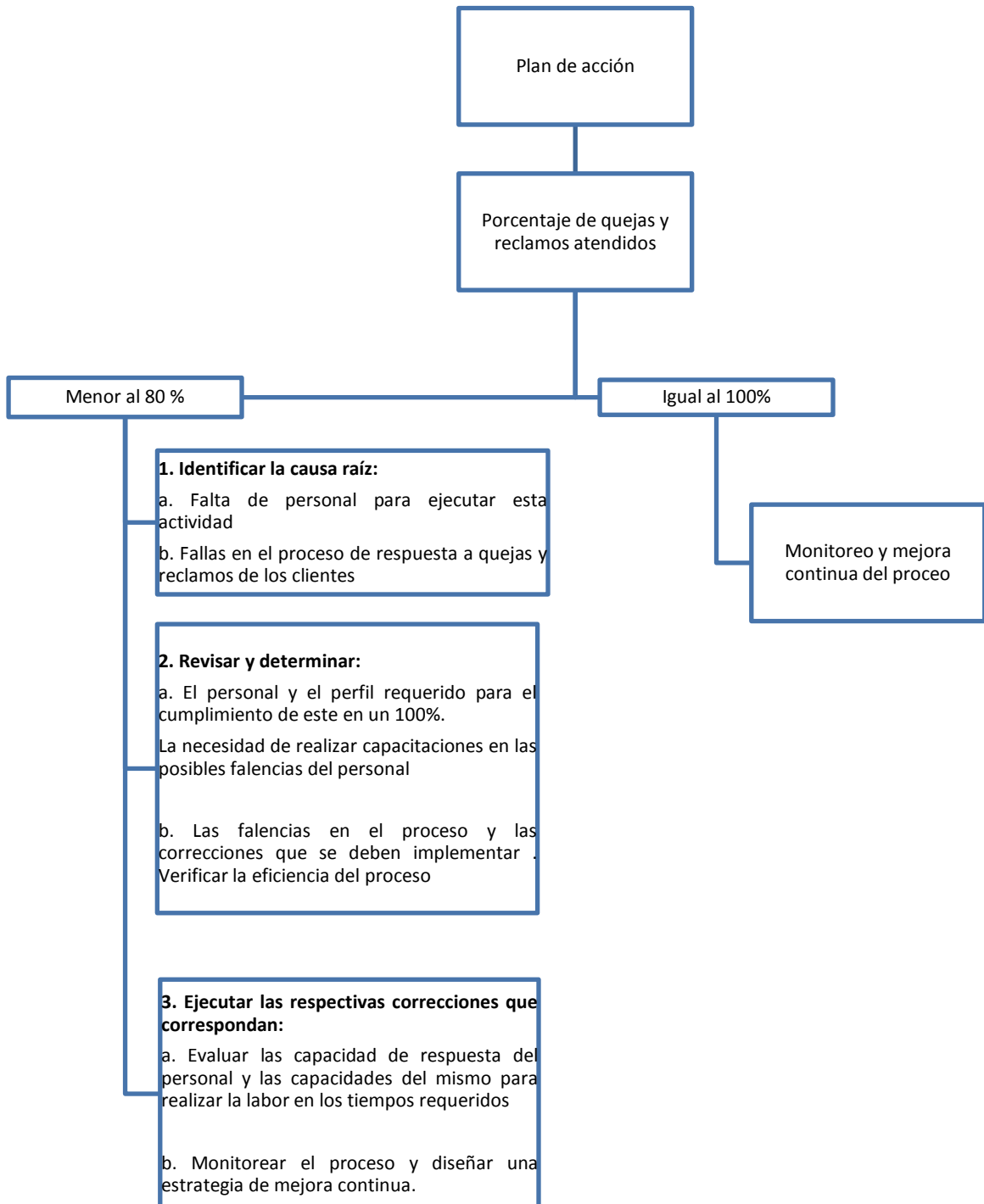
## 5.2.1. Porcentaje de ejecución



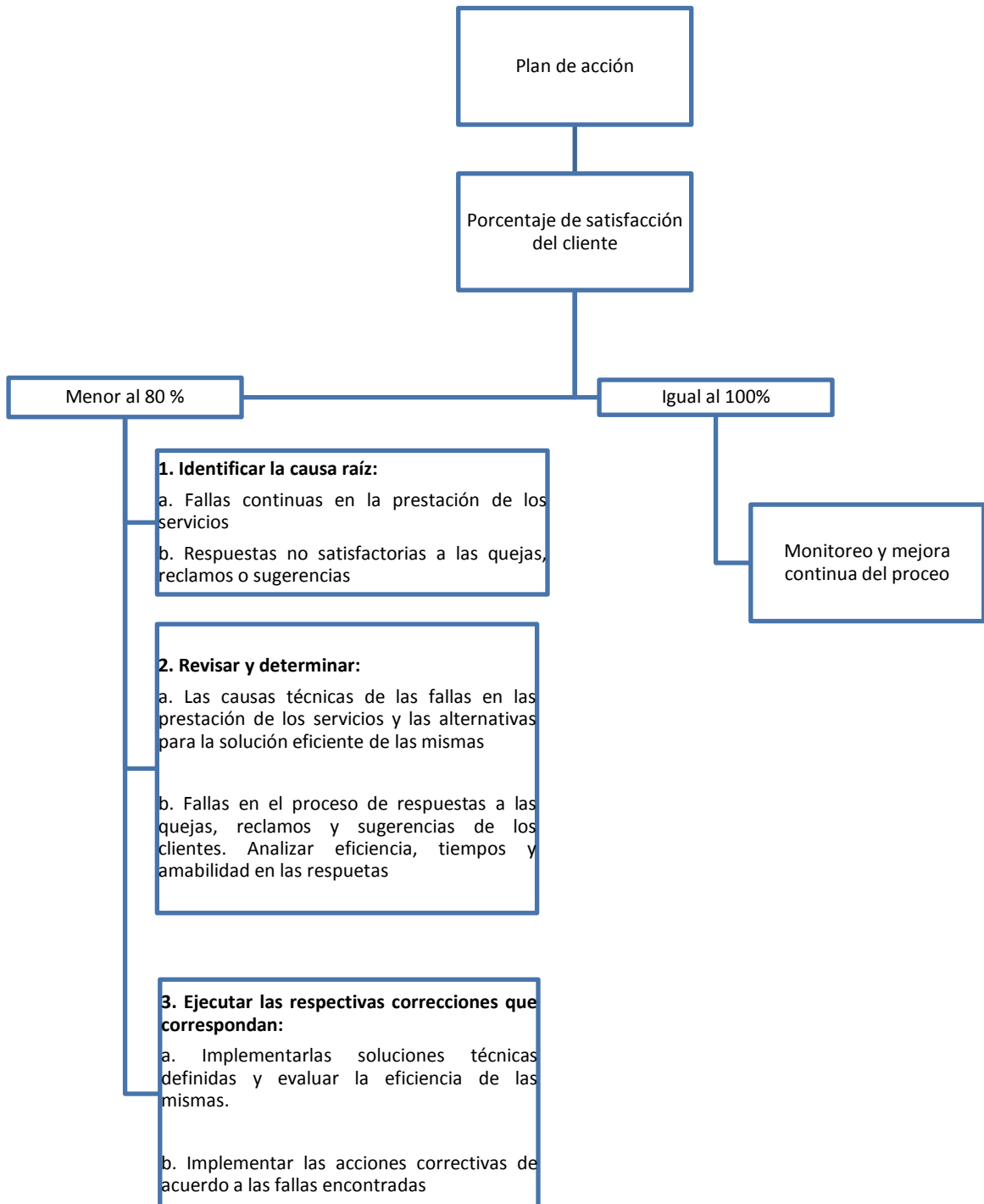
## 5.2.2. Porcentaje de cobertura de Servicios (Acueducto, alcantarillado y aseo)



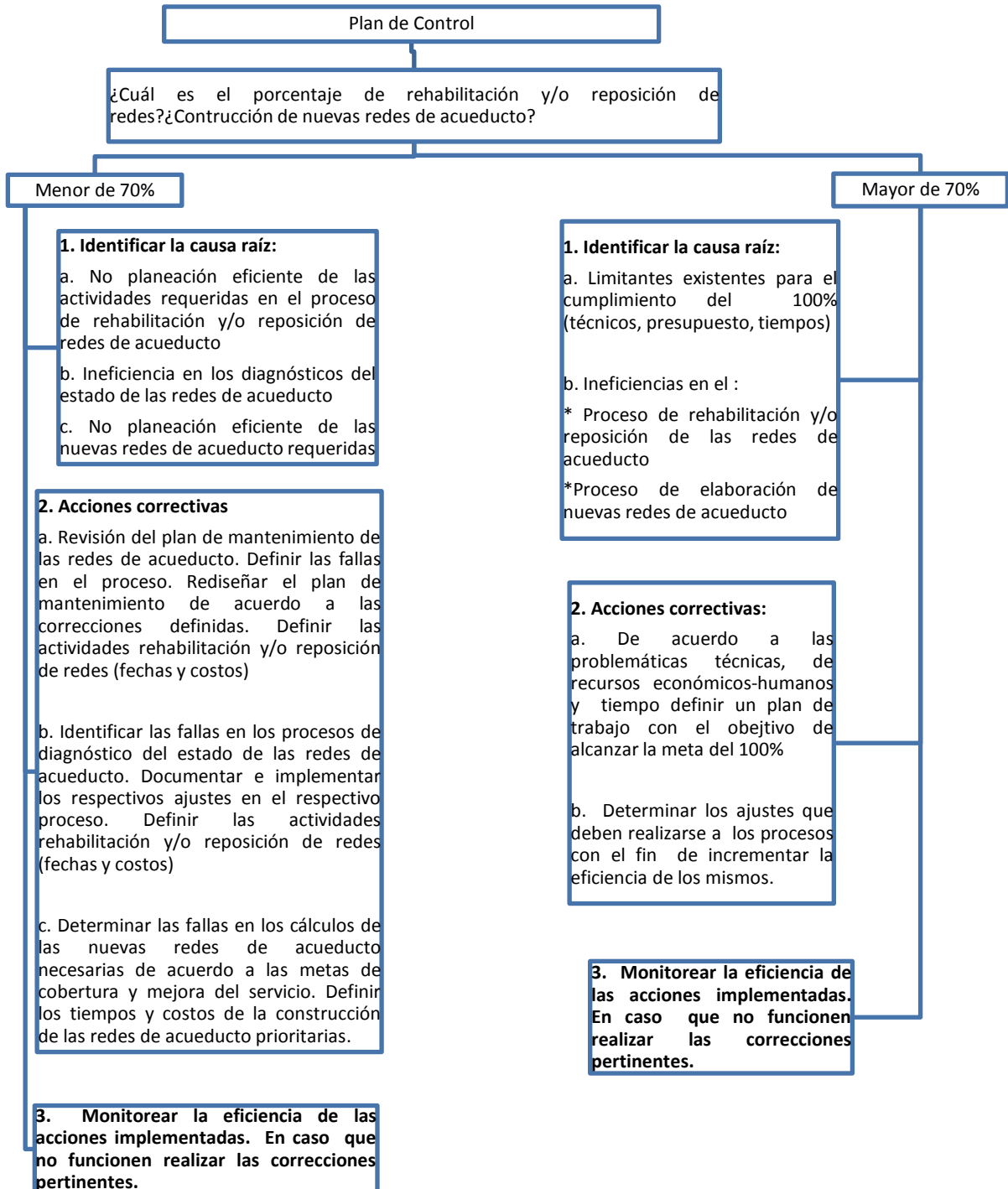
### 5.2.3. Porcentaje de quejas y reclamos atendidos



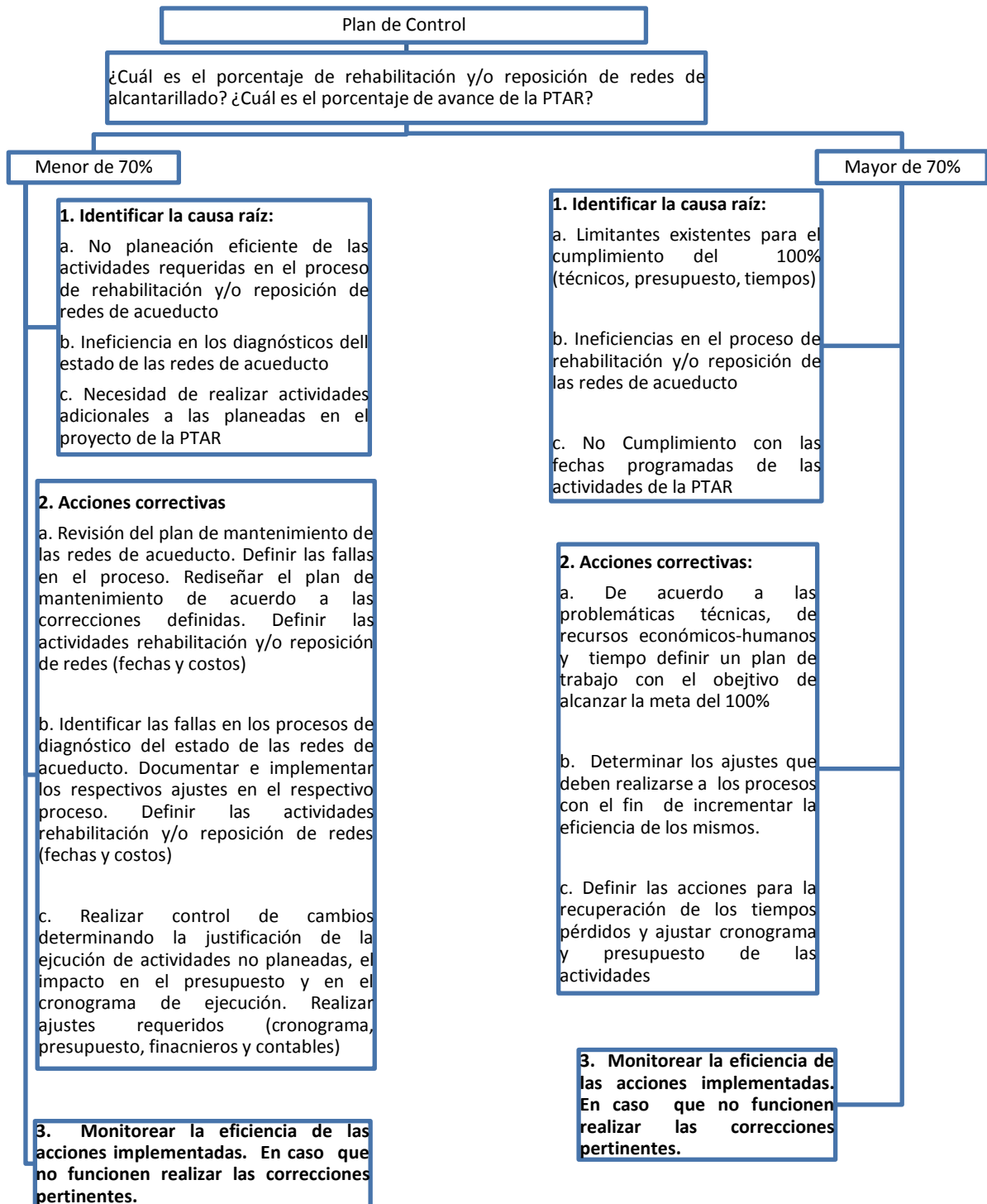
## 5.2.4. Porcentaje de satisfacción del cliente



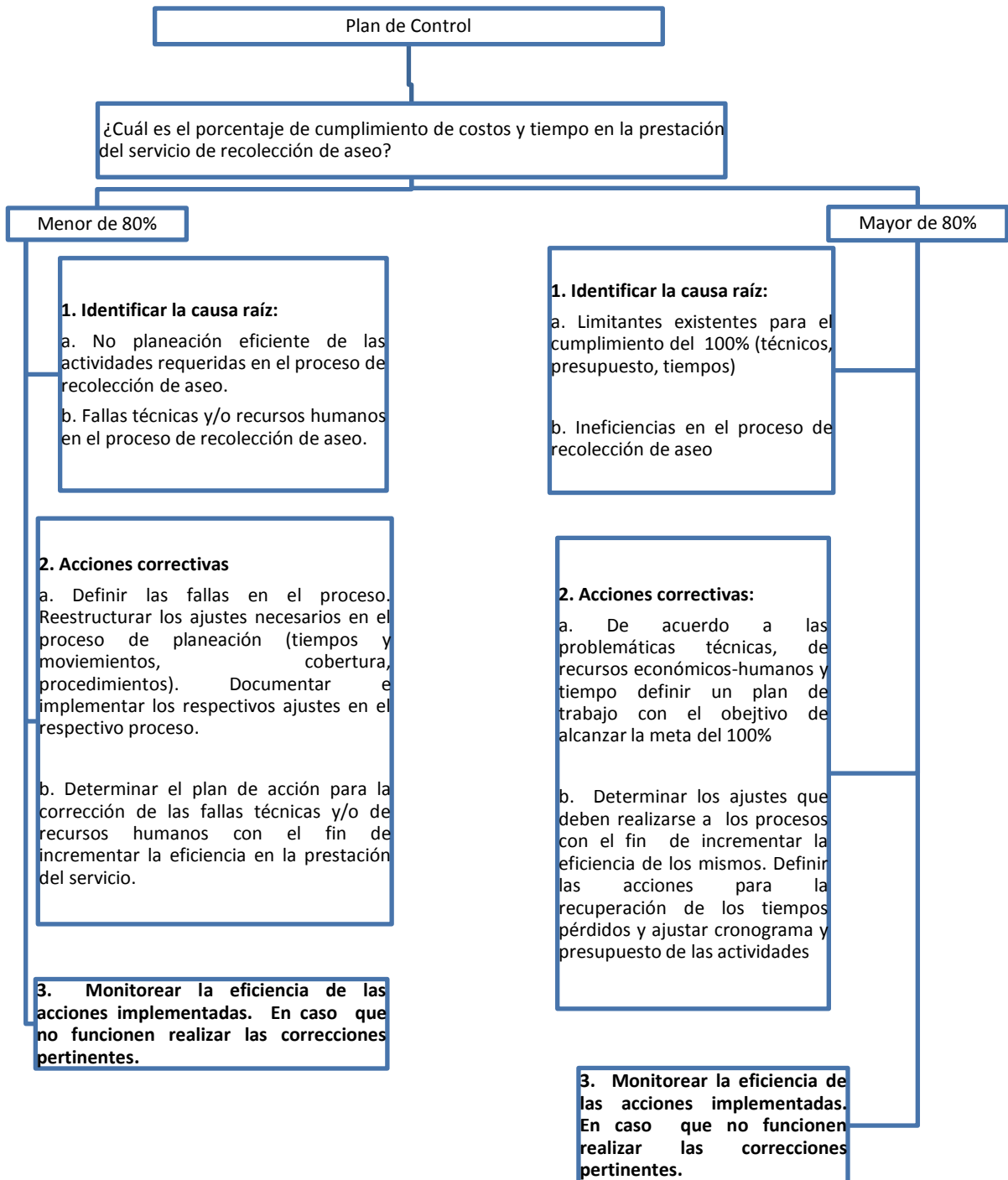
## 5.2.5. Gestión Integral de Redes de Acueducto



## 5.2.6. Manejo Integral de Saneamiento Básico de Alcantarillado



## 5.2.7. Manejo integral de residuos sólidos



### 5.3. PLAN DE GESTIÓN DE CARGUE DE INFORMACIÓN AL SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN (SUI)

El cargue de los datos al sistema único de información es uno de los principales procesos que tiene realizar la empresa Piedecuestana de Servicios y el cual presenta falencias. Por lo anterior a continuación se presenta la información que debe ser cargada:

Periodicidad	Debido a que el ID de la compañía termina en 4, el período para realizar la actualización es el tercer mes del año, antes del 30 de marzo
Información a reportar para inscripción y actualización	La información a reportar para efectos de la inscripción o actualización será específica teniendo en cuenta las particularidades de cada uno de los sectores de servicios públicos domiciliarios. Se debe reportar la siguiente información:
Documento base	Para complemento de esta información se encuentra el anexo 1 que corresponde al Anexo de la Resolución No. SSPD - 20101300048765 DEL 14- 12- 2010 "Por la cual se expide la Resolución Compilatoria respecto de las solicitudes de información al Sistema Único de Información - SUI de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo y se derogan las resoluciones 20094000015085, 20104000001535, 20104000006345, y 2010401001803". En este documento se encuentra de manera específica toda la información que se requiere conocer para realizar un cargue eficiente, oportuno y responsable de la información al SUI.
<b>SERVICIO DE ACUEDUCTO</b>	

<b>Tópico Financiero</b>	<p>En el tópico financiero se deben subir los siguientes formatos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Plan de Contabilidad para entes prestadores de servicios públicos domiciliarios</li> <li>✓ Reporte de información financiera complementaria al plan de contabilidad</li> <li>✓ Proyectos de inversión en infraestructura</li> <li>✓ Sistema de costos y gastos por actividades</li> <li>✓ Recursos sistema general de participaciones (SGP)</li> <li>✓ Contenido. Se especifica que la información básica que se debe subir al SUI correspondiente a cada uno de los reportes mencionados.</li> <li>✓ Unidad. Se explica claramente cómo se debe ingresar la información numérica. La presentación de los valores en la información del Plan de Contabilidad se registrará en pesos colombianos y sin decimales. El formato de estos saldos no debe presentar caracteres de separación de miles.</li> <li>✓ Formatos. Se presentan los formatos en que debe reportarse al SUI y las especificaciones definidas que deben cumplirse.</li> </ul> <p>Es importante tener en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Contenido. Se especifica que la información básica que se debe subir al SUI correspondiente a cada uno de los reportes mencionados.</li> <li>○ Unidad. Se explica claramente cómo se debe ingresar la información numérica. La presentación de los valores en la información del Plan de Contabilidad se registrará en pesos colombianos y sin decimales. El formato de estos saldos no debe presentar caracteres de separación de miles.</li> <li>○ Formatos. Se presentan los formatos en que debe reportarse al SUI y las especificaciones definidas que deben cumplirse.</li> </ul>
--------------------------	---

<b>TÓPICO COMERCIAL</b>	<p>La información para el reporte del tópico comercial está conformada por los siguientes formularios y formatos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formato Reclamaciones y Peticiones del servicio de Acueducto</li> <li>✓ Formato Tarifas aplicadas</li> <li>✓ Formato Acto de aprobación de tarifas de Acueducto</li> <li>✓ Formato Factura del servicio</li> <li>✓ Formulario Fondo de solidaridad y redistribución de ingresos</li> <li>✓ Formato Factores de Subsidios y Contribuciones</li> <li>✓ Formulario Subsidios solicitados por estrato al ente territorial</li> <li>✓ Formato Acto aprobación factores de subsidios y contribuciones</li> <li>✓ Formulario Centros poblados donde presta el servicio</li> <li>✓ Formulario Suscriptores proyectados</li> <li>✓ Formulario Encuesta transacción agua en bloque</li> <li>✓ Formulario Suministro de agua en bloque</li> <li>✓ Formulario Adquisición de agua en bloque</li> <li>✓ Formato Facturación Acueducto</li> <li>✓ Formulario Información Comercial Acueducto</li> <li>✓ Formulario Calibración de medidores</li> <li>✓ Formulario Registro Abastecimiento por Carro Tanque</li> <li>✓ Formulario Información Abastecimiento por Carro Tanques - Regular</li> <li>✓ Formulario Información Abastecimiento por Carro Tanques – Especial Contingencia</li> <li>✓ Formulario Concurso Económico 1</li> <li>✓ Formulario Concurso Económico 2</li> </ul> <p>Estudio de Costos y Tarifas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Modelo de Verificación de Estudios Tarifarios - MOVET -</li> <li>✓ Formato Costo de medio de inversión. CMI Valor de los activos (VA)</li> <li>✓ Formato Proyección de la demanda. Proyección anual de usuarios facturados</li> <li>✓ Formato Proyección de la demanda. Consumo facturado anual</li> <li>✓ Formato Valor presente de la inversión. Inversiones y metas por proyecto</li> <li>✓ Formato Metas globales</li> <li>✓ Formulario Tarifas Contractuales</li> <li>✓ Formato Costo insumos químicos</li> <li>✓ Formato Costo de energía acueducto</li> <li>✓ Formulario Encuesta transacción agua en bloque - CMop</li> <li>✓ Formato Costo de adquisición de agua en bloque - CMop</li> <li>✓ Formato Impuestos y tasas operativas acueducto</li> <li>✓ Formato CPB – Costos particulares de bombeo</li> <li>✓ Formato CMT – Costo de tasas ambientales acueducto</li> <li>✓ Formulario Fuentes de abastecimiento que componen el sistema no interconectado</li> </ul> <p>Se mencionan los formatos y formularios que deben ser subidos al SUI e igualmente en el anexo 1 se podrá encontrar las recomendaciones específicas de cada uno de ellos.</p>
<b>TÓPICO TÉCNICO-OPERATIVO</b>	<p>La información que se debe subir en SUI referente al tópico técnico-operativo es la siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Registro y reporte de información periódica de infraestructura técnica operativa</li> <li>✓ Cadena de valor</li> <li>✓ Formularios y formatos de registro y reporte e información calidad de agua en la red de distribución</li> </ul>

<b>TÓPICO ADMINISTRATIVO</b>	<p>La información para el reporte del tópico administrativo está conformada por los siguientes formularios y formatos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formulario Convenciones colectivas</li> <li>✓ Formato Información convenciones colectivas</li> <li>✓ Formulario Actualización de información convenciones colectivas</li> <li>✓ Formulario Personal por categoría de empleo</li> <li>✓ Formulario Indicadores cuantitativos de gestión</li> <li>✓ Formato Publicación indicadores para control social a las personas prestadoras de servicios públicos.</li> </ul>
<b>SERVICIO DE ALCANTARILLADO</b>	
<b>TÓPICO FINANCIERO</b>	<p>A continuación se presenta la información de los prestadores del servicio público de Alcantarillado que debe cargarse al “Sistema Único de Información”-SUI:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Plan de contabilidad para entes prestadores de servicios públicos domiciliarios</li> <li>✓ Reporte de información financiera complementaria al plan de contabilidad</li> <li>✓ Proyectos de inversión en infraestructura</li> <li>✓ Sistema de costos y gastos por actividades</li> <li>✓ Recursos sistema general de participaciones (SGP)</li> </ul>

<b>TÓPICO COMERCIAL</b>	<p>La información para el reporte del tópico comercial está conformada por los siguientes formularios y formatos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formato Reclamaciones y Peticiones del servicio de Alcantarillado</li> <li>✓ Formato Tarifas aplicadas</li> <li>✓ Formato Acto de aprobación de tarifas de Alcantarillado</li> <li>✓ Formato Factura del servicio</li> <li>✓ Formulario Subsidios solicitados por estrato al ente territorial</li> <li>✓ Formulario Fondo de solidaridad y redistribución de ingresos</li> <li>✓ Formato Factores de Subsidios y Contribuciones</li> <li>✓ Formato Acto aprobación factores de subsidios y contribuciones Alcantarillado</li> <li>✓ Formulario Centros poblados donde presta el servicio</li> <li>✓ Formulario Suscriptores proyectados</li> <li>✓ Formato Facturación Alcantarillado</li> <li>✓ Formulario Información Comercial Alcantarillado</li> <li>✓ Formulario Concurso Económico 1</li> <li>✓ Formulario Concurso Económico 2</li> <li>✓ Estudio de Costos y Tarifas.</li> <li>✓ Modelo de Verificación de Estudios Tarifarios - MOVET -</li> <li>✓ Formato Costo de medio de inversión. CMI Valor de los activos (VA)</li> <li>✓ Formato Proyección de la demanda. Proyección anual de usuarios facturados</li> <li>✓ Formato Proyección de la demanda. Consumo facturado anual</li> <li>✓ Formato Valor presente de la inversión. Inversiones y metas por proyecto</li> <li>✓ Formato Metas globales</li> <li>✓ Formulario Tarifas Contractuales</li> <li>✓ Formato Costo de energía alcantarillado - CE</li> <li>✓ Formato Costo de energía alcantarillado utilizada en el tratamiento de aguas</li> <li>✓ Formato Costo insumos químicos utilizados en el tratamiento de aguas</li> <li>✓ Formato Costo de servicios personales CTAR</li> <li>✓ Formato Otros costos de operación y mantenimiento asociados al tratamiento de aguas residuales</li> <li>✓ Formato Impuestos y tasas operativas alcantarillado</li> <li>✓ Formato CPB - Costos particulares de bombeo - Alcantarillado</li> <li>✓ Formato CMT - Costo de tasas ambientales alcantarillado</li> </ul>
-------------------------	---

<b>TÓPICO TÉCNICO-OPERATIVO</b>	<p>La información para el reporte del tópico técnico operativo está conformada por los siguientes formularios y formatos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formulario Registro de fuentes</li> <li>✓ Formulario Actualización de fuentes</li> <li>✓ Formulario Caracterización de cuerpos receptores</li> <li>✓ Formulario Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos</li> <li>✓ Formulario Registro de PSMV</li> <li>✓ Formulario Seguimiento al PSMV</li> <li>✓ Formulario Seguimiento Recursos al PSMV</li> <li>✓ Formulario Registro Sistemas de tratamiento de aguas residuales</li> <li>✓ Formulario Unidades de Tratamiento que posee el sistema de tratamiento de aguas residuales</li> <li>✓ Formulario Municipios beneficiados por el Sistema de Tratamiento de aguas residuales</li> <li>✓ Formulario Actualización de Sistemas de tratamiento de aguas residuales</li> <li>✓ Formulario Tratamiento de aguas residuales análisis fisicoquímicos y microbiológicos</li> <li>✓ Formulario Residuos generados en sistemas de tratamiento de aguas residuales</li> <li>✓ Formulario Sistema de tratamiento de lodos</li> <li>✓ Formato Registro de puntos de vertimiento sobre el cuerpo receptor</li> <li>✓ Formulario Actualización de puntos de vertimiento sobre el cuerpo receptor</li> <li>✓ Formulario Vertimientos a cuerpos receptores</li> <li>✓ Formulario Manejo de cuencas</li> <li>✓ Formulario Tipo de Alcantarillado</li> <li>✓ Formulario Alcantarillado pluvial</li> <li>✓ Formulario Alcantarillado sanitario</li> <li>✓ Formulario Alcantarillado combinado</li> <li>✓ Formulario Componentes del sistema</li> <li>✓ Formulario Registro de estaciones de bombeo en alcantarillado</li> <li>✓ Formulario Actualización de estaciones de bombeo en alcantarillado</li> <li>✓ Formulario Costo de energía eléctrica, ACPM y Fuel Oil en recolección</li> <li>✓ Formulario Costo de energía eléctrica, ACPM y Fuel Oil en disposición final</li> <li>✓ Formulario Costo de energía eléctrica, ACPM y Fuel Oil en tratamiento</li> <li>✓ Formulario Otros costos en tratamiento no asociados al bombeo</li> <li>✓ Formulario Cuestionario Vulnerabilidad alcantarillado</li> <li>✓ Formulario Vulnerabilidad alcantarillado</li> <li>✓ Formato Redes sistema de alcantarillado</li> <li>✓ Formulario Encuesta sistemas no interconectados</li> <li>✓ Formulario Registro de sistemas no interconectados</li> <li>✓ Formulario Área de prestación de sistemas no interconectados</li> <li>✓ Formulario Datos generales con el nombre del sistema no interconectado</li> </ul>
<b>TÓPICO ADMINISTRATIVO</b>	<p>La información para el reporte del tópico administrativo está conformada por los siguientes formularios y formatos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formulario Convenciones colectivas</li> <li>✓ Formato Información convenciones colectivas</li> <li>✓ Formulario Actualización de información convenciones colectivas</li> <li>✓ Formulario Personal por categoría de empleo</li> <li>✓ Formulario Indicadores cuantitativos de gestión</li> <li>✓ Formato Publicación indicadores para control social a las personas prestadoras de servicios públicos.</li> </ul>

<b>SERVICIO DE ASEO</b>	
<b>TÓPICO FINANCIERO</b>	<p>La información financiera básica que deben reportar al SUI es la siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Plan de Contabilidad para entes prestadores de servicios públicos domiciliarios, en adelante Plan de Contabilidad</li> <li>✓ Estados Financieros Básicos (Balance general, Estado de resultados, Flujo de Efectivo, Estado de Cambios en la posición financiera, Estado de Cambios en el Patrimonio, Notas a los estados financieros).</li> </ul>
<b>TÓPICO COMERCIAL</b>	<p>La información para el reporte del tópico comercial está conformada por los siguientes formularios y formatos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formato Reclamaciones y Peticiones del servicio de aseo</li> <li>✓ Formulario Multiusuarios del servicio de aseo</li> <li>✓ Formulario Aplicación tarifaria</li> <li>✓ Formulario Tarifas contractuales municipio</li> <li>✓ Formato Tarifa aplicada mes</li> <li>✓ Formato Acto de aprobación de tarifas de aseo</li> <li>✓ Formato Audiencia pública</li> <li>✓ Formato Publicación de costos y tarifas</li> <li>✓ Formato Soporte del estudio de costos</li> <li>✓ Formulario Costos y parámetros aplicados en el cálculo de tarifas del servicio de aseo</li> <li>✓ Formulario Sitios de disposición final de mínimo costo y alternativos</li> <li>✓ Formulario Costo de Tratamiento y Disposición Final – Operador Sitio de Disposición Final</li> <li>✓ Formulario Variables para el cálculo de costos</li> <li>✓ Formulario Variables para el cálculo de tarifas</li> <li>✓ Formato Contrato suscrito con el municipio</li> <li>✓ Formulario Fondo de solidaridad y redistribución de ingresos</li> <li>✓ Formato Factores de subsidios y contribuciones</li> <li>✓ Formulario Subsidios solicitados por estrato al ente territorial</li> <li>✓ Formato Acto aprobación factores de subsidios y contribuciones</li> <li>✓ Formulario Suscriptores del servicio de aseo</li> <li>✓ Formato Comercial aseo operadores de sitios de disposición final, aprovechamiento y/o transferencia</li> <li>✓ Formato Facturación comercial de aseo</li> <li>✓ Formato Factura del servicio</li> <li>✓ Formulario Concurso económico 1</li> <li>✓ Formulario Concurso económico 2</li> </ul>

<b>TÓPICO TÉCNICO-OPERATIVO</b>	<p>La información para el reporte del tópico técnico operativo está conformada por los siguientes formularios y formatos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formulario Registro de áreas de prestación del servicio</li> <li>✓ Formulario Centroíde del área de prestación del servicio</li> <li>✓ Formato Vértices del área de prestación del servicio</li> <li>✓ Formulario Actualización de estado - Áreas de prestación del servicio</li> <li>✓ Formato Registro de microrutas</li> <li>✓ Formato Toneladas provenientes del área de prestación del servicio</li> <li>✓ Formulario Continuidad en recolección del servicio de aseo</li> <li>✓ Formato Peajes</li> <li>✓ Formato Registro de vehículos para el transporte de residuos sólidos</li> <li>✓ Formulario Actualización de estado - vehículos</li> <li>✓ Formulario Continuidad en barrido y limpieza</li> <li>✓ Formulario Registro de estaciones de transferencia</li> <li>✓ Formato Estaciones de transferencia</li> <li>✓ Formulario Actualización de estado - Estaciones de transferencia</li> <li>✓ Formulario Registro de plantas para el aprovechamiento de residuos sólidos</li> <li>✓ Formulario Actualización de estado - Plantas para el aprovechamiento de residuos sólidos</li> <li>✓ Formulario Características de la planta de aprovechamiento</li> <li>✓ Formulario Cantidad de residuos sólidos aprovechados</li> <li>✓ Formato Sitios de aprovechamiento</li> <li>✓ Formulario Registro de sitios de disposición final</li> <li>✓ Formato Autorización ambiental</li> <li>✓ Formato Reglamento operativo</li> <li>✓ Formulario Bascula de pesaje - Operador del sitio</li> <li>✓ Formulario Actualización de sitios de disposición final</li> <li>✓ Formato Disposición final - Operador del sitio de disposición final</li> <li>✓ Formulario Rellenos sanitarios</li> <li>✓ Formulario Registro de plantas de incineración</li> <li>✓ Formulario Actualización de plantas de incineración</li> <li>✓ Formulario Actualización de estado – Microrutas</li> <li>✓ Formulario Capacidad de recepción y toneladas dispuestas</li> </ul>
<b>TÓPICO ADMINISTRATIVO</b>	<p>La información para el reporte del tópico administrativo está conformada por los siguientes formularios y formatos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formulario Convenciones colectivas</li> <li>✓ Formato Información convenciones colectivas</li> <li>✓ Formulario Actualización de información convenciones colectivas</li> <li>✓ Formato Personal por categoría de empleo</li> <li>✓ Formulario Indicadores cuantitativos de gestión</li> <li>✓ Formato Publicación indicadores para control social a las personas prestadoras de servicios públicos.</li> </ul>

## 6. CONCLUSIONES

- Los porcentajes de cobertura de los tres principales servicios de la empresa Piedecuestana de servicios son satisfactorios (80%) y están directamente relacionados con las inversiones realizadas para la ampliación y mantenimiento de los procesos que se requieren. Igualmente, para alcanzar la cobertura meta del 100% se debe realizar un análisis de los usuarios que corresponden al 20% que aún no está cubierto y las necesidades que la compañía debe cubrir para responder a este mercado.
- Entre las principales debilidades que se encontraron en el análisis de la información se encontró el proceso de planeación de actividades y por ende presupuestal. En los últimos años se observó principalmente una sobrejecución de los presupuestos planeados indicando falencias en las proyecciones realizadas. Por lo anterior es importante aterrizar las necesidades de la compañía en relación con la metas de la misma.
- Se requiere optimizar la estrategia para conocer el porcentaje de satisfacción de los clientes con la prestación de los servicios y de igual manera mejorar la eficiencia y el tiempo de respuesta de las quejas y reclamos de los usuarios.
- Se evidencia la necesidad de retroalimentar el proceso requerido para el cumplimiento del cargue de la información al SUI. Es importante capacitar, formar y evaluar la comprensión de cada uno de los datos que se deben reportar al grupo de personas encargadas. En este mismo sentido se debe definir los roles y responsabilidades para el cumplimiento de esta obligación.

## 7. RECOMENDACIONES

- Piedecuestana de Servicios SAS debe identificar las principales causas de las fallas en el proceso de planeación presupuestal de las actividades a ejecutar anualmente ya que no es eficiente y está impactando negativamente el desarrollo de las actividades. Se debe ajustar el proceso de planeación verificando que no existan subejecución o sobrejecución del presupuesto.
- Revisar cada uno de los indicadores que se tienen planteados en la empresa y evaluar la funcionalidad y/o control de las mismas en el mejoramiento y eficiencia continua de los procesos. Se identificaron algunos indicadores que no aportan en el control estadístico de los procesos. Se debe realizar los respectivos ajustes.
- Capacitar el personal en el cargue de la información al SUI debido a que existen dudas aún en el personal referente a cómo realizar esta labor. Igualmente determinar roles y responsabilidades en la ejecución de esta labor ya que no existe claridad.

## BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, Borrego. Josué. Control Estadístico de Procesos. México. [En Línea]. [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: [http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5507/MANUAL\\_CURSO\\_CONTROLESTADISTICODEPROCESOS.pdf?sequence=1](http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5507/MANUAL_CURSO_CONTROLESTADISTICODEPROCESOS.pdf?sequence=1)

ÁLVAREZ, Lilián; SERRANO, Iván. Diseño e implementación de un sistema de control estadístico en la empresa Forcol Ltda. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Universidad Industrial de Santander-UIS. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. 2009

CARRO PAZ, Roberto; GONZÁLEZ GOMEZ, Daniel. Control Estadístico de Procesos. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. [En Línea]. [citado 18 de junio de 2016] Disponible en: [http://nulan.mdp.edu.ar/1617/1/12\\_control\\_estadistico.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1617/1/12_control_estadistico.pdf)

CASTRO, Gyobany. Evaluación de Control Estadístico para el proceso de Enfriamiento con Chiller, en planta de beneficio de aves para el consumo humano en Pimpollo S.A.S Pereira. Universidad Industrial de Santander-UIS. Facultad de Ciencias. Escuela de Matemáticas

GIRALDO CASTAÑO Beatriz. Sistema Único De Información SUI. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. [en línea] [citado 25 de junio de 2016] disponible en: [http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/7/43997/sspd\\_sui.pdf](http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/7/43997/sspd_sui.pdf)

GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA 2016 [En Línea]. [citado 16 de junio de 2016] Disponible en: [http://www.antioquia.gov.co/XLSX/presentaci%C3%B3n\\_sui.pdf](http://www.antioquia.gov.co/XLSX/presentaci%C3%B3n_sui.pdf)

LAUDON, Kenneth; LAUDON Jane. Sistemas de Información Gerencial. Octava Edición Pearson Education .2008.

LOMBARDERO, Luis; GONZÁLEZ, Carmen. Control Estadístico de Procesos. Bureau Veritas Formación, S.A. [en línea] [citado 20 de junio de 2016] Disponible en: [https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC17\\_Control\\_estadistico\\_procesos.pdf](https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC17_Control_estadistico_procesos.pdf)

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.. Ley 142 DE 1994 (julio 11) Diario Oficial No. 41.433 de 11 de julio de 1994 Servicios Públicos Domiciliarios Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones [en línea] [citado 25 de junio de 2016] disponible en: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/670382/LEY142DE1994.pdf/68f0c21d-fd78-4242-b812-a6ce94730bf1>

PIEDECUESTANA DE SERVICIOS ESP. Entes De Control Mecanismos de Control Extremo [en línea] [citado 25 de junio de 2016] disponible en:<http://www.piedecuestanaesp.gov.co/pds/index.php/planeacion/entes-de-control>

PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PÚBLICOS ESP. Plan Estratégico de Gestión 2012-2015. [http://www.piedecuestanaesp.gov.co/pds/images/Control\\_Interno\\_/plan\\_gestion/CAP\\_1\\_DIRECCIONAMIENTO ESTRATEGICO.pdf](http://www.piedecuestanaesp.gov.co/pds/images/Control_Interno_/plan_gestion/CAP_1_DIRECCIONAMIENTO ESTRATEGICO.pdf)

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS. RESOLUCION No. SSPD - 20101300048765 DEL 14- 12- 2010 “Por la cual

se expide la Resolución Compilatoria respecto de las solicitudes de información al Sistema Único de Información - SUI de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo y se derogan las resoluciones 20094000015085,20104000001535,20104000006345,y 20104010018035” [en línea] [citado 16 de julio de 2016] Disponible en: [http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/7/43997/sspd\\_sui.pdf](http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/7/43997/sspd_sui.pdf)

**ANEXO A. SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS  
DOMICILIARIOS ANEXO RESOLUCION No. SSPD - 20101300048765 DEL  
14- 12- 2010**

(ver carpeta anexa)