



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA.
UNAN - MANAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y ESTADÍSTICA**



**SEMINARIO DE GRADUACION PARA OPTAR AL TÍTULO DE LIC. EN
ESTADÍSTICA**

TEMA:

Análisis de la calidad de los procesos, mediante el control estadístico de la calidad de los tiempos de respuestas de actuaciones técnicas atendidas por el Dpto. de Agua Potable de ENACAL, de Enero-Octubre 2014

Autores:

Br. Norman J. Robles Ruiz.

Br. Milton A. López Tijerino.

Tutor:

Msc. Sebastián Gutiérrez Carballo.

Asesor Metodológico:

Msc. Sergio Ramírez Lanza.

Managua, Nicaragua 2015.



DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi madre, por haberme brindado su apoyo incondicional, creer en mí a lo largo de mi vida y velar por mi bienestar y educación, a mi esposa compañera inseparable en cada labor por depositar su entera confianza en mí y a mi hija como eje principal de todas mis metas y sueños por alcanzar.

Norman José Robles Ruiz

Decido este esfuerzo personal y este logro académico, a mi madre Digna Aurora Tijerino, por brindarme su apoyo permanente y darme la oportunidad de culminar mis estudios, a Dios por permitirme lograr con éxito esta etapa de mi vida

Milton Alonso López Tijerino

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por brindarme la oportunidad de cumplir esta fase de mi vida, gracias a mi madre, por todo su esfuerzo y haberme llevado hasta donde estoy, a mi hija y esposa, por su apoyo incondicional a todos mis profesores por ser un pilar sólido en mi educación, a todas las personas que estuvieron involucradas de manera directa e indirecta, para lograr esta meta propuesta.

Norman José Robles Ruiz

Doy gracias a Dios por permitirme terminar con éxito esta etapa de mi vida. Agradezco también al pilar de mi vida “mis padres” Digna Aurora Tijerino y José L López, que con su esfuerzo, tolerancia y amor, me han orientado por los caminos de la vida, agradezco a mis profesores del Departamento de Matemática y Estadística que han sido mi guía, amigos y compañeros que dieron el mejor esfuerzo por brindarnos su apoyo

Milton Alonso López Tijerino



RESUMEN

El presente trabajo de investigación consiste en el análisis de los procesos de las órdenes generadas para dar atención a las actuaciones técnicas reportadas a la Gerencia de Operación de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado ENACAL. También analiza los factores que influyen en el tiempo de respuesta a la atención (reparación) de estas actuaciones, también contempla la implementación de métodos estadísticos referente al control de la calidad de los procesos.

Los principales procesos encontrados fueron: asignación de la orden, solicitud de los materiales y trabajo de campo (atención a las reparaciones requeridas). Dichos procesos tienen actividades que ocasionan retraso en la finalización de la actuación técnica, tales como: ejecución de tareas de otras gerencias, falta de usos de sistemas informáticos. Otro proceso es la falta de parámetros establecidos para determinar los tiempos específicos necesarios de ejecución de las diferentes actuaciones técnicas.

Se logró determinar que actualmente los tiempos medios de respuesta para todos los procesos tienen una demora máxima de cinco días, ocasionando que el proceso en general se tome tiempos muy largos.

Asimismo dichos procesos se encuentran fuera de control debido a que los patrones de comportamiento presentan cambios en los niveles tales como: ciclos recurrentes, mucha variabilidad y falta de aleatoriedad. Las causas de que los procesos estén fuera de control son: personal insuficiente para atender todas las actuaciones técnicas en tiempo y forma, falta de material, equipo y transporte, pérdida de tiempo laboral efectivo.



TABLA DE CONTENIDO

I	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	ANTECEDENTES.....	2
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	4
II	OBJETIVO.....	5
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	5
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
III	MARCO TEÓRICO.....	6
3.1	REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	6
3.2	FUGA.....	6
3.3	CAUSAS QUE PRODUCEN LA FUGA.....	7
3.3.1	<i>Altas presiones:</i>	7
3.3.2	<i>Corrosión externa:</i>	7
3.3.3	<i>Corrosión interna:</i>	7
3.3.4	<i>Efectos del tráfico:</i>	7
3.3.5	<i>Movimiento del suelo:</i>	7
3.3.6	<i>Mala calidad de los materiales y accesorios:</i>	8
3.3.7	<i>Edad de la tubería:</i>	8
3.4	DEFINICIÓN DE ACTUACIÓN TÉCNICA.....	8
3.5	CENTRO DE ATENCIÓN TELEFÓNICA 127.....	8
3.6	CLASIFICACIÓN DE LLAMADAS QUE GENERAN UNA ORDEN DE ACTUACIÓN TÉCNICA.....	10
3.7	GERENCIA DE OPERACIONES.....	11
3.7.1	<i>Funciones Generales de la Gerencia de Operaciones:</i>	11
3.8	INCIDENCIA OPERATIVA.....	11
3.9	DPTO. DE AGUA POTABLE.....	12
3.9.1	<i>Función general:</i>	12
3.10	ACTUACIONES TÉCNICAS ESPECÍFICAS QUE SE ENCARGA EL DPTO. DE AGUA POTABLE EN ATENDER.....	12
3.11	DEFINICIÓN DE CONTROL DE CALIDAD.....	13
3.12	ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA MEDICIÓN DE LA CALIDAD.....	13
IV	HIPÓTESIS.....	18



V	DISEÑO METODOLÓGICO	19
5.1	TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
5.2	ÁREA DE ESTUDIO	19
5.3	UNIVERSO Y MUESTRA DE ESTUDIO.....	20
5.4	MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	21
5.5	MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	21
5.6	PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN.....	21
5.7	PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.	22
VI	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	23
6.1	ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE PROCESOS	23
6.1.1	PROCESOS DE REALIZACIÓN DE LA ACTUACIÓN TÉCNICA.	23
6.1.2	PROCESO I: ENTRADA DE LA ORDEN.....	23
6.1.3	PROCESO II: ASIGNACIÓN DE LA ORDEN DE ACTUACIÓN POR EL DPTO. DE AGUA POTABLE.	24
6.1.4	PROCESO III: SOLICITUD DE MATERIALES.	24
6.1.5	PROCESO IV: REALIZACIÓN DE TRABAJO.	25
6.2	ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DE LOS TIEMPOS ESPECÍFICOS DE RESPUESTA.	27
6.2.1	ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DE LOS TIEMPOS EN EL PROCESO GENERAL.	27
6.2.2	ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DE LAS ACTUACIONES TÉCNICAS EN EL PROCESO II “ASIGNACIÓN DE LA ORDEN”	28
6.2.3	ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DE LAS ACTUACIONES TÉCNICAS EN EL PROCESO III “SOLICITUD DE MATERIALES”	29
6.2.4	ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DE LAS AT EN EL PROCESO IV “REALIZACIÓN DE TRABAJO”	30
6.3	ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS PROCESOS.	31
6.3.1	GRÁFICA DE CONTROL DEL PROCESO GENERAL.	32
6.3.2	GRÁFICAS DE CONTROL PARA EL PROCESO II “TIEMPOS DE ESPERA EN LA ASIGNACIÓN DE LA ORDEN DE LAS ACTUACIONES TÉCNICAS”.	33
6.3.3	COMPORTAMIENTO DE LOS PUNTOS TOMANDO EN CUENTA UN PORCENTAJE DE LA MUESTRA.....	35
6.3.4	GRÁFICAS DE CONTROL PARA EL PROCESO III “SOLICITUD DE MATERIALES”.	38
6.3.5	GRÁFICAS DE CONTROL PARA EL PROCESO IV “TRABAJO EN CAMPO”	43
6.4	PRINCIPALES CAUSAS QUE INCIDEN EN LOS PROCESOS.	46
VII	CONCLUSIONES.	47
VIII	RECOMENDACIONES.	48
	BIBLIOGRAFÍA.	49
	ANEXOS	50



INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Clasificación de la actuación técnica.....	10
Tabla 2. Actuaciones específicas del Dpto. de Agua Potable	12
Tabla 3. Variables.....	21
Tabla 4. Análisis descriptivo de las Actuación Técnicas.	28
Tabla 5. Tiempo de respuesta en el proceso II	28
Tabla 6. Tiempo de espera en la asignación por actuación Técnica en el proceso II por actuación Técnica	29
Tabla 7. Tiempo de respuesta para la solicitud de materiales (proceso III)	29
Tabla 8. Tiempo de respuesta en el proceso III por actuación técnica.....	30
Tabla 9. Tiempo de respuesta en el proceso IV	30
Tabla 10. Tiempo de respuesta en el proceso IV por actuación técnica.....	31



I INTRODUCCIÓN

La presente investigación describe los procedimientos que se llevan a cabo para la atención de Actuaciones Técnicas en la gerencia de operaciones de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado ENACAL.

El estado físico actual de las tuberías de conducción tiende a sufrir un deterioro, haciendo que la capacidad del servicio disminuya, a esto se le atribuyen diferentes factores que pueden provocar potenciales fisuras en las tuberías generando grandes pérdidas de volúmenes de agua.

Estos volúmenes de agua irrecuperables constituyen una gran pérdida económica para la empresa. Actualmente el índice de pérdida de agua o agua no facturada (ANF) en el Municipio de Managua es del 55 %, esto quiere decir que del total de agua producida por la empresa gran parte de esta no se factura.

En función de lo anterior la gerencia de operaciones, es un área enfocada en dar respuesta a esta problemática teniendo como objetivo estratégico “la reducción de los volúmenes de agua no contabilizada” contemplado en el Plan de Desarrollo Institucional de ENACAL 2003 -2017.

En el Plan Estratégica de Desarrollo Institucional de ENACAL se consignan los lineamientos generales, objetivos, resultados e impactos esperados, así como los medios para conducir a la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados – ENACAL, por la senda de su desarrollo institucional que le facilite, con adecuados índice de eficiencia y eficacia, cumplir con los fines de su creación ***“brindar el servicio de agua potable, recolección y disposición de aguas residuales”***.



1.1 ANTECEDENTES

Hasta la fecha ENACAL no cuenta con estudios previos que comprendan el tema analizado en este informe. Se realizó la recopilación de información durante la etapa de gabinete y no se obtuvieron ningún tipo de datos relacionados al tema de análisis en esta tesis.

La falta de información puede provocar que algunos de los resultados obtenidos no puedan ser comparados o validados a través de indicadores de cumplimiento de procesos. Por cual el presente trabajo también toma relevancia dado que establece la línea base del análisis cualitativo de los procesos llevados a cabo en el departamento de actuaciones técnicas de ENACAL,

Este análisis ayudará a ENACAL a obtener una visión general de la condición actual de las actividades que se realizan dentro de los procesos de atención a las actuaciones técnicas para agilizar la toma de decisiones determinantes para la eficiencia de estos.



1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Centro de Atención Telefónica 127 recibe a diario llamadas de usuarios que reportan averías principalmente en la red de agua potable. Durante el proceso de atención y seguimiento se observan diferentes problemas lo cual ocasiona el incremento en los tiempos de respuesta y por consiguiente pérdidas físicas de agua, así como un mayor detrimento a las finanzas tanto de la empresa como del usuario.

En el departamento referido se atienden aproximadamente 1200 reportes de fugas en la red de agua potable mensualmente, lo cual ocasiona problemas de abastecimiento a la población y pérdidas económicas para la empresa.

A fin de reducir estos inconvenientes, se han destinado diez cuadrillas de Mantenimiento de Red, las cuales tienen la misión de dar respuesta a estos problemas en el menor tiempo posible, sin embargo, la falta de normas y procedimientos, así como los manuales de función del área involucrada, obstaculiza el desarrollo eficiente e incrementa los tiempos de respuesta.

Es por ello que surge la necesidad de definir los principales procesos que contribuyan al desarrollo eficiente de dichas actividades.

Por tal motivo, se tomó en cuenta la realización del análisis a fin de medir la eficiencia de estos procesos con respecto a los tiempos de respuesta desde el momento de su reporte hasta la finalización de cada tarea.



1.3 JUSTIFICACIÓN

Es de suma importancia entender el procedimiento de cómo se realiza las actividades que conllevan a definir los procesos dentro de las áreas relacionadas encargadas de dar respuesta al servicio solicitado por los usuarios.

Esta investigación se refiere a la respuesta de atención a las actuaciones técnicas y a una descripción del flujo de los procesos desde el inicio hasta su culminación. De este modo se puede identificar fortalezas y debilidades de cada área involucradas en dar respuesta a las mismas.

Se requiere una definición óptima de los flujos de procesos, así como los recursos y materiales necesarios para reducir los tiempos de respuesta a las demandas planteadas, sirviendo como referencia para una mejor planificación y control del trabajo operativo.

Esta investigación puede servir de referencia para el análisis de otros procesos dentro o fuera de la Gerencia de Operaciones, realizando un análisis más exhaustivo. También facilitaría la creación de documentos que especifiquen los procedimientos de cómo se debe de llevar a cabo la atención una actuación técnica dando paso a nuevas herramientas tecnológicas que faciliten la operación, programación y ejecución de éstas, aspectos que se pueden utilizar como referencia para establecer normas de procedimiento.



II OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la calidad de los procesos en los tiempos de respuestas de actuaciones técnicas atendidas por el Dpto. de Agua Potable de ENACAL. En el Municipio de Managua. Enero-Octubre 2014

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir los tipos de procesos con los que se lleva a cabo una asignación de actuación técnica para debida su atención.
2. Identificar los tiempos específicos de respuesta con los que se lleva a cabo las actuaciones técnicas en cada proceso.
3. Evaluar los procesos que se encuentran fuera de control con respectos a los tiempos de respuesta y sus posibles causas.



III MARCO TEÓRICO

El marco teórico está orientado principalmente a la descripción y a análisis de la problemática en la Empresa “Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado” (ENACAL), asimismo hace referencia en la relación del problema planteado con respecto a la teoría con la que se cuenta. Esta parte conceptualizada permite tener una idea clara del problema general de la investigación.

3.1 Redes de distribución.

Una red de distribución de agua potable es el conjunto de tuberías, accesorios y estructura que conducen el agua desde el tanque de servicio o de distribución hasta las tomas domiciliarias o hidrantes público, su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, industrial y para condiciones extraordinaria como extinguir incendios.

La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y a una presión adecuada. Los límites de calidad del agua, para que pueda ser considerada como potable se establecen en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1 vigente.

En la figura 1. muestra la configuración típica de un sistema de abastecimiento de agua en localidades urbanas. Es importante mencionar que una vez que el agua ha sido empleada, debe ser desalojada a través de una red distribución

3.2 Fuga.

Son flujos no controlados que se producen como consecuencia de desperfectos en la tubería y accesorios del sistema de distribución. Pueden presentarse tanto en conductos existente en las vías públicas, como en las instalaciones interiores, originando tres problemas con características diferentes entre sí.

Fugas superficiales o aquellas por escapes que afloran a la superficie de la calle y son visibles.

Fugas subterráneas, que no salen al exterior, sino que si infiltran en los acuíferos y en los colectores y son por tanto no visibles.



Escape interior, que se produce dentro de una edificación, es decir en la zona controlada por el usuario.

3.3 Causas que producen la fuga.

3.3.1 Altas presiones:

Normalmente, la presión máxima permisible en sistemas de distribución es de 70 mca. Aun cuando estas presiones son relativamente altas, aquellas en exceso a este valor aumentarán el consumo, el desperdicio y dañara los accesorios.

3.3.2 Corrosión externa.

La falta de protección contra la corrosión, tales como la protección catódica, el forrar las tuberías con láminas de polietileno y recubrir la tubería con materiales adecuados son factores de corrosión en la parte externa de la tubería.

3.3.3 Corrosión interna.

La corrosión interna está fuertemente ligada con la agresividad de las aguas que acarrear las tuberías.

3.3.4 Efectos del tráfico.

La selección de lugares inadecuados en las calles, el colocar las tuberías en zanjas con poca profundidad, así como una mala compactación de relleno aumentara un alto grado de efecto del tráfico.

3.3.5 Movimiento del suelo.

Aquellos lugares donde los movimientos del suelo se presentan con relatividad, frecuencia, debido a terreno que se desliza, temblores entre otros, causando daños en la tubería.



3.3.6 Mala calidad de los materiales y accesorios.

Debido a los costos elevado de accesorios y mano de obra, la economía es considera un reglón importante dentro de la empresa, adquiriendo materiales de bajos costos pero de muy mala calidad, provocando una alta incidencia de fallas en el sistema de distribución.

3.3.7 Edad de la tubería.

Muchos ingenieros colocan este factor en primer lugar de las causas de la fuga en las tuberías ya que están sujetas a condiciones adversas del terreno que hacen que la tubería se debilite progresivamente con el tiempo, probablemente si la tubería tiene más de 60 años, esta tiende a ser más vulnerable

3.4 Definición de actuación técnica.

Cuando los requerimientos del público y los encargados de la mantención están comunicados hay un proceso de evolución. Así es como los reclamos se efectúan, a través de una comunicación telefónica, este reclamo es denominado como una “solicitud de reparación” que es transferida computacionalmente a las unidades de mantenimiento de las redes.

En conclusión es una orden que se genera en el sistema comercial a través de una llamada de solicitud de reparación de fuga de un usuario, esta orden es enviada a las respectivas áreas encargadas de ejecutar la orden a este proceso se denomina como “actuación técnica”.

3.5 Centro de atención telefónica 127.

La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado coordina estos volúmenes de información a través de un centro computacional “Centro de atención al cliente 127” que transfiere estas solicitudes de reparación sistemáticamente por un sistema comercial, generando una orden clasificada como “Actuación Técnica” enviándola a la área específicamente encargada a la ejecución de esta orden según su clasificación.



El Centro de Atención Telefónica fue creado con el fin poner a disposición un espacio para quejas y reclamos relacionados con el servicio de agua potable y Alcantarillado Sanitario.

Inicialmente se habilitó una línea convencional atendida en horario de oficina por una persona y ésta se encargaba de pasar los reclamos al área correspondiente.

Debido al incremento de usuarios y demanda que ha venido teniendo este espacio de atención, se ha incrementado la cantidad de personal que atiende, así como el número de líneas telefónicas a disposición.

La modalidad de trabajo ha sido manual, anotando los reportes en cuadernos y luego en formatos previamente impresos para luego hacer consolidados y pasarlos a las diferentes dependencias de la empresa.

Con el paso del tiempo, se ha venido sustituyendo estas formas de trabajo manual por sistemas informáticos que permiten agilizar las tareas y optimizar los recursos de la empresa, especialmente el factor “tiempo telefónico” que es valioso en este departamento.

Actualmente, en su gran mayoría, las tareas se desarrollan de forma electrónica, lo que permite mejorar la calidad al momento de atención a usuarios.

Estos sistemas informáticos permiten reducir recursos, duplicidad de esfuerzos, así como mayor registro, control y seguimiento de las tareas.



3.6 Clasificación de llamadas que generan una orden de actuación técnica.

En la tabla 1, se muestra la lista de las órdenes que clasifica el sistema comercial como actuaciones técnicas asignadas, según al Departamento que le corresponda su respectiva reparación.

Tabla 1. Clasificación de la actuación técnica.

CÓDIGO	DAÑO REPORTADO
01	Tubo Roto en la calle
02	Tubo Roto en el Medidor
03	Sector sin Agua
04	Sector sin Agua por Tubo Roto
05	Problemas con Alcantarillado Sanitario
06	Conexión Ilegal
07	Poca Presión
08	Restauración de Acera / Anden
09	Hidrante con Fuga
10	Reemplazo de Medidor
11	Medidor Aterrado
12	Medidor Desnucado
13	Medidor Explotado
14	Servicios Nuevos
15	Restauración de adoquinado
16	Reconexión
17	Rellenar Zanja
18	Instalación de Cajuela
19	Información
20	Llamada equivocada
21	Reemplazo de Llave de Pase
22	Llamada Interna Recibida
23	Le Sale Agua Sucia
24	Sin pase de Agua
25	Medidor Con fuga
26	Tubo Roto en el Anden
27	Instalación de Tapadera
28	Sector Sin Agua por Falla de Energía
29	Reclamos Por Recibos Alterados
30	Cambio de Razón Social
31	Reporte de Robo de Medidor
32	Medidor descontrolado
33	Llamada Anónima
34	Reporte de Casos Departamentales
35	Estados de Cuenta
36	Reparación de Válvula. (En la Calle)

Fuente: Centro de Atención Telefónica 127 ENACAL.



3.7 Gerencia de operaciones.

3.7.1 Funciones Generales de la Gerencia de Operaciones.

Como generalidades de la Gerencia esta garantizar la operación eficiente y eficaz de los sistemas de conducción, sistemas de regulación, distribución y brindar un óptimo servicio de agua potable al consumidor, al mismo tiempo asegurar la operación y mantenimientos de los sistemas de distribución del servicio garantizando las mejores condiciones de calidad del servicio.

Dentro de sus funciones se encuentra, planear, programar, organizar y evaluar el funcionamiento de los departamentos, oficinas y distan unidades de trabajos a su cargo.

Supervisa y evalúa el grado de eficiencia y economía de la utilización de los recursos técnicos, materiales y potencial humano a cargo de la Gerencia.

3.8 Incidencia operativa.

Procura la atención eficiente y eficaz de los reclamos operacionales de los clientes que a nivel de abastecimiento de los sistemas de distribución, presentan de forma verbal o escrita, coordinando con las áreas operativas correspondientes lo que deben hacer para alcanzar metas en la calidad reclamos.

De tal manera que ejecuta y controla la atención de reclamos e inspecciones de servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, referido en procesos de producción, distribución, medición, reparación, recolección y mantenimiento en general.



3.9 Dpto. de Agua Potable.

3.9.1 Función general.

Programa, dirige, organiza, ejecuta y controla las actividades del departamento de agua potable de acuerdo al plan operativo anual y programas de control de la calidad.

Programa, dirige, organiza, ejecuta y controla la operación, funcionamiento, mantenimiento y reparación de la redes de AP, evitando el desperdicio y fugas en los sistemas de distribución.

Opera y hace funcionar los sistemas de redes para asegurar la cantidad, continuidad del abastecimiento del servicio.

Revisa y registra las solicitudes de atención de conexiones domiciliarias de agua potable.

3.10 Actuaciones técnicas específicas que se encarga el Dpto. de Agua Potable en atender.

Tabla 2. Actuaciones específicas del Dpto. de Agua Potable

CÓD.	DAÑO REPORTADO	ABREVIATURA	RESPONSABLE
01	Tubo Roto en la Red	TRC	Agua Potable
02	Reparación o Instalación de Válvula en la Calle	IVC	
03	Tubo Roto en el Anden	TRA	
04	Tubo Roto en Acometida	TRAC	
05	Hidrante con Fuga	HF	
06	Tubo Roto Interno (Pozos, Instalaciones, etc.)	TRI	
07	reemplazo de llave de Pase Mayor 2"	RLLP + 2"	
08	Instalación de Macromedidor	Inst. Macro	
09	Le Sale Agua Contaminada	SAS	
10	Poca Presión	PP	
11	Sin pase de Agua desde Acometida	SPA-Perf.	
12	Sector sin Agua por Tubo Roto	SSATR	
13	Sector sin Agua por Obstrucción	SSA-Obst.	



3.11 Definición de control de calidad.

Es importante la interpretación que hacemos de la palabra de “calidad” en su interpretación más amplia calidad significa calidad del trabajo, calidad del servicio, calidad del proceso.

Conjunto de propiedades y características de un producto, proceso o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas.

Esta definición ha evolucionado en los últimos años hasta considerar (G.Taguchi) la calidad como "las pérdidas que un producto o servicio infringe a la Sociedad desde su producción hasta su consumo o uso. A menores pérdidas sociales, mayor calidad del producto o servicio".

Este último enfoque posee la ventaja de incluir no solo los problemas de calidad clásicos (pérdidas sociales debidas a la variabilidad) sino los actuales (pérdidas sociales debidas a los efectos secundarios nocivos, problemas del Medio ambiente, etc.).

3.12 Elementos básicos para la medición de la calidad.

3.12.1 Graficas de control

Se puede definir a la gráfica de control como; “Un método gráfico para evaluar si un proceso está o no en un estado de control estadístico”

En sus formas más usuales, la gráfica de control es una comparación gráfica cronológica (hora a hora, día a día) de las características de calidad real del producto, parte u otra unidad, con límites que reflejan la capacidad del producirla de acuerdo con la experiencia de las características de calidad de la unidad.

El proceso de las gráficas de control es un elemento que pone de manifiesto y en concepto al obrero, de separar las variaciones de los elementos en “normales” y “anormales”, también establece la comparación de la variación de productos con su fabricación real, y los límites de control para el producto.



3.12.2 Tipos de gráficos de control.

Son aplicables a variables o características de calidad de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición para medirse como pesos, volúmenes, voltajes, longitudes, resistencias, temperaturas, humedad, etcétera. Las gráficas para variables tipo Shewhart más usuales son las que se muestran a continuación.

Algunos tipos de gráficos de control por variables más comunes o de tipo Shewhart son:

- Gráfica de promedios (\bar{X})
- Gráfica de rangos (R)
- Gráfica de medidas individuales (X).

3.12.3 Gráfica de promedios (\bar{X})

La gráfica \bar{X} , analizará el comportamiento sobre el tiempo de la columna de medias, con lo cual se tendrá información sobre la tendencia central y sobre la variación entre las muestras. Para calcular los límites de control, en un estudio inicial como el que estamos haciendo, es necesario contar con las medias y rangos de alrededor de 20 muestras (puntos), tipo Shewhart están determinados por la media y la desviación estándar de la variable X , que se grafica en la carta de la siguiente manera:

$$\mu_X \pm 3\sigma_X$$

En la mayoría de los estudios iniciales se desconoce σ , por eso es necesario estimarla a partir de los datos muestrales. Para ello, una alternativa sería calcular la desviación estándar, S , sin embargo, hacerlo de esta forma incluiría la variabilidad entre muestras y dentro de las muestras, y para la carta \bar{X} es más apropiado incluir sólo la variabilidad dentro de muestras. Existe otra alternativa que sólo incluye la variabilidad dentro de muestras, y que consiste en estimar σ mediante la media de los rangos, \tilde{R} , de la siguiente manera:

$$\sigma \approx \tilde{R} / d_2$$



Dónde: d_2 es una constante que depende del tamaño de la muestra. En la tabla se dan varios valores de d_2 para distintos valores de n . De esta manera, los límites de control para una carta de control \bar{X} , en un estudio inicial, se obtendrán de la siguiente manera:

- $LCS = \bar{X} + A_2 \tilde{R}$
- $LCC = \bar{X}$
- $LCI = \bar{X} - A_2 \tilde{R}$.

3.12.4 Gráfica de rangos (R).

Este diagrama es utilizado para estudiar la variabilidad de una característica de calidad de un producto o un proceso, y en ella se analiza el comportamiento sobre el tiempo de los rangos de las muestras o subgrupos. Los límites de control para una gráfica R se obtienen a partir de la misma forma general: la media más/ menos tres veces la desviación estándar de la variable que se grafica en la carta.

La estimación de la media de los rangos, μ_R , se hace a través de \bar{R} , mientras que la estimación de la desviación estándar de los rangos, σ_R , se obtienen por.

$$\sigma_R = d_3 \sigma \approx d_3 (\tilde{R} / d_2)$$

Donde d_3 es una constante que depende del tamaño de la muestra. De esta manera los límites de una carta R, en un estudio, se obtienen de la siguiente manera:

- $LCS = D_4 \bar{R}$
- $LCC = \bar{R}$
- $LCI = D_3 \bar{R}$.

Donde las constantes D_3 y D_4 están tabuladas directamente en la tabla, para varios tamaños de muestra. De esta manera, dado que la carta R ha mostrado que la variabilidad del peso de los costales es estable, y que la carta de medias no detectó ninguna situación o causa especial que haya afectado la tendencia central del proceso, entonces los límites de directamente en la línea de producción.



3.12.5 Gráficas de medidas individuales (X).

La carta de individuales es un diagrama para variables de tipo continuo que se podría ver como un caso particular de la gráfica X- R, cuando el tamaño de muestra es $n = 1$, pero por las diferencias en los procesos que se aplican la vamos a explicar aparte.

Existen muchos procesos o situaciones donde no tiene sentido práctico agrupar medidas para formar una muestra o subgrupo y poder instrumentar una gráfica X – R, por lo que la mejor alternativa para controlar estos procesos mediante una carta de control es usar un tamaño de muestra $n = 1$. Ejemplos de estas situaciones son los siguientes:

- a. Procesos muy lentos, en los que resulta inconveniente esperar otra medición para analizar el desempeño del proceso, como sería el caso de procesos químicos que trabajan por lotes.
- b. Procesos en los que las mediciones cercanas sólo difieren por el error de medición como temperatura.
- c. Se inspecciona de manera automática todas las unidades producidas d. Resulta costoso inspeccionar y medir más de un artículo.

3.12.6 Límites de control.

La ubicación de los límites de control en una carta es un aspecto fundamental, ya que si éstos se ubican demasiado lejos de la línea central, entonces será más difícil detectar los cambios en el proceso, mientras que si se ubican demasiado estrechos se incrementará el error tipo 1

Para calcular los límites de control se debe proceder de tal forma que, bajo condiciones de control estadístico, la variable que se gráfica en la carta tenga una alta probabilidad de caer dentro de tales límites. Por lo tanto, una forma de proceder es encontrar la distribución de probabilidades de la variable, estimar sus parámetros y ubicar los límites de tal forma que un alto porcentaje de la distribución esté dentro de ellos, esta forma de proceder se conoce como límites de probabilidad.



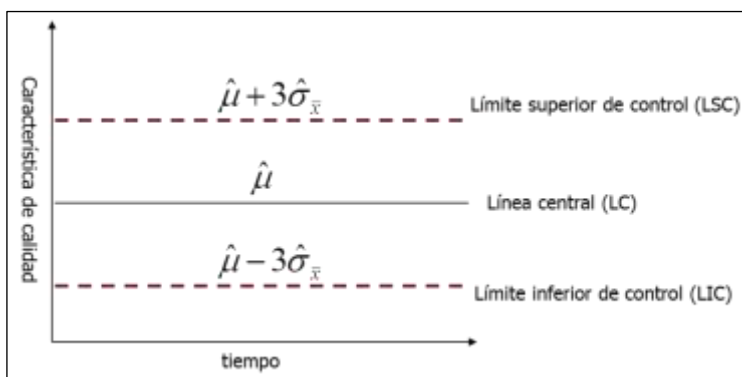
Una forma más sencilla y usual se obtiene a partir de la relación entre la media y la desviación estándar de una variable, que para el caso de una variable con distribución normal con media μ y desviación estándar S , y bajo condiciones de control estadístico se tiene que entre $\mu-3S$ y $\mu+3S$ se encuentra el 99.73% de los posibles valores que toma tal variable. En caso de que no se tenga distribución normal, pero se tenga una distribución unimodal y con forma no muy distinta a la normal, entonces se aplica la regla empírica o la extensión del teorema de Chebyshev, bajo estas condiciones, se presenta a continuación un modelo general para una carta de control.

Sea X la variable (o estadístico) que se va a graficar en la carta de control, y suponiendo que su media es μ_x y su desviación estándar S_x , entonces el límite de control superior (LCS), la línea central y límite de control inferior (LCI) están dados por:

$$LCS = \mu_x + 3S_x$$

$$LCC = \mu_x$$

$$LCI = \mu_x - 3S_x$$





IV HIPÓTESIS

Un incremento en los tiempos de gestión en cada uno de los procesos en el Departamento de Agua Potable ENACAL, ocasiona demora en dar respuesta a la reparación de las actuaciones técnicas, provocando que en la actualidad el proceso en general se encuentre fuera de control.



V DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 Tipo y nivel de la investigación.

La investigación está orientada a explicar paso a paso los procedimientos que lleva la realización de las actuaciones técnicas que forman parte del proceso general, así también identificar posibles causas que incidan en las actividades y que forman parte de estos subprocesos.

De igual forma se expresa que la investigación describe los tiempos específicos y analiza la calidad con la que operan los procesos.

Este trabajo es de tipo mixto, al identificar y describir de manera cualitativa los procesos de que se llevan a cabo la realización de las actuaciones. De igual manera se miden los tiempos de respuesta en los procesos establecidos, esto con el objetivo de compilar la mayor información posible que proporcione los análisis requeridos para aportar referencia sobre el control de los procesos.

De acuerdo a la caracterización de la investigación el estudio es analítico, descriptivo ya que describe y evalúa los procesos que intervienen en dar solución a las actuaciones técnicas con respecto a los tiempos de respuesta. El desarrollo del fenómeno es transversal ya que se desarrolla en corto periodos de tiempo, tomando los registros a partir de enero a junio de 2014.

5.2 Área de estudio

El área de estudio está comprendida por las áreas involucradas a dar solución a cada solicitud de reparación, según su calificación de estas solicitudes, estas áreas son: Atención Telefónica 127 y el área de Agua Potable que pertenece a la Gerencia de Operaciones ENACAL.



5.3 Universo y muestra de estudio.

La población objeto de estudio será definida por el número de registro de ordenes generadas en los procesos, tomando como referencia el número de registro de actuaciones técnicas clasificadas como; **Tubo rotos en la red, tubo roto en la calle, sector sin agua por avería en tubería, sector sin agua por obstrucción, tubo roto en acometida.**

Este universo esta constituye por 1090 órdenes generadas de actuaciones técnicas, de acuerdo con el registro reportado durante el primer semestre y parte del segundo semestre de 2014.

La muestra se obtiene a través de MAS, donde se muestrean los tiempos de respuestas por cada actuación clasificada perteneciente al área de Agua Potable encargada de dar respuesta es estas actuaciones. A continuación se muestra el diseño muestral para obtención de la muestra.

Para el diseño de la muestra se utilizó la fórmula:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{1}{N}(n_0 - 1)} \quad \text{donde,} \quad n_0 = \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 (p * q)}{E^2}$$

$Z_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1.96$. Considerando una confiabilidad del 95%

$E = 0,093866$

$p = 0.50$

$q = 0.50$

$N = 1,090$

Al sustituir los valore en la formula se obtiene:

$$n_0 = 109.00266 \cong 109$$



5.4 Matriz de Operacionalización de Variables.

Las categorías descritas, en la matriz de operativa de variables, en la que se presenta a continuación, se detallan todas las variables operativas.

Tabla 3 Variables

Variable	Indicadores	Instrumento	Fuente
• Tipos de proceso:	Flujo de procesos	Entrevista directa con el personal.	Dpto. 127, Dpto. Agua Potable
		Inspección en campo,	
• Tiempos específicos.	Tiempos promedios de respuesta	Base de datos Excel	Dpto. 127, Dpto. Agua Potable
		Base de datos SPSS	
• Calidad de respuesta a la solicitud en cada tipo de proceso	Proceso estable, proceso no estable	Cartas de control.	Dpto. 127, Dpto. Agua Potable

5.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La fuente de información de la presente investigación, se fundamentó en los datos que se obtuvieron del instrumento de investigación. Los datos en el registro, fueron congruentes con la información procesada de tal manera que se pueden cumplir con los objetivos planteados, aplicando las diferentes técnicas estadísticas según el cumplimiento de los supuestos estadísticos y de las características de las variables a contractar.

5.6 Procedimientos para la recolección de datos e información.

Ya analizado el registro de información, se procedió al análisis en cada área con el seguimiento a las ordenes generadas, en este caso se aplica un instrumento diseñado que cuenta con las variables establecidas.



5.7 Plan de tabulación y análisis estadístico de los datos.

De los datos recolectados a partir de la ficha de medición, la base datos correspondientes, utilizando el software estadístico SPSS (Paquete Estadístico para la Ciencias Sociales), v. 20 para Windows, Excel 2010. Una vez realizado el control de calidad de los datos registrados, serán realizados los análisis estadísticos pertinentes.



VI ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1 Análisis y descripción de los tipos de procesos

6.1.1 Procesos de realización de la actuación técnica.

Es importante que se describan las etapas para realización de cada actuación generada, ya que marcan un proceso de entrada y salida en el que se establecen una serie de actividades que forman parte de procesos que están relacionados entre sí (Rep. Inst. de válvula en calle, sin pase de agua, tubo roto en el andén, tubo roto en la calle, tubo roto en medidor)

La iniciación del proceso comienza en la parte de la recepción de la orden y según en la observación (información levantada en campo), se describen subprocesos dentro de los procesos establecidos, existe una área especializada de recibir los reportes hechos por las personas.

6.1.2 Proceso I: Entrada de la orden.

1. Inicio: Reporte de daño

En esta parte de los procesos tiene como objetivos el informe directo de cualquier tipo de incidencia o daño en el sistema de abastecimiento causado por muchas razones, técnicamente es una petición para solucionar los daños encontrados en el terreno por el usuario al Área encargada de la recepción esta información.

2. Recepción de Información Dpto. Atención Telefónica 127

Es el Área encargada en la recepción de la información que el usuario proporciona, un operador recibe toda la información posible para clasificar el tipo de daño y asignar la categoría que corresponde e ingresarlo al sistema.

En este caso todos los reportes realizados por daños en el servicio de agua potable, se graban en el Sistema Aqua-Visum y éstas ingresan a una bandeja de trabajo del área que corresponde dar respuesta.



3. Depósito de Datos.

Almacenamiento de la información en el sistema, este genera un código (número de orden la actuación) integrándolo en una base de dato establecida, donde clasifica la actuación y asigna la tarea al área correspondiente.

6.1.3 Proceso II: Asignación de la orden de actuación por el Dpto. de agua potable.

1. Orden del sistema Supervisor, General Vice. G. Operaciones.

Una vez asignada la orden al departamento de Agua Potable, el Supervisor General se encarga de realizar el descargue de estas órdenes del sistema y asignar las órdenes a los equipos de trabajos (Cuadrillas).

2. Solicitud de materiales.

Una vez asignada la orden, el supervisor de la cuadrilla de trabaja realiza la solicitud de materiales que se requieren para las ordenes a realizar del día correspondiente.

3. Asignación de orden a cuadrilla de zona correspondiente.

En esta etapa del proceso, se asigna la orden a la cuadrilla correspondiente según la zona que le corresponda (Dirección reportada del daño).

4. Realiza solicitud de materiales.

Una vez asignada la orden, le supervisor de la cuadrilla de trabaja realiza la solicitud de materiales que se requieren para las ordenes a realizar del día correspondiente.

6.1.4 Proceso III: Solicitud de materiales.

1. Solicitud de material a Supervisor General.

El supervisor general (xxx) se encarga de reaccionar el pedido de materiales para realizar la solicitud por formatos establecidos.



2. Supervisor General entrega requisita sellada y firmada a Admón.

Si la solicitud cumple con el procedimiento establecido pasa a administración donde archiva las requisas y posteriormente es ingresada al sistema.

3. Depósito de Datos.

Se ingresa la orden de solicitud de materiales en el sistema comercial AquaVisum.

4. Entrega de materiales a cuadrilla en bodega.

Después de ingresar la información de las requisas en el sistema aprobadas se entrega la solicitud sellada y firmada para el retiro de éste en bodega.

5. Carga de materiales a dispositivo TPL.

A medida que se carga el material, el supervisor ingresa la lista en instrumento electrónico TPL para su control automático y sistematizado.

6.1.5 Proceso IV: Realización de trabajo.

1. Realiza trabajo en la zona.

Traslado de la cuadrilla a la zona de la avería para su posible reparación.

2. Genera informe de situación de trabajo.

Una vez realizado el trabajo se genera un informe detallado del material, daño y mecanismos de trabajo para reparación.

3. Ingreso de informe al sistema AquaVisum.

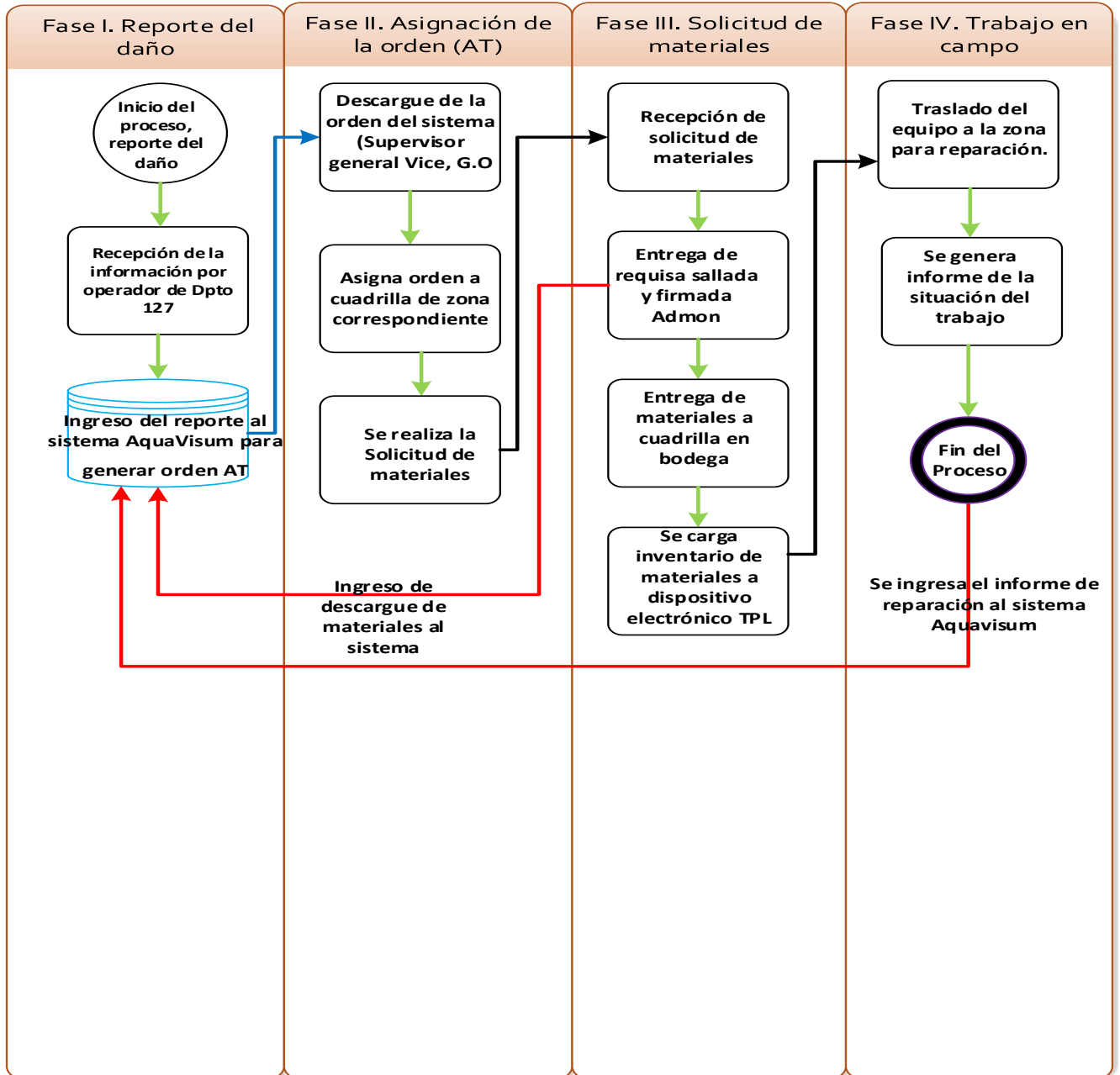
Se ingresa directamente este informe en el sistema comercial AquaVisum, para dar por finalizada la tarea asignada.

4. Fin del proceso.



Finalización de la orden (fecha de reparación).

Diagrama de los proceso para la realización de las actuaciones técnicas



Fuente: Gerencia de Operaciones, Dpto. Agua Potable ENACAL
 Figura 3. Descripción de los procesos para la atención a una actuación técnica.



6.2 Análisis descriptivos de los tiempos específicos de respuesta.

6.2.1 Análisis descriptivos de los tiempos en el proceso general.

Es muy importante definir los tiempos de respuesta para cada actuación técnica que se genera. Conocer estos tiempos promedios, ayuda a tener una idea de cuánto se toma la empresa (días) para efectuar una atención a una solicitud, ya que no se tiene estipulado estos tiempo transcurridos para determinar si está o no generando retrasos ya que esto provoca pérdidas económicas para la empresa.

En esta etapa de la investigación se especifica el tiempo medio con que se realiza una actuación técnica desde su inicio hasta la finalización, haciendo una observación de todo el proceso general.

El tiempo promedio específico para la atención a la actuación técnicas generada, se realiza en un tiempo aproximado de 10.6 días con un tiempo máximo de 166 días de espera para la respuesta a reparación.

Esto quiere decir que desde que se recibe la información de la incidencia o daño reportado ingreso al sistema, asignación al área responsable y traslado al punto donde se encuentra la incidencia (avería), desde un punto de vista analítico, este periodo se considera mucho tiempo ocasionando mucha pérdida económica para ENACAL.

Tomando en consideración las clasificaciones de las actuaciones técnicas, se realizó el análisis para determinar el tiempo promedio de respuesta por cada una de ella, concluyendo para cada muestra selecciona, se determinó:



Tabla 4. Análisis descriptivo de las Actuación Técnicas.

Tipo de Causal	Muestra	Media	Desv. típ.	Máximo	Mínimo
Rep. Instalación de válvula en calle	16	7.00	7.642	31	1
Tubo roto en andén	22	8.50	9.200	34	0
Tubo roto en calle	34	10.41	15.512	70	1
Tubo roto en medidor	18	22.06	42.301	166	0
Sin pase de agua (Obstrucción en medidor)	19	6.47	10.834	45	0
Total	109	10.76	20.663	166	0

Fuente: Sistema Comercial AquaVisum, ENACAL.

6.2.2 Análisis descriptivos de las actuaciones técnicas en el proceso II “asignación de la orden”

En esta fase el tiempo promedio que se toma para la asignación de la orden, según se muestra en la tabla 5 es de 3.3 días, se puede apreciar un máximo de 23 días de espera para asignación.

Tabla 5. Tiempo de respuesta en el proceso II

N	Media	Desv. típ.	Máximo	Mínimo
109	3.29	3.351	23	0

Fuente: Sistema Comercial AquaVisum, ENACAL



Un análisis del comportamiento por cada actuación en este proceso, muestra que el mayor tiempo promedio de espera se observa en la reparación e instalación de válvula en calle con una media de 5 días, siendo la reparación de tubo roto en el andén el promedio de día más bajo con 2.27 días para la asignación de la orden.

Tabla 6. Tiempo de espera en la asignación por actuación Técnica en el proceso II por actuación Técnica

Tipo de Causal	N	Media	Desv. típ.	Máximo	Mínimo
Rep. Inst de válvula en calle	16	5.12	3.810	12	1
Sin pase de agua (Obstrucción en medidor)	19	2.63	2.499	8	0
Tubo roto en andén	22	2.27	2.028	7	0
Tubo roto en calle	34	3.50	4.392	23	0
Tubo roto en medidor	18	3.22	2.074	9	1
Total	109	3.29	3.351	23	0

Fuente: Sistema Comercial AquaVisum, ENACAL.

6.2.3 Análisis descriptivos de las actuaciones técnicas en el proceso III “solicitud de materiales”

En esta etapa del proceso se muestra que los días de esperas para dar respuesta a la solicitud de materiales son de 5.8 días en promedio, es decir 6 días, con unos máximos de espera de 56 días en este proceso, teniendo en presente toda las ordenes de solicitud de las actuaciones.

Tabla 7. Tiempo de respuesta para la solicitud de materiales (proceso III)

N	Media	Desv. típ.	Máximo	Mínimo
109	5.82	8.230	56	0

Fuente: Sistema Comercial AquaVisum, ENACAL



Es importante tener en cuenta los tiempo medios por cada actuación en esta parte del proceso, como se muestra en la tabla 7, los tiempos medios oscilan entre 9.7 días y 4.4 días de respuesta teniendo presente que los tiempos medios más representativos son los de reparación de tubo roto en medidor, siendo este mismo con un máximo de 56 días en espera

Tabla 8. Tiempo de respuesta en el proceso III por actuación técnica

Tipo de Causal	N	Media	Desv. típ.	Máximo	Mínimo
Rep. Inst de válvula en calle	16	5.12	4.225	15	0
Sin pase de agua (Obstrucción en medidor)	19	4.63	5.069	23	0
Tubo roto en andén	22	4.45	4.738	17	0
Tubo roto en calle	34	5.62	7.691	35	1
Tubo roto en medidor	18	9.72	14.970	56	0
Total	109	5.82	8.230	56	0

Fuente: Sistema Comercial AquaVisum, ENACAL

6.2.4 Análisis descriptivos de las at en el proceso IV “realización de trabajo”.

La fase del proceso IV corresponde a la realización del trabajo a las distintas órdenes una vez finalizado el retiro de los materiales. El análisis refleja que el tiempo medio corresponde a 5.4 días para realizar dicho trabajo en campo. Con un máximo de 108 días para dar respuesta a la ordenes de las actuaciones.

Tabla 9. Tiempo de respuesta en el proceso IV

N	Media	Desv. típ.	Máximo	Mínimo
109	5.43	11.378	108	0

Fuente: Sistema Comercial AquaVisum, ENACAL



Ahora bien es importante conocer el comportamiento por cada actuación en el proceso de realización del trabajo en campo, en este sentido el dato más relevante en los tiempos medios de respuesta es de 11.6 días, siendo esta la orden tubo roto en medidor la actuación técnica más representativa ya que tiene una máximo de 108 días de espera para la realización,

Tabla 10. Tiempo de respuesta en el proceso IV por actuación técnica.

Tipo de Causal	N	Media	Desv. típ.	Máximo	Mínimo
Rep. Inst de válvula en calle	16	3.75	3.088	11	1
Sin pase de agua (Obstrucción en medidor)	19	4.11	3.298	14	0
Tubo roto en andén	22	4.64	3.886	14	0
Tubo roto en calle	34	4.18	4.751	20	0
Tubo roto en medidor	18	11.67	26.275	108	0
Total	109	5.43	11.378	108	0

Fuente: Sistema Comercial AquaVisum, ENACAL

6.3 Análisis y Control de calidad de los procesos.

De acuerdo a la hipótesis establecida se tiene en consideración examinar los tiempos correspondientes a cada actuación generando gráficas de control e identificar los tiempos de respuesta de las actuaciones que se encuentran fuera de los límites control establecidos por el sistema, posteriormente es importante tener como referente la información de los posibles tiempos encontrados y determinar algunas posibles causas comunes, causas de variación, por la que se encuentran fuera de los límites de control. Una vez realizado este procedimiento, se genera nuevamente una gráfica sin los puntos (tiempos) que se encontraban fuera de control, en este caso se analiza la presencia de nuevos punto fuera de estos límites, en caso de que se háyase. Se procede a su eliminación hasta que al generar otro gráfico de control ya no se identifiquen la existencia de estos puntos y poder determinar los puntos dentro de los límites.

Como es muy importante definir si el proceso está bajo control, para esto se planteó el objetivo de analizaras los proceso que conforman todo el ciclo del proceso general.

Primero se analizó la muestra obtenida a través del registro en la base de dato del sistema comercial, posteriormente se seleccionó la misma cantidad de muestra y se observó el tiempo



que transcurría en cada proceso, ya que el sistema no mostraba los tiempos específicos por cada proceso.

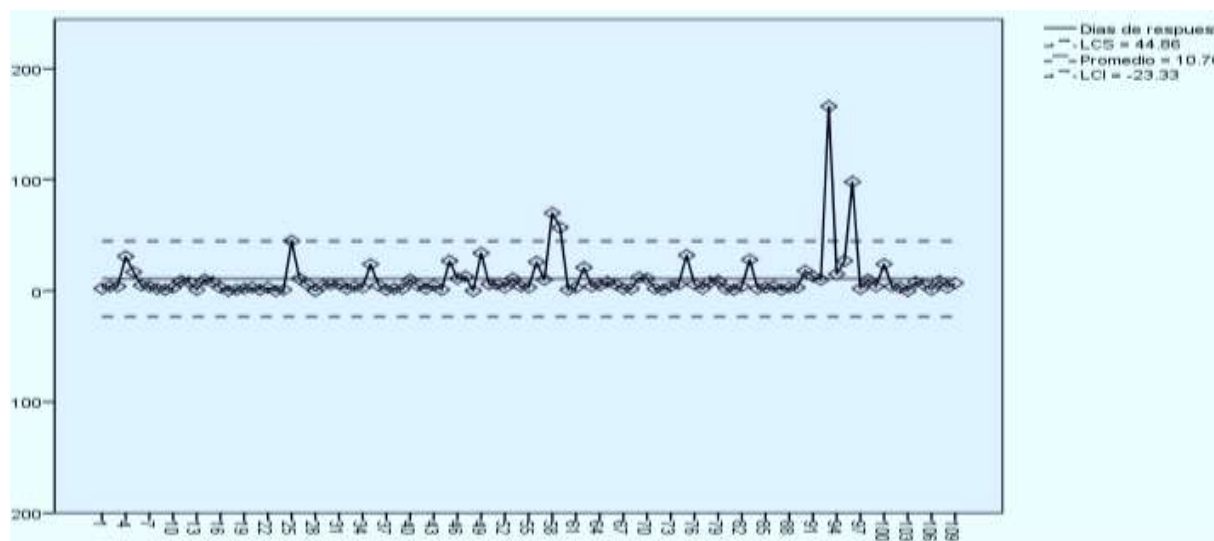
Se hizo un análisis directamente en las etapas del proceso, en este caso podríamos llamarlos subprocesos dentro del proceso general, para identificar cuál de estos subproceso esta fuera de control y poder determinar las causas que le atribuyen.

6.3.1 Gráfica de control del proceso general.

En la **gráficas de control 1**, se pueden observar con las 109 observaciones de la muestra el comportamiento de los tiempos de respuesta de las actuaciones técnica en el proceso general, esto quiere decir desde que se recibe la solicitud en el Dpto. de Atención Telefónica 127 hasta la finalización de ella misma por el Dpto. de Agua Potable de la Gerencia de Operaciones.

A simple vista podemos identificar un comportamiento de adhesión de los tiempos de respuestas al valor medio encontrado, a la vez una serie de puntos que se encuentra a una distancia determinada fuera de los límites de control, determinando que el proceso general se encuentre fuera de control.

Gráfica de control 1. Patrón de comportamiento del proceso general de las actuaciones



Fuente: Gerencia de Operaciones ENACAL.



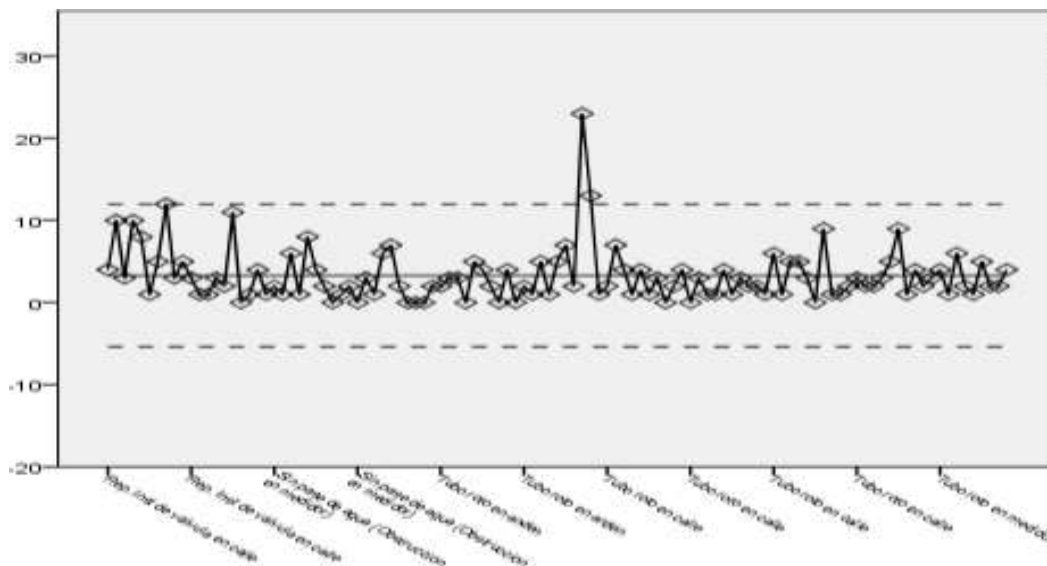
6.3.2 Gráficas de control para el proceso II “Tiempos de espera en la asignación de la orden de las actuaciones técnicas”.

Al hacer el análisis del proceso II, se muestra una serie de puntos con tendencia a agruparse de la línea central sin embargo, se observan pocos puntos fuera de los límites de especificación poniendo en evidencia que la fase II del proceso está fuera de control.

Desde el punto de vista del control, es necesario conocer los puntos que se encuentran fuera de estos límites con el fin de controlar el proceso.

En el **gráfico de control 2**, podemos identificar que los puntos 8, 58 y 59 determinado en la base de datos, se encuentran fuera de los límites. Aun así es muy difícil determinar con exactitud el comportamiento de los tiempos de respuesta debido a la nube de punto generado por la muestra.

Gráfica de control 2. Patrón de comportamiento de las actuaciones en el proceso II.



Fuente: Gerencia de Operaciones ENACAL.

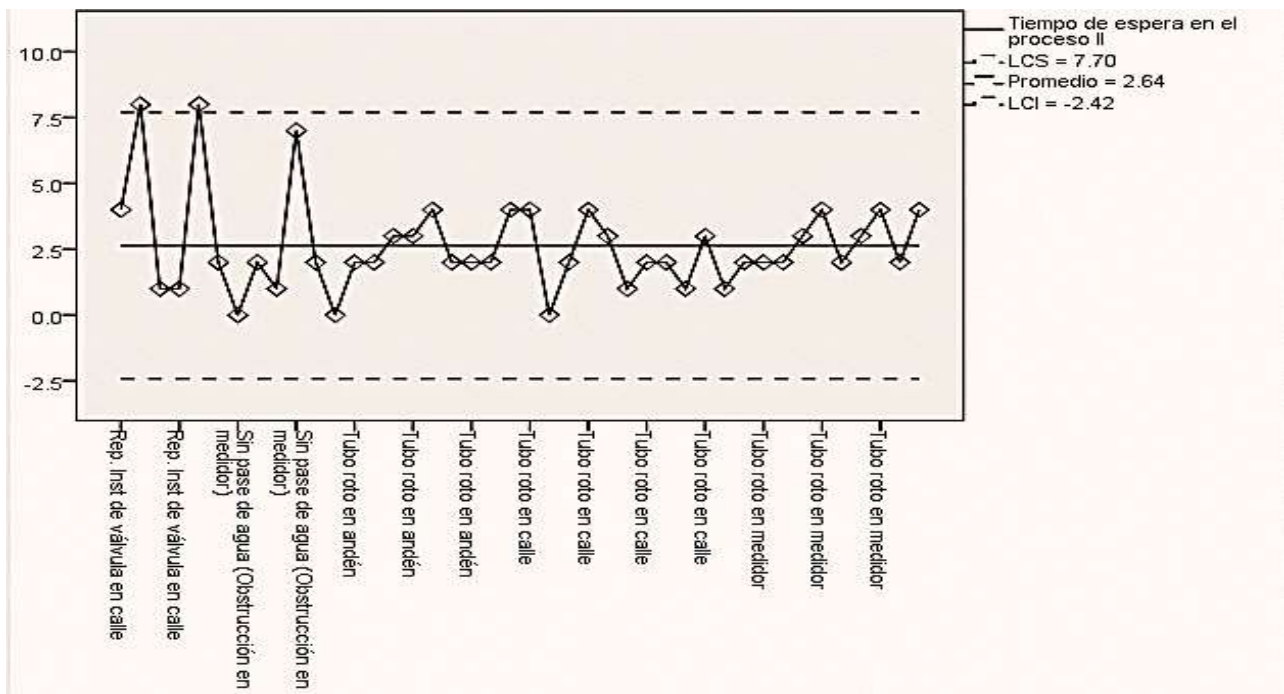


6.3.3 Comportamiento de los puntos tomando en cuenta un porcentaje de la muestra.

Considerando el porcentaje seleccionado de la muestra, hay razones para considerar que el proceso está fuera de control, es importante determinar las causas que atribuyen que el proceso este fuera de control, si estas son causas especiales, procedemos a la eliminación de estos

Puntos.

Gráfica de control 4. Tiempos de espera en el Proceso II, con muestra seleccionada.

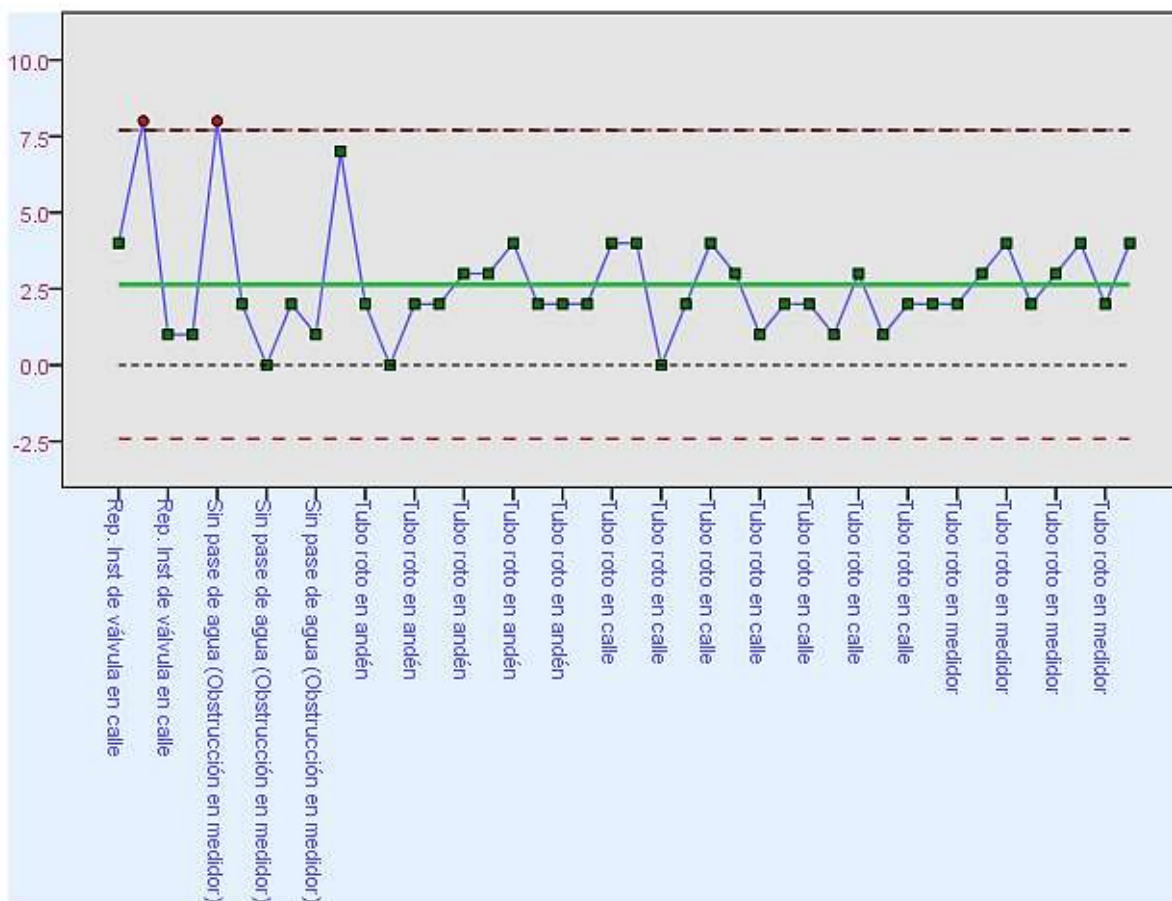


Fuente: Gerencia de Operaciones ENACAL.



Una nueva graficas generada por el software, muestra los puntos 2, 5, que representa un 4.8% de los datos están fuera de los límites de control ocasionando descontrol en el proceso, se logró identificar que tal descontrol es ocasionado por causas tales como: falta de disponibilidad por el supervisor para asignar la orden , por tanto estos puntos son eliminados permitiendo controlar el proceso.

Gráfica de control 5. Comportamiento de los puntos en el proceso II.



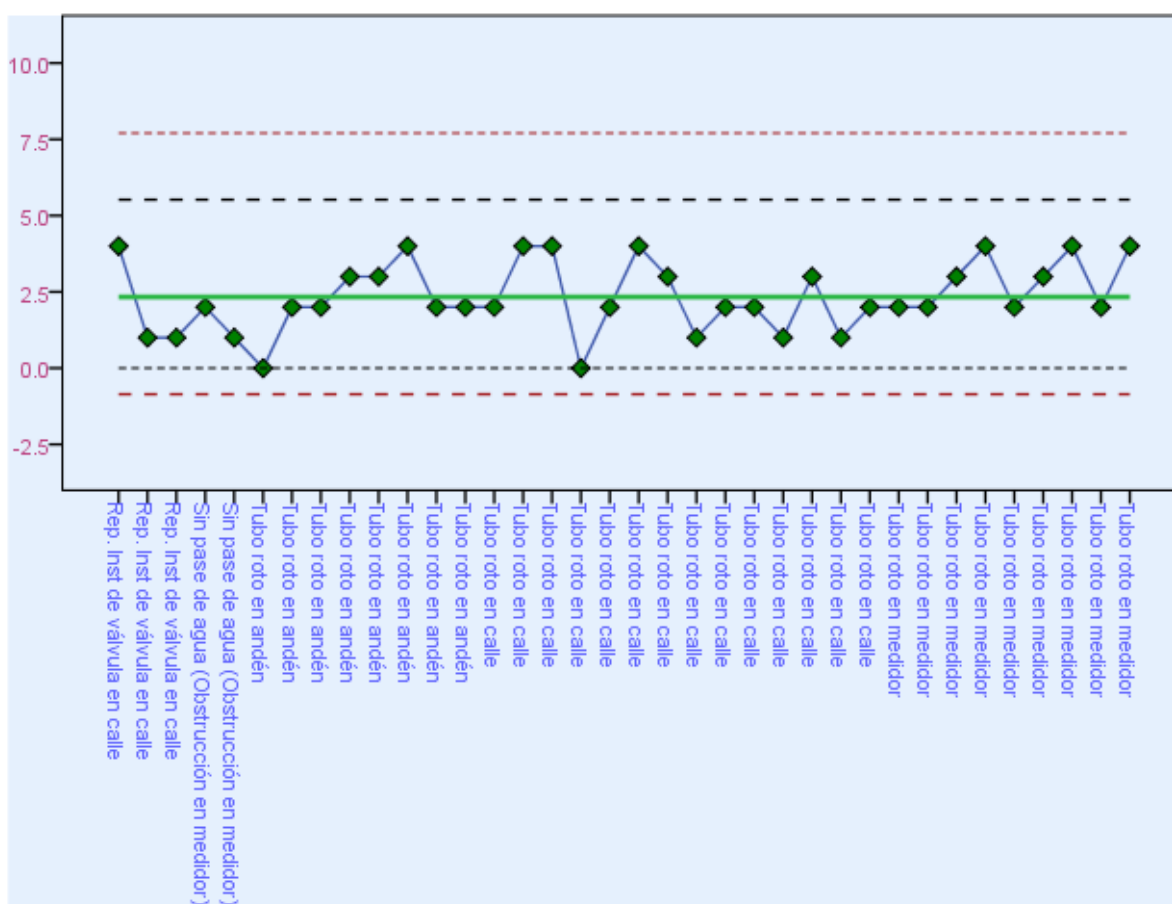
Escriba aquí la ecuación.

Fuente: Gerencia de Operaciones ENACAL.



Una vez eliminados los puntos que ocasionaban que el proceso estuviera fuera de control, calculamos nuevamente los límites de control, generando una nueva gráfica. En la **gráfica 6**, se exhibe un patrón de comportamiento de los puntos dentro de los límites de 3 sigmas, verificando que no se produzcan patrones no aleatorios. El 99.8 % de las observaciones están dentro de los límites sin embargo se nota que un patrón de comportamiento de más 5 puntos se encuentran por debajo de la línea central, en general se define como una desviación del nivel de funcionamiento del proceso, de igual manera se puede observar un comportamiento cíclico, por tanto hay pruebas suficientes para determinar que el proceso está fuera de control.

Gráfica de control 6. Comportamiento del proceso, sin los puntos fuera de control en el proceso II



Fuente: Gerencia de Operaciones ENACAL.



Para el proceso es importante identificar los puntos que están ocasionando un descontrol y en este caso los puntos fuera los límites son los siguientes:

Número de casos	Violaciones de puntos
25	Mayor que +3 sigma
58	Mayor que +3 sigma
59	Mayor que +3 sigma
75	Mayor que +3 sigma
93	Mayor que +3 sigma
96	Mayor que +3 sigma

6 puntos violan las reglas de control.

Esta cantidad de punto representa el 5.5 % de los datos que ocasionan descontrol en el proceso III, este descontrol es provocado por causa especiales (asignables) que interviene en la variación total del proceso, es posible que la falta de material para estas actuaciones estén provocando el descontrol del proceso.

Al eliminar los puntos que se encontraban fuera de los límites específicos, creamos nuevamente la gráfica para identificar nuevos posibles puntos que provoquen descontrol en el proceso.

Al obtener la gráfica nos damos cuenta que nuevamente se encuentran dos puntos fuera de los límites, estos puntos nos indican que no cumplen con el periodo y debemos segregar estos puntos y realizar otra gráficas para corregir el proceso. **Ver grafica de control 9.**

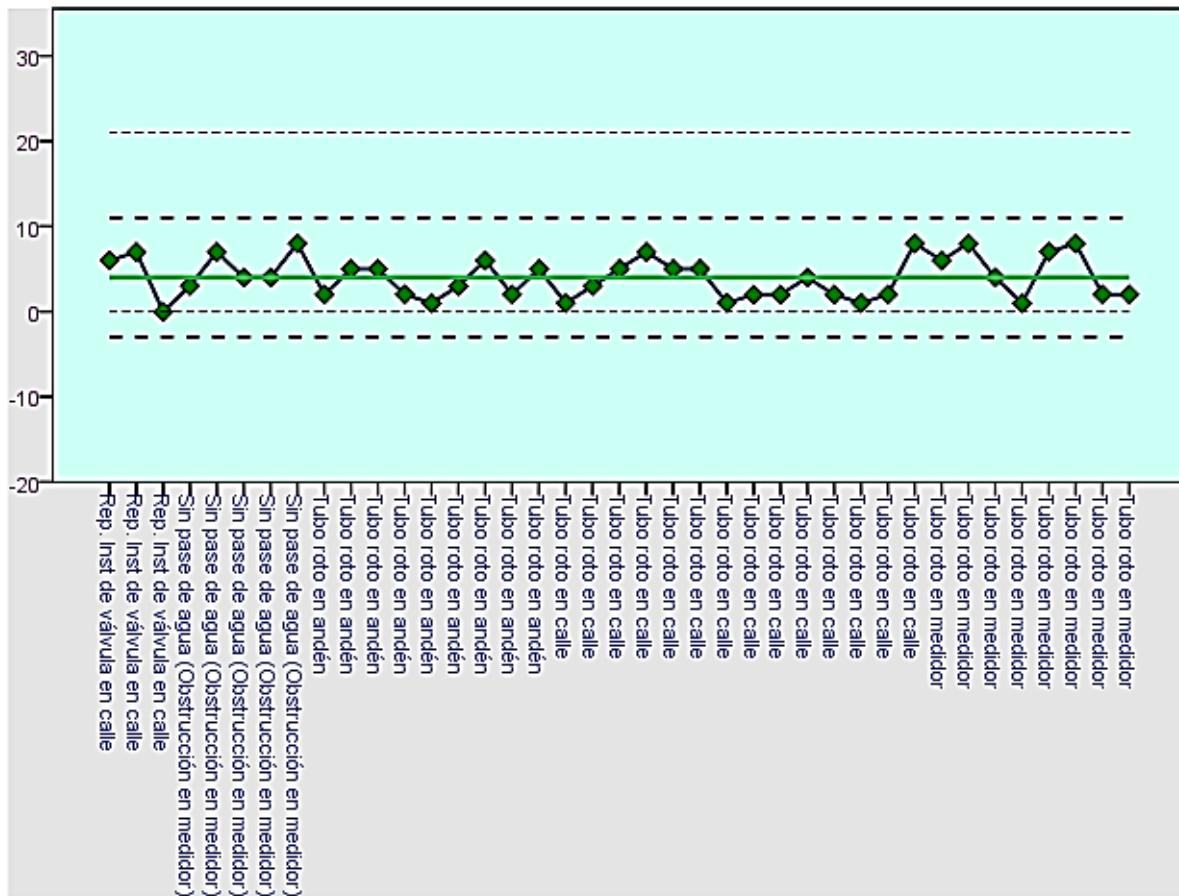
Número de casos	Violaciones de puntos
5	Mayor que +3 sigma
35	Mayor que +3 sigma

2 puntos violan las reglas de control.



Ya eliminados los puntos podemos identificar que el **gráfico de control 10** presenta una serie de punto consecutivos dentro de la zona de más menos 1 sigma, podríamos decir que existe una adhesión a la línea central determinando falta de variabilidad, por otra parte también existe más de 7 puntos consecutivos por debajo de la media determinado como racha.

Gráfica de control 10. Análisis del proceso sin los puntos fuera de los límites en la muestra del proceso III



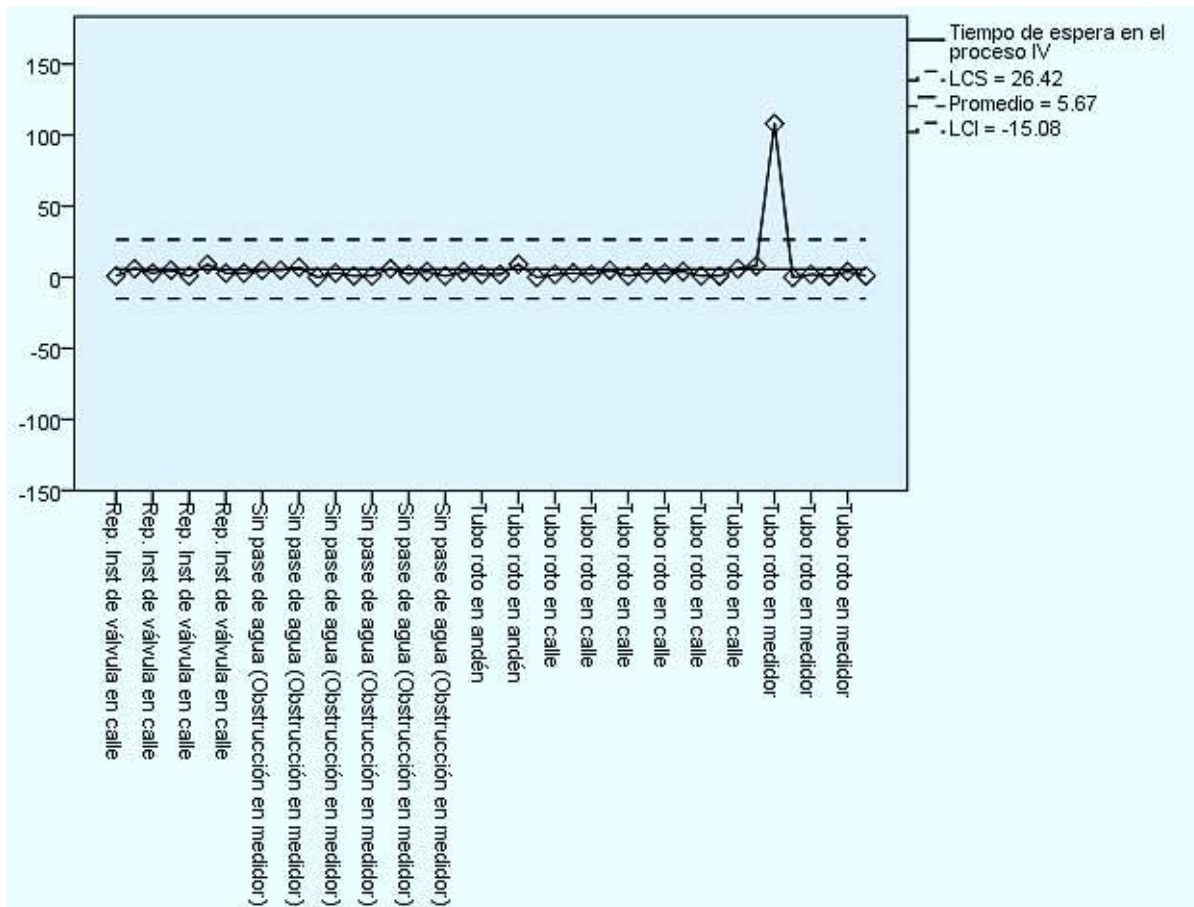
Fuente: Gerencia de Operaciones ENACAL.



Una vez construida la gráfica de control con el 30% de la muestra es más fácil de analizar el comportamiento de la variable en este proceso.

En este gráfico se observa que el patrón de los puntos no tienen un comportamiento aleatorio ya hay una sucesión de punto por debajo de la línea central, sin embargo aún se muestran puntos fuera de control.

Gráfica de control 12. Comportamiento del proceso con muestra seleccionada en proceso IV



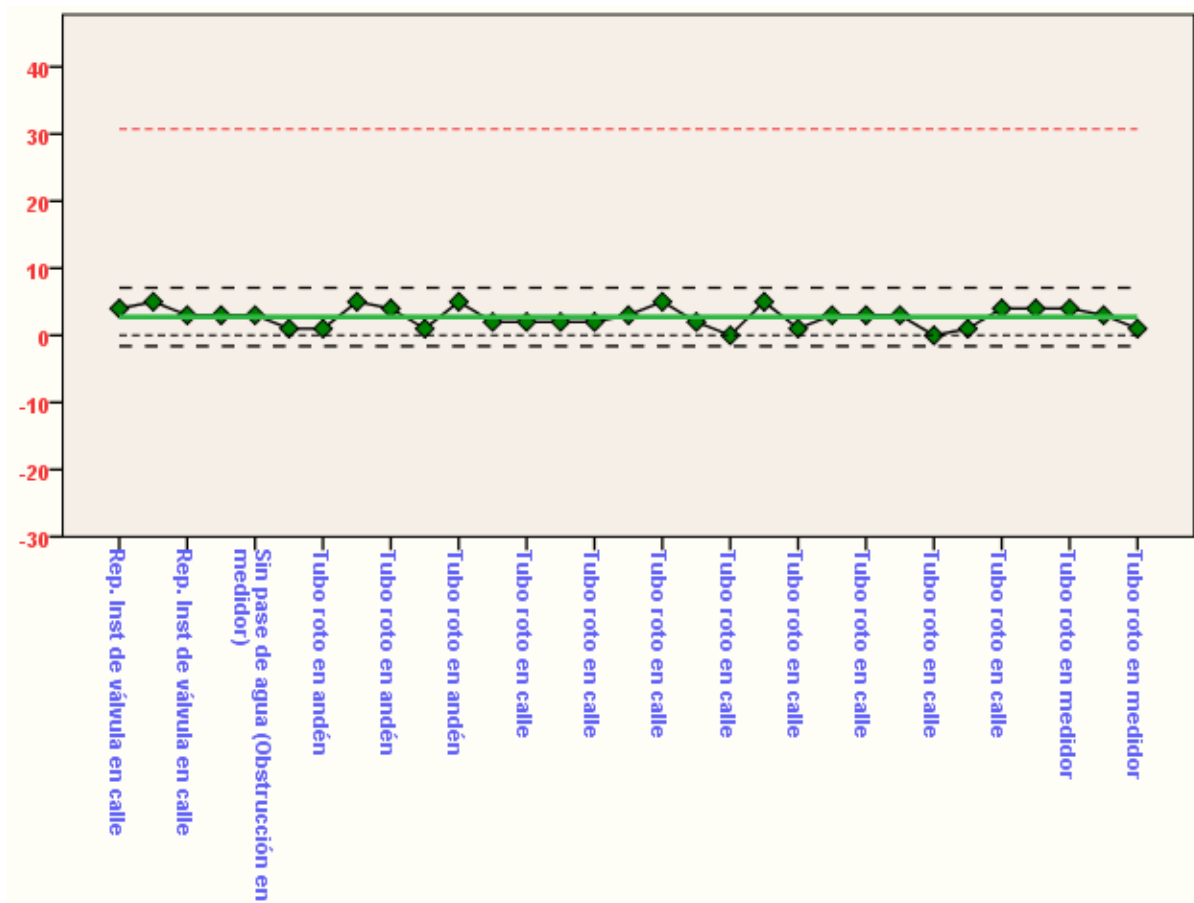
Fuente: Gerencia de Operaciones ENACAL.



Al realizar otra gráfica recalculando los límites de especificación y eliminando los puntos que se encontraban fuera de los límites, se observa que aunque los puntos están dentro de los límites de 1 sigma, no tiene un comportamiento aleatorio indicando un comportamiento cíclico, aunque el gráfico indica en sí que existen causas no asignables, es posible determinar un proceso fuera de control.

Gráfica de control 13. Análisis del proceso sin los puntos fuera de los límites en el proceso

IV



Fuente: Gerencia de Operaciones ENACAL.



6.4 Principales causas que inciden en los procesos.

Solo la experiencia y el conocimiento de los proceso permiten identificar las causas que provocan tales comportamiento. La capacidad de interpretar patrones particulares en términos atribuibles garantiza una mejor comprensión de los procesos. A continuación se muestran las causas identificadas durante el análisis del control de calidad de los procesos.

1. Mal uso de los métodos de inspección.
2. Cambios periódicos en el en.
3. Rotación de operación del equipo de trabajo.
4. Realización de tareas fuera de las actividades establecidas en el Dpto.
5. Mal uso de los software y equipos de sistemas automatizados.
6. Falta de equipos de transporte así como de trabajo.
7. Falta de iniciativa tanto del supervisor como del trabajador



VII CONCLUSIONES

Los principales procesos encontrados fueron: asignación de la orden, solicitud de los materiales y trabajo de campo (atención a las reparaciones requeridas). Dentro de estos procesos hay actividades que ocasionan retraso en la finalización de la actuación técnica, tales como: ejecución de tareas de otras gerencias, falta de usos de sistemas informáticos que permiten automatización del proceso. Otro proceso es la falta de parámetros establecidos para determinar los tiempos específicos necesarios en ejecución de las diferentes actuaciones técnicas.

Se determinó que los tres principales procesos, mencionados en la primera conclusión, se encuentren fuera de control debido a que los patrones de comportamiento presentan cambios en los niveles, ciclos recurrentes, mucha variabilidad y falta de aleatoriedad. Las causas de que los procesos estén fuera de control son: no hay cierre formal en el sistema de la orden ya atendida, personal insuficiente para atender todas las actuaciones técnicas en tiempo y forma, falta de material, equipo y transporte, pérdida de tiempo laboral efectivo.

Se tiene suficiente información para determinar y poder comprobar la hipótesis de que los procesos analizados, están fuera de control.



VIII RECOMENDACIONES.

Para mejorar los procesos involucrados en las actuaciones técnicas se debe definir bien las actividades en cada uno de dichos procesos. También se debe determinar los alcances del centro de atención telefónica 127 para evitar sobrecarga de parte de otras gerencias.

Se debe crear un manual de funciones para el centro de atención telefónica 127 donde se incluyan los tiempos óptimos de cumplimiento para cada una de las gerencias involucradas en el cumplimiento de las actuaciones técnicas.

Capacitar al personal en el manejo de los programas informáticos que ayudan a agilizar las actividades dentro de cada proceso. Determinar las políticas y metas de calidad por cada actuación.

Analizar de manera periódica (semestralmente) los registros de control de calidad generados a partir de 2015, tomando en cuenta el presente estudio como línea base de análisis cualitativo para controlar los tiempos estipulados en el manual de funciones, para tomar las decisiones correctivas respectivas, de manera que se aplique una retroalimentación a nivel estratégico.



BIBLIOGRAFÍA.

- Benavides Gallego, Gonzalo. 2009. *Administración de procesos productivos*. Bogotá D: C.
- Gutiérrez, Pulido y Román de la Vara. 2009. *Control Estadístico de la calidad*. México: Mc Graw Hil.
- Reyes, Primitivo. 2011. *Control Estadístico del Proceso*.
- Cooperación Alemana, Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado ENACAL. *Plan Estratégico de Desarrollo Institucional de ENACAL*. Periodo 2013-2017.

Recursos del Internet

- www.fundibeq.org; Estudio de Capacidad Potencial de Calidad.
- <http://es.slideshare.net/karinaflorez/control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da>
- http://es.slideshare.net/NormanRobles/savedfiles?s_title=curso-control-estadstico-del-proceso&user_login=jcfdezmxcal.



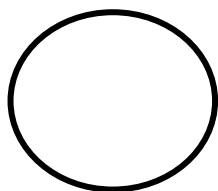
ANEXOS



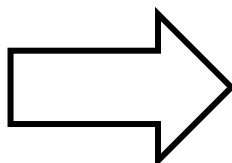
LISTA DE SIMBOLO



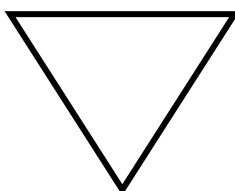
Inspección: símbolo utilizado cuando ocurre o se somete una parte a algún tipo de prueba para determinar su conformidad con requerimiento o parámetro o bien una norma o estándar



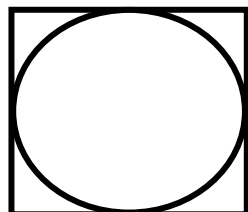
Operación: es el cambio intencional en una pieza que se trabaja para darle las características deseadas de tamaño, forma y otros detalles.



Transporte: distancia que recorre el producto hacia otra estación de trabajo o almacenamiento



Almacenamiento: es la conservación temporal en un lugar adecuado, de la materia prima antes o después de ser procesada, o de cualquier otro material



Combinada: se da por entendido de una doble operación realizada en una misma inspección de trabajo, es decir, se trabaja la pieza y se revisa para saber si cumple o no con algunas especificaciones



Codigo Orden: _____																																																																																																							
EMPRESA NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS GERENCIA OPERACIONES MANTENIMIENTO DE REDES DE AGUA POTABLE REGISTRO DE DAÑOS EN LA RED O ACOMETIDA																																																																																																							
1 DATOS DE REFERENCIA																																																																																																							
Nombre de quien Reporta _____		<table border="1" style="float: right; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px;">Día</td> <td style="width: 30px;">Mes</td> <td style="width: 30px;">Año</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Fecha de elaboración</td> </tr> </table>		Día	Mes	Año	Fecha de elaboración																																																																																																
Día	Mes			Año																																																																																																			
Fecha de elaboración																																																																																																							
Barrio _____		Dirección _____																																																																																																					
Teléfono: _____		Daño Reportado _____																																																																																																					
2 ZONA HIDRAULICA: BAJA <input type="checkbox"/> ALTA <input type="checkbox"/> ALTA SUPERIOR <input type="checkbox"/> MICRO SECTOR No. _____ LONG: _____ Km _____																																																																																																							
LOCALIZACIÓN DEL USUARIO: ZONA: _____ RUTA: _____ CUENTA: _____																																																																																																							
3 TIPO DE FUGA: LA FUGA ES: VISIBLE: <input type="checkbox"/> INVISIBLE: <input type="checkbox"/> Prioridad _____																																																																																																							
4 CARACTERIZACION DEL DAÑO																																																																																																							
LA FUGA AFLORA EN: CALZADA <input type="checkbox"/> ANDEN <input type="checkbox"/> ZONA VERDE <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>																																																																																																							
5 RED																																																																																																							
a) DIAMETRO: _____ plg		b) MATERIAL: PVC _____ AC _____ HF _____ HD _____ OTRO _____																																																																																																					
c) EL DAÑO SE PRESENTA EN:																																																																																																							
TUBERIA <input type="checkbox"/> Marcar el tipo de daño																																																																																																							
UNION <input type="checkbox"/>																																																																																																							
VALVULA <input type="checkbox"/>																																																																																																							
ACCESORIOS <input type="checkbox"/> CRUZ _____ TEE _____ CODO _____ OTRO _____																																																																																																							
HIDRANTE <input type="checkbox"/>																																																																																																							
d) DE ACUERDO A SU OBSERVACION LA TUBERÍA SE ENCUENTRA																																																																																																							
BUENA <input type="checkbox"/> PROFUNDIDAD _____ mts																																																																																																							
REGULAR <input type="checkbox"/>																																																																																																							
MALA <input type="checkbox"/>																																																																																																							
6 ACOMETIDA		7 GASTO DE MATERIAL																																																																																																					
a) DIAMETRO: _____ plg		DESCRIPCIÓN Ø (Plg) Unid Cantidad																																																																																																					
b) MATERIAL		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																																																																																																					
c) EL DAÑO SE PRESENTA EN:																																																																																																							
PVC <input type="checkbox"/> MEDIDOR <input type="checkbox"/>																																																																																																							
HF <input type="checkbox"/> RACORES <input type="checkbox"/>																																																																																																							
HG <input type="checkbox"/> LLAVE PASE <input type="checkbox"/>																																																																																																							
OTRO <input type="checkbox"/> TUBERÍA <input type="checkbox"/>																																																																																																							
ACCESORIOS <input type="checkbox"/>																																																																																																							
ABRAZADERA <input type="checkbox"/>																																																																																																							
8 TIEMPO DE RESPUESTA																																																																																																							
RECEPCIÓN	REPARACIÓN	DURACIÓN																																																																																																					
FECHA: _____	FECHA: _____	DÍAS: _____																																																																																																					
HORA: _____	HORA: _____	HORAS: _____																																																																																																					
9 OBSERVACIONES:																																																																																																							
10 CROQUIS DE SITIO																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																																																																																																							
11 FOTOS DE DAÑO																																																																																																							
Maestro de Obra: (Nombre y Apellidos) _____		Supervisor: (Nombre y Apellidos) _____																																																																																																					
Firma _____		Firma _____																																																																																																					

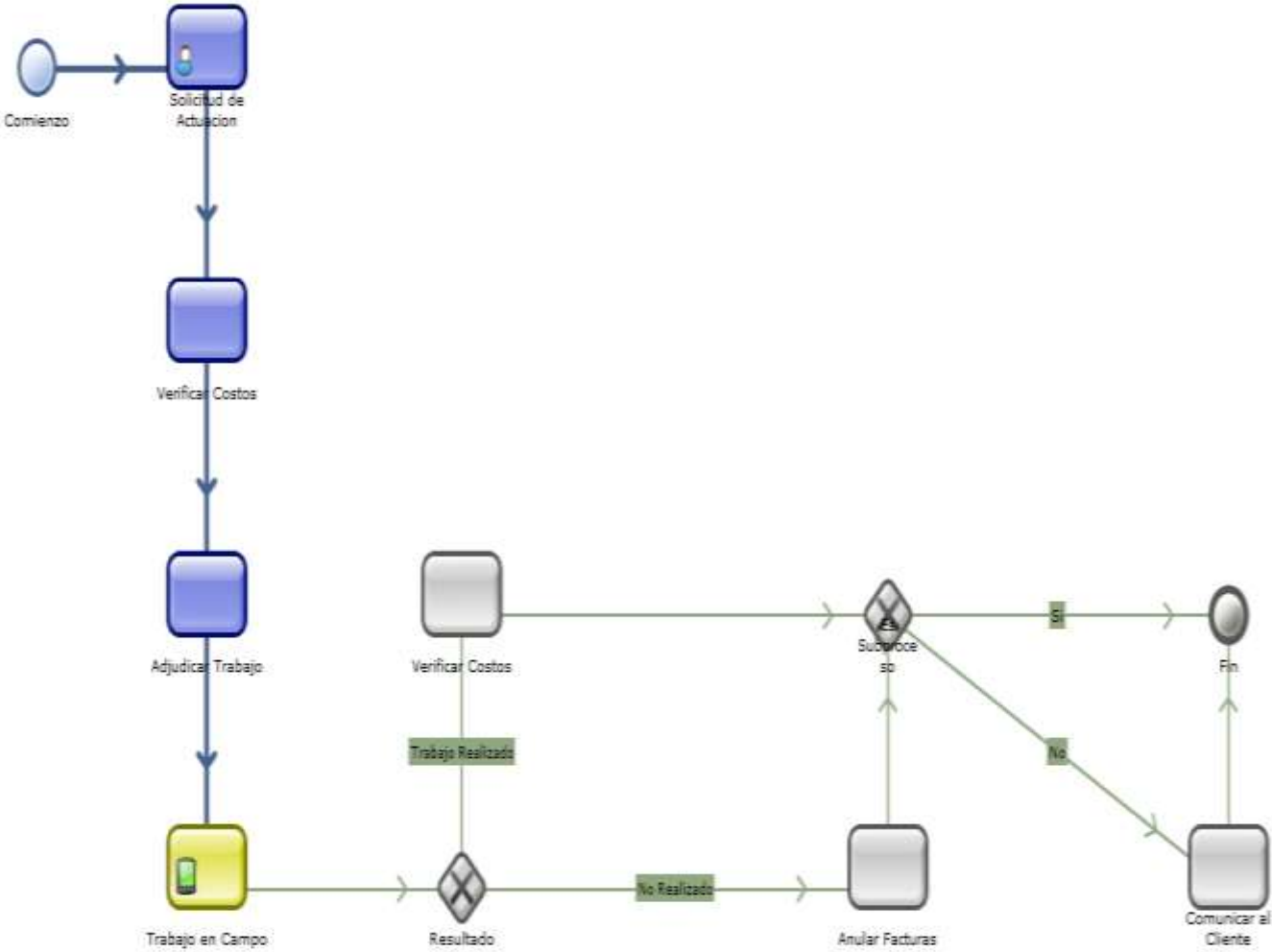


Informe elaborado por el Dpto. de Atención Telefónica 127 de la base de datos del sistema comercial AquaVisum

#	Causal	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
		Tiempo Respuesta	Tiempo Respuesta	Tiempo Respuesta	Tiempo Respuesta	Tiempo Respuesta
1	Tubo Roto en la calle	13.72	9.67	6.13	10.83	6.16
2	Tubo Roto en el Medidor	11.67	18.26	16.88	12.44	7.3
3	Problemas con Alcantarillado Sanitario					
4	Reemplazo de Llave de Pase	10.29	14	20.56	15.55	6.32
5	Sin pase de Agua	12.32	12.99	9.4	12.17	7.36
6	Medidor Con fuga	10.67	20.63	12.42	13.06	8
7	Tubo Roto en el Anden	8.57	11.8	6.14	13.45	8.3
8	Solicitud de Inspecciones	13.05	10.2	13.06	12.07	9.74
9	Reparación de Válvula. (En la Calle)	2.04	19	5.21	6.14	6.55
10	Reparaciones de Obras Civiles					



Flujo de proceso generado del sistema comercial AquaVisum (no se cumple este proceso).





Información sobre las variables SPSS.

Variable	Ubicación	Etiqueta	Nivel de medida	Ancho de columna	Alineación
VARPROC	1	Código del proceso	Escala	8	Derecha
VAR00001	2	Tipo de Causal	Nominal	34	Derecha
VARCAUSAL	3	Causal	Nominal	22	Izquierda
VARLOCA	4	Localidad	Nominal	10	Derecha
VARREPU	5	Respuesta de actuación	Nominal	13	Derecha
VAREMICI	6	Fecha de emisión	Nominal	11	Derecha
VARREALIZA	7	Fecha de realización	Nominal	13	Derecha
VARDIA	8	Días de respuesta	Escala	8	Derecha
VARSEMAN	9	Tiempo realizado (Semana)	Escala	7	Derecha
VARMES	10	Tiempo realizado (Mes)	Escala	8	Derecha
VARPROII	11	Tiempo de espera en el proceso II	Nominal	8	Derecha
VARPROIII	12	Tiempo de espera en el proceso III	Nominal	8	Derecha
VARPROIV	13	Tiempo de espera en el proceso IV	Nominal	8	Derecha
filter_\$	14	Aproximadamente 38% de los casos (SAMPLE)	Nominal	10	Derecha