



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para reducir los niveles de Subregistro en la empresa Sedalib S.A, 2019.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniería Industrial

**AUTORES:**

Br. Ramos Rodriguez Gian Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-1558-4083)

Br. Rodríguez Fiestas Christel Yuleit (ORCID: 0000-0001-5337-8101)

**ASESOR:**

Mg. Ulloa Bocanegra Segundo Gerardo (ORCID: 0000-0003-1635-9563)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

TRUJILLO - PERÚ

2020

## Dedicatoria

A Jehová: Por darnos Salud, y por toda la fortaleza necesaria para afrontar cada uno de los obstáculos presentados durante nuestra etapa de mi vida profesional.

A mi familia:

Por creer en nosotros y apoyarnos incondicionalmente desde el inicio hasta el final de mi trayecto profesional.

Por estar siempre en cada obstáculo y sobre todo en la cosecha de cada logro obtenido.

A la empresa:

Por su invaluable experiencia brindada, por todo el apoyo en la estructura y documentación requerida. Y de forma particular al área de medición de consumos de la EPS Sedalib S.A

## Agradecimiento

Agradecemos a la Universidad César Vallejo por aceptarnos y formarnos éticamente a lo largo de nuestra vida profesional y personal, a los docentes por su esmero de transmitir sus conocimientos, experiencias que ayudaron al fortalecimiento de nuestras capacidades como ingenieros y especialmente expresar mi gratitud a mis asesores los ingenieros Segundo Gerardo Ulloa Bocanegra y Santiago Jávez Valladares por guiarnos durante el desarrollo de la tesis. Por otra parte, también demostramos mi profundo agradecimiento a la empresa Sedalib S.A. quién nos dio la oportunidad de desarrollar la investigación y en especial al ingeniero Carlos Zaldívar Reboredo por su apoyo incondicional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
I.MARCO TEÓRICO.....	3
II.METODOLOGÍA.....	11
II.1Tipo y Diseño de investigación.....	11
II.2Variables y operacionalización.....	12
II.3Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	12
II.4Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
II.5Procedimiento.....	13
II.6Método de análisis de datos.....	14
II.7Aspectos éticos.....	14
III.RESULTADOS.....	15
IV.DISCUSIONES.....	24
V.CONCLUSIONES.....	25
VI.RECOMENDACIONES.....	27
REFERENCIAS.....	28
ANEXOS.....	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Modelos aprobados según la norma metrológica peruana 005-1996.....	32
Tabla 2: Modelos aprobados según norma metrológica peruana 005:11 características	32
Tabla 3: Medidores aprobados y homologados.....	33
Tabla 4: Operacionalización de variable independiente y dependiente.....	35
Tabla 5: Estratificación de población y muestra .....	37
Tabla 6: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
Tabla 7: Conexiones activas de Trujillo Metropolitano 2018. ....	39
Tabla 8: Total de medidores por año de instalación .....	39
Tabla 9: Muestra de medidores por año .....	40
Tabla 10: Contrastaciones anuales 2015 .....	41
Tabla 11: Contrastaciones anuales 2016 .....	41
Tabla 12: Contrastaciones anuales 2017 .....	42
Tabla 13: Contrastaciones anuales 2018 (enero- julio) .....	42
Tabla 14: Resumen de los resultados de las contrastaciones realizadas .....	43
Tabla 15: Subregistro de los 4 últimos años.....	43
Tabla 16: Resultados de las contrastaciones realizadas.....	44
Tabla 17: Porcentaje de subregistro del parque de medidores. ....	45
Tabla 18: Medidas de tendencia central .....	45
Tabla 19: Medidas de dispersión .....	45
Tabla 20: Comportamiento de los medidores en función del caudal de arranque.....	45
Tabla 21: Medidas de tendencia central del caudal de arranque .....	46
Tabla 22: Medidas de dispersión del caudal de arranque .....	46
Tabla 23: Porcentaje de error por marca de medidores .....	46
Tabla 24: Volumen promedio mensual .....	47
Tabla 25: Inventario equipos Sedalib S.A.....	47
Tabla 26: Catalogación de equipos de medidores.....	48
Tabla 27: Características técnicas de los medidores. ....	52
Tabla 28: Actividades del mantenimiento. ....	60
Tabla 29: Porcentaje de subregistro post prueba .....	61
Tabla 30: Subregistro promedio post-prueba. ....	62

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Medidor de disco oscilante .....	62
Figura 2: Medidor de pistón oscilante .....	62
Figura 3: Medidor de chorro único .....	63
Figura 4: Medidor de chorro múltiple .....	63
Figura 5: Medidor de chorro múltiple .....	64
Figura 6: Medidor operativo .....	64
Figura 7 Medidor inoperativo .....	65
Figura 8: Medidor inoperativo .....	65
Figura 9: Curva de error % de los medidores .....	66
Figura 10: Fórmula para hallar el % de error de medidor. ....	66
Figura 11: Cálculo de la muestra. ....	67
Figura 12: Instalaciones de medidores. ....	67
Figura 13: Porcentaje por localidades. ....	68
Figura 14: Muestra por años. ....	69
Figura 15: Evolución de instalaciones por micromedición. ....	70
Figura 16: Medidores por año de antigüedad. ....	71
Figura 17: Muestra de medidores por año. ....	71
Figura 18: Contrastaciones 2015. ....	72
Figura 19: Contrastaciones 2016. ....	72
Figura 20: Contrastaciones 2017. ....	73
Figura 21: Contrastaciones 2018. ....	73
Figura 22: Evolución del Subregistro .....	74
Figura 23: Porcentaje de Subregistro .....	74
Figura 24: Tanque elevado .....	75
Figura 25: Rotámetros .....	76
Figura 26: Bancos Volumétricos .....	77
Figura 27: Bombas de agua.....	77
Figura 28: Termómetros .....	78
Figura 29: Soplete.....	78
Figura 30: Secado de Medidores.....	79
Figura 31: Precinto de Seguridad .....	79
Figura 32: Cronograma de actividades (Diagrama de Gantt). ....	99

## Resumen

La presente investigación titulada “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para reducir los niveles de Subregistro en la empresa Sedalib S.A, 2018”, enmarcado en las teorías de mantenimiento preventivo y niveles de subregistro, para lo cual empleó el método deductivo, con una investigación de tipo experimental, aplicado a una población que estuvo constituida por 137 230 medidores operativos dentro de todo el parque de medidores de la EPS Sedalib S.A.; donde la muestra fue probabilística, obteniendo una muestra de 381 medidores estudiamos. Para lo cual empleamos análisis documental, el software Tableau, diagrama de Pareto, fichas de recolección de datos, diagrama de Gantt, Obteniendo como principal resultado que el parque de medidores tiene un error de subregistro del -24,89%, siendo el año con mayor porcentaje de subregistros el 2017 con un porcentaje de 44,40%, la tendencia de subregistro ha ido aumentando desde el año 2015. Luego de elaborar nuestro plan de mantenimiento obtuvimos una disminución del error de subregistro del -7, 83% La hipótesis fue corroborada con la prueba T-Student al dar un valor del 0,016 lo que permite concluir que la implementación del plan de manteniendo preventivo disminuye el índice de subregistro del parque de medidores.

**Palabras claves:** Mantenimiento preventivo, niveles de subregistro.

## Abstract

The present investigation entitled "Implementation of a plan of preventive maintenance to reduce the levels of Sub-registration in the company Sedalib S.A, 2018", framed in the theories of preventive maintenance and levels of under-registration .; for which he used the deductive method, with an experimental type of research, applying it to a population that consisted of 137 230 operational meters within the entire meter park of the EPS Sedalib S.A .; where the sample was probabilistic, obtaining a sample of 381 meters we studied. For which we use documentary analysis, Tableau software, Pareto diagram, data collection forms, Gantt chart, Obtaining as main result that the meter park has a sub-registration error of -24.89%, being the year with a greater percentage of Sub-registration in 2017 with a percentage of 44.40%, the trend of under-registration has been increased since 2015. After elaborating our maintenance plan we obtained a decrease of under-registration error of -7, 83%. The hypothesis was corroborated with the T-student test, giving a value of 0,016. This allows us to conclude that the implementation of the preventive maintenance plan decreases the rate of underreporting of the meter park.

**Keywords:** Preventive maintenance, Sub-registration levels.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los habitantes urbanos, ocasionan una creciente magnitud en la utilización del agua. Equivalente al aumento de la población, las diversas fuentes de agua están cada día más menguadas y el abastecimiento en los domicilios, representa monetariamente una cifra importante. Se precave que en el año 2030 en la tierra habrá una carencia de 40% de este recurso primordial en una problemática climática que aparentemente nunca variará. (Water, 2015, p.1).

La escasez de exactitud en las facturas de Agua y el inapropiado mantenimiento de los equipos de medición es una dificultad muy grande que está perjudicando a las entidades de saneamiento. Sedapal en el año 2013 se posicionó con 28.99% en ANF (Nivel de agua no facturada), en un ventajoso nivel que la empresa de saneamiento Acueducto, de Colombia que tuvo un 34.61%, Chile con la EPS Agua Andinas mantuvo un éxito que se eleva a 27.22%. Hacemos hincapié de que “Agua No Facturada” no es lo mismo que “pérdidas de agua y fugas en los caños o tazas de inodoro”, como se habitúa comprender.

El agua no facturada contiene la cantidad de agua no registrada, donde podemos encontrar equipos de medición con Subregistro, incendios, diversos exámenes de obras, distintas instalaciones ilegales, etc. (Gestión, 2014). A través de los últimos años a nivel nacional, las empresas de saneamiento han aumentado paulatinamente su causa de micromedición mediante las transposiciones que proceden del Estado. Dicho nivel aumentará en los años que vienen puesto que las metas están pronosticadas en el PNS (Plan Nacional de Saneamiento).

Este desempeño del aumento en la micromedición y macro medición facilita que no se priorice el M.P. de los medidores actuales, además el consumo registrado, es un criterio nada establecido en un plan de mantenimiento, como resultado la administración en las facturas se muestra menguada. Lo que se evidencia en el parque de medición ya que tiene muchos años de antigüedad. Esta situación causa

un incremento en la demanda de agua no registrada y por lo tanto poca facturación de las EPS. (Proagua, 2011, p.28).

Pese a que un hogar posee un equipo que no tiene un correcto mantenimiento, causando pérdidas en el índice de facturación, ya que con la duración de los medidores tienden a sub registrar. Conveniente por esa razón las empresas de saneamiento son las más perjudicadas monetariamente ya que no facturará la cantidad existente consumida. El correcto mantenimiento de los medidores y su correcta reposición, con la condición de que esté inoperativo, es primordial para todas las empresas de saneamiento, esto permitirá restablecer el registro verdadero consumido y el agua que no factura estará disminuida. (Indecopi, 2011, p.20)

Las EPS operan por lo regular cuando los equipos de medición no están en funcionamiento o ante una situación que perjudique el verdadero consumo (vandalizado, luna enturbiada, rastros de maniobra, etc.) sosteniendo como cultura de mantenimiento correctivo esta doctrina desprendida tiene que conmutar. Son limitadas las entidades que realizan un mantenimiento preventivo o tareas que desarrollen disminuir o enmendar las fallas en los medidores o conducta sospechosa en la cantidad registrada de los medidores. (Proagua, 2011, p.29)

En nuestro entorno el número de domicilios rurales que tienen el servicio de agua y que manifestaron una amortización por las operaciones y mantenimientos del servicio de agua en el año 2016 fue del 66.8 % de los habitantes de Trujillo. Donde el número de domicilios con letrina que efectúan métodos de mantenimiento equivale un 27.7 %; los domicilios que poseen el beneficio del agua y efectúan métodos de parquedad en el consumo del agua equivale un 72.5% (Inei, 2016, p.40).

Sedalib no huye de la problemática mentada, los equipos de medición en general desistieron de operar y el consumo debido a diversas razones que perjudican el adecuado empleo, no se realiza de manera improvisada, sino que va registrando poco de modo progresivo, hasta que se detiene.

La documentación evidencia que la empresa de saneamiento Sedalib S.A. en el año 2015 sostuvo un nivel de Subregistro de 5.05%, esta situación en los últimos años se ha ido creciendo progresivamente sosteniendo en el año 2016 ,15.29 %, en el 2017 un 41.17% y actualmente en el año 2018 hay un porcentaje de 38.49%.

Luego de 5 años de funcionamiento la mayor cantidad de los equipos comenzaron a sub registrar, agregar que en junio del 2017 se concluyó que la cantidad absoluta medida por consumo promedio de las instalaciones no tienen equipos de medición, además se retiraron por Subregistro y su reposición aumentó a 109,266 m3. Dentro de lo estipulado, se determinó que la empresa delegada de contrastar tiene que hacer un plan de mantenimiento para tener un adecuada inspección en su ejecución además incluir la calibración de los medidores, donde es aconsejable que el tiempo de calibración sea mayor a un año (Inacal, 2013, p.2)

La precedencia que debe poseer esta regla es una cuestión significativa, porque en Trujillo no hay empresas contrastadoras que realicen labores de contrastación, es por eso que la EPS es exclusiva para hacer estos exámenes.

## **I. MARCO TEÓRICO.**

Balaguer (2012), sostuvo la investigación “Desarrollo de una herramienta para la evaluación preliminar de la gestión técnica de un parque de contadores domésticos. Aplicación en el abastecimiento de Aranda de Duero, España” obtuvo de muestreo 151 equipos de medición empleados y se ejecutaron parámetros de medida de consumo. La data obtenida arrojó los siguientes resultados: Equipos de medición de 13/15 mm con diámetro nominal, el primer estrato del cual el modelo 5 es el que obtuvo superior error general preciso a su funcionamiento mayor a los 20 años, el margen de error global se considera un -13,15%. Este estrato tiene una celeridad moderada de -0,20% por año. El segundo estrato de superior error global fue conformado por 10 equipos de medición que fue inferior a 5 años y un error global promedio de 11,58%, por año la métrica de avería fue de 1,03%.

En el contexto patrio hallamos el trabajo de Tuesta (2015), "Evaluación del Subregistro de los medidores de acuerdo a su antigüedad en la ciudad de Cajamarca para el año 2015" con motivo de optar el título profesional de Ingeniero Civil, la suposición que se propuso fue que los medidores mayores a 10 años de funcionamiento sub registraban -15%, por ello se realizó una investigación en Cajamarca conformada por 12 áreas mercantiles, cuyo muestreo estudiado fue de 387; los datos fueron proporcionados por la EPS, los pasos estuvieron contemplados en el Reglamento de Calidad de Prestación de Servicios de Saneamiento, se informó y apartó su apropiada contrastación en el laboratorio de medidores de SEDACAJ S.A., obtuvo la certificación de Indecopi bajo la NMP 005-2011 donde las soluciones sostuvieron como promedio de Subregistro -13.69 % en Cajamarca y el -20.83% de Subregistro simboliza a los equipos de medición mayor a 10 años.

Apolo (2014), cuya investigación "Proyecto de evaluación y reducción de pérdidas en el sistema de abastecimiento de agua. EPS EMFAPATUMBES S.A". La micro medición comprende el 5.64% de las instalaciones generales, con 905 equipos de medición conectados. En agosto del 2003, 520 equipos de medición se encontraban operantes (medida del 2.51% de las instalaciones que se registrara). Las categorías tarifarias no alcanzaron a recubrir los egresos efectivos y las obligaciones de transposiciones de la entidad, sin embargo, el índice de la transposición fue en mayo del S/ 1,37 por m<sup>3</sup>. Al mes un equipo de medición que funcionó 10 hrs por día con utilización diaria de 50m<sup>3</sup>/día, de tal forma que el coste al mes en cantidad fue de 1500 m<sup>3</sup>/mes. Así mismo se estableció que el registro mensual es 71.60 S/. /mes, que compromete los primeros 30 m<sup>3</sup>/ mes utilizados, se atribuyó un índice de 1.020 s/. /m<sup>3</sup> y para los 20 m<sup>3</sup>/meses suplementarios utilizados se atribuyó un índice de 2.050 S/. /m<sup>3</sup>.

Delgado (2010), hizo una investigación: "Evaluación del estado metrológico del parque de medidores EMSAPUNO S.A.". Su finalidad fue identificar las mermas de agua originadas por el defecto del equipo de medición en el procedimiento de

registro del agua utilizada por el consumidor el número de medidores empleados para este estudio fue de 632 unidades. Obtuvo como soluciones: los equipos de medición instalados arrojó un índice de subregistro de -18.92% que equivale en elevado índice de disminución monetarios. La cantidad de equipos de medición que se extiende a subregistro fue de 19.15%. Así mismo, el nivel de subregistro equivale el 5.54%, como resultado la clientela realizó reclamos por elevados consumos.

En los reclamos se encontró que el 75.31% de los medidores están dentro de los LMP para equipos de medición instalados existientemente. La inclinación al subregistro representó el 54.12%, por otro lado, el 0.79% tuvo como predisposición al sobre registro. El 9.81% de todos los casos tuvieron una inclinación a sub registrar. El 10.28% de los casos sobre registraron y el 79.91% se encuentran conectados. La cantidad de agua no medida por subregistro arrojó 36 921.62 m<sup>3</sup>/mes, y representó por año una cantidad de 443 059.44 m<sup>3</sup>/año. S/. 549 393.7 al año degeneraría la EPS como resultado del subregistro de los equipos de medición, que significó un índice elevado puesto que lograr recubrir otros programas que son necesarios para la Entidad Prestadora de Servicio, como ampliación del servicio de agua, renovación del parque de medidores, innovación de red pública.

El autor Vega (2013), realizó una investigación “Evaluación del desempeño de medidores domiciliarios y estimación del error de medición en el sistema de agua potable de la ciudad de Lima y Callao”, tuvo objetivo el cumplimiento de los equipos de medición de domicilios de agua, por la preocupación del aumento de las exigencias de los comercios causando de esa manera el sobre registro, las exigencias se presentaron en el Tribunal de Reclamos por los clientes, destinados en su pluralidad a la carencia operativa de los medidores. Este estudio usó un muestreo estadístico de todas las instalaciones activas, donde se eligió de modo sistemático y aleatorio 423 equipos de medición. Los datos encontrados en este estudio dieron como resultados lo siguiente: El 4.9% del muestreo manifestó el error de sobre registro, 34.5% manifestaron los equipos de medición activos, El 60.5% sub

registran, el Parque de Medidores de Callao y Lima obtuvo como error de medición el -11 y -14% de la cantidad medida.

Para un plan de M.P, primero se debe definir qué es un plan; de la manera más sencilla el concepto de plan se define como la intención y proyecto de hacer algo donde se establecen determinados objetivos. El Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España (2015), define el plan “como un documento que describe, reconoce, e investiga una pertenencia comercial, indaga la factibilidad sistemática de la misma y ejecuta todos las estrategias y procesos necesarios para transformar la mencionada ocasión en un plan empresarial necesario”. (Ordaz, 2015, p.29)

Los principios básicos que debe cumplir un plan son; como primer punto el plan ha de estar orientado a la estrategia de la empresa, debe seguir una metodología determinada y así como técnicas de planificación, al tratarse de una herramienta de comunicación de ser legible y entendible por cada integrante de la organización, debe contemplar también los diferentes contratiempos por los cuales pasará. (Bernal, 2012, p.2)

Del mismo modo, el mantenimiento; se entiende como el cumplimiento organizacional a la que se encarga la verificación del estado del equipamiento diverso, como las de producción, las de asistencia y de servicios a este respecto el mantenimiento es la unión de actividades importantes para mantener o restaurar un plan en una situación que acceda asegurar su manejo a un precio bajo, acorde a lo mencionado se infiere diversos ejercicios: prever y/o modificar los inconvenientes y medir y/o estimar la situación del equipamiento. En consecuencia conduce al concepto de que el mantenimiento comienza en el plan del equipo. (Bernal, 2012, p.24)

Por otro lado, los objetivos que están implícitos en el mantenimiento; es aumentar la disponibilidad de los equipos hasta un nivel requerido, mejorar la fiabilidad de máquinas e instalaciones, como también el asesoramiento a cualquier departamento

de la organización para futuros proyectos y así facilitar la mantenibilidad de las nuevas instalaciones. (Díaz, 2010, p.1)

El mantenimiento correctivo, que se efectúa después del fallo, solo cuando la avería ya se ha presentado; el mantenimiento preventivo, tiene la finalidad de reducir la probabilidad de fallo en cualquier equipo, este tipo de mantenimiento se divide en dos clases, MP. Sistemático se realiza en intervalos de tiempo ya establecidos y se considera la criticidad de cada máquina; MP. Condicional, dependiendo de un evento predispuesto; mantenimiento predictivo, se relaciona al sistema de rastreo anticipado de signos para generar la orden y se proceda a su intervención antes de que ocurra el fallo. (Rey, 2012, p.43)

Los indicadores del mantenimiento son la disponibilidad, que consiste en estimar el índice entre la duración en que dicho servicio se encuentre apto en comparación con la duración de realización general apto predecido. (Carmona, 2015, p.6).

$$= \frac{\text{Duración de realización general apto predecido} - \text{Duración de realización general no apto}}{\text{Duración de realización general apto predecido}} \times 100$$

La confiabilidad es la posibilidad de que una porción de la producción marche correctamente mediante la duración concreta por debajo de estándares establecidos. (Carmona, 2015, p.8).

Mantenibilidad o razón de servicio (RS)

$$RS = \frac{TO}{TD}$$

El mantenimiento preventivo es absolutamente planeado y estructurado e implica la reparación o el reemplazo de equipos en intervalos permanentes, se ejecuta con la finalidad de prever o hacer frente a próximos errores, esto es, administrar funciones

instruidas a disminuir las consecuencias, ya sea por diversos estados físicos, que en el instante están ocurriendo o podrían ocurrir (Salih, 2010, p.75).

Es recomendable extender y ensanchar el plan una vez que se comprobó la obtención del resultado (Gonzales, 2015, p.398). C. Decidir si se van a introducir funciones secundarias al plan de M.P. Se debe implementar evaluaciones, itinerario de lubricantes, observaciones y/o calibraciones (Gonzales Fernández, 2015 pág. 399). d) Transmitir el rumbo del M.P. es indispensable que todo el talento humano de la entidad tenga clara el propósito del plan de M.P. Proyectar una enunciación específica y concisa, para ejecutar el M.P más precipitado y sencillo. e) Calibración y medidas del M.P: Los componentes que conforman el programa de mantenimiento preventivo son discutidos, se expone una programación para ponerlo en práctica. (Gonzales Fernández, 2015 pág. 399). f) Desarrollar un programa de sostenimiento: Consolidación de la determinación de una instrucción íntegra y consecuente, ejecutar un programa claro que logre ajustarse a la programación fijada. g) Organizar y unir la información: existen diversos parámetros que pueden ejecutarse y ponerse en práctica un mantenimiento preventivo. (Gonzales, 2015, p.399).

Para establecer un plan de MP se debe seguir lo siguientes: aquellos equipos que se incluyan en el plan de mantenimiento preventivo de MP tienen que presentarse en la lista de equipos: Es necesario un tablero de guía. Dicho tablero debe señalar al software con que regularidad se generan las órdenes de trabajo, así como la institución de otros parámetros para el plan MP. (Gonzales, 2015, p. 400).

Si son necesarias las inspecciones diarias, los registros de lecturas, se requiere una planificación de tareas que faciliten sustentar el Mantenimiento. (Fernández, 2015, p.400). Calendario. Determinar aquellas fechas y días entre las supervisiones del mantenimiento preventivo. Este tipo de mantenimiento es más sencillo para examinar y plantear. (Gonzales, 2015, p.402).

Los tipos de medidores se clasifican en equipos de medición de disco oscilante: Es por donde la fluidez entra al sitio entre el disco y las paredes de la cámara, esté

lanza enfrente el disco lo que genera un hecho de oscilación rotatoria. Su principal ventaja a bajo precio, y la importante desventaja es que es defectuoso en su operacionalidad en el que el líquido no es filtrado. (Gutiérrez, 2011, p.3-14) (Figura 01, pág. 71). Equipos de medición de Pistón Oscilante: La fluidez del líquido ingresa y transcurre por los contornos del sitio nulo, entre los anillos externos o internos, al hueco de desembarque. (Figura 2, pág. 71).

Las bases de los micromedidores de esta categoría en específico se deben al desarraigo de la cantidad de líquido a través de un plan automático y la rapidez del líquido origina girar una turbina o hélice. Con Chorro único: La fluidez del líquido se incorpora por la hélice la abscisa es perpendicular al sentido del líquido, en el que el chorro ejerce en una específica puntada. Es un equipamiento para medir la rapidez utilizada mayormente en instalaciones domiciliarias. La rapidez de actividad del generador se presenta en dirección proporcionada a la actividad que es realizada por la fluidez del líquido sobre sí misma de modo que es caudal circulatorio. En la situación del diámetro se emplea mayormente aquellos de 7 a 20 mm. (Gutiérrez, 2011, p.3-14) (Figura 3, pág. 72).

Chorro múltiple; la fluidez del líquido que penetra por el generador donde la hélice se encuentra verticalmente a la actividad del líquido, es distribuido en tal sentido de que opere el generador ecuánimemente. Los caudales de esta categoría de equipos de medición oscilan entre los 15 y 50 mm, un caudal nominal de 15m<sup>3</sup>/h. (Figura 04; 05, pág. 72-73).

Modelos aceptados según nuestra norma NMP 005-1996 (Tabla 01, pág. 41).  
Modelos aprobados según nuestra norma NMP 005:11 (Tabla 02, pág. 41).  
Características Técnicas de Medidores Homologados y Aceptados. (Tabla 03, pág. 42).

Conclusión de contrastaciones: A) M. Operativo: Esto sucede dado que nada de los caudales de examen sobrepasa LMP contempladas en la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales N° 0063-2006/CRT-INDECOPI. (Sedapal, 2011, p.1) (Figura

06, pág. 73). B) M. Inoperativo: Esto se da porque uno de los caudales sobrepasa los límites máximos permisibles expresados en el Reglamento Técnicos y Comerciales N° 0063-2006/CRT-INDECOPI. (Sedapal, 2011) (Figura 07; 08, pág. 74).

El estudio de la metrología abarca la calibración programada de los instrumentos, la comprobación y no menos importante la unidad de medición. (Instituto de salud Pública de Chile, 2015) La falla de medida de los equipos de medición. En el campo de ensayo de equipos de medición se realiza la evaluación de la falla a todos los caudales. La falla dada entre los caudales verificados se interpone, teniendo como resultado una curva donde autorice determinar y estudiar la falla de medida global de los instrumentos de medidas evaluados. (Medidor). (Garrigós, 2016) (Figura 09, pág. 75).

Para señalar las fallas de medida se emplea la fórmula de error promedio de caudales. (Figura 10, pág. 75). La variable específica de un instrumento; la información explícita de un instrumento suelen distribuirse en: Aquellos a los que una persona altamente certificada pueda tener acceso (ajustables) y aquellos que deberían estar protegidos (inalterables). (Inacal, 2013). El error significativo son aquellos errores que se producen por motivos paralelos e independientes en el equipo o el plan de constatación. Errores que incapacitan la realización de los pesajes. Fallas transitorias; y Fallas graves que serán percibidas por aquellas personas que serán advertidas en los efectos del pesaje. (Inacal, 2013).

Existen varios tipos de bancos de equipos de medición en la cual encontramos a los bancos volumétricos, que son tanques con escala gradual que permiten conocer el volumen de líquido que circula en los hidrómetros. Los bancos gravimétricos usan un instrumento de peso cuya palanca gradual es en cantidad de consumo. (Laura, 2013, p.32),

Consiste en la paralelidad de un hidrómetro experimentado con un modelo (Laura, 2013, p.33), bancos Portátiles se elaboran mayormente para experimentar

hidrómetros en la superficie. Las características de tensión cambian durante a lo largo del examen, razón por lo que estos sostienen una exactitud por debajo de las extraídas en un banco firme. Los exámenes en la superficie se aconsejan para la calibración de hidrómetros de industria y para el servicio de llamada de atención de utilización de agua. (Laura Delgado, 2013, p.34).

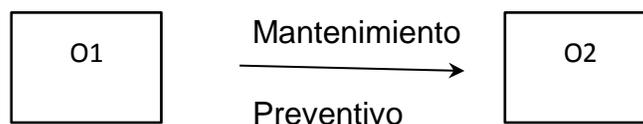
Para cumplir con todos este fin es muy importante la implementación de tácticas con buenos fundamentos en investigaciones que logren la ecuanimidad técnica/monetaria que demuestre el plan de M.P, un error inesperado de los equipos de medición de gran competencia genera elevados precios para la organización, no precios de reparos, así como las que originan las disminuciones monetarias en cuestación, lo cual lograría ser esquivado con el reemplazo o reparos convenientes (MP- Mantenimiento Preventivo) anterior a originarse el error. (Sedaloreto, 2015, p.7).

## II. METODOLOGÍA

### II.1 Tipo y Diseño de investigación

De acuerdo al tipo de estudio la investigación es aplicativa experimental, ya que se usó estudios teóricos del mantenimiento preventivo para poder dar una solución al problema presentado en la organización en estudio. De igual manera también es descriptivo, porque describe y mide las variables en estudio.

El diseño de la investigación es Pre-Experimental porque se buscó reducir los niveles de Subregistro en los medidores a través de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo y así poder evaluar su impacto, mediante una Pre-Prueba y Post-Prueba.



O1. Pre-Test (Niveles de Subregistro antes del estímulo)

X0: Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo

O2. Post-Test (Niveles de Subregistro después del estímulo)

## II.2 Variables y operacionalización

El Mantenimiento Preventivo (Independiente)-Cuantitativa: Significa la sustitución o la restauración de equipos en intervalos constantes, realizado con tal fin de contrarrestar futuros errores o fallas, es decir, administra actividades que están dirigidas a reducir cualesquiera de las consecuencias que se presenten, ya sea por condiciones físicas distintas, que en el instante están aconteciendo o podrían suceder (Salih, 2010 pág. 75)

Reducir los niveles de Subregistro (Dependiente); Cuantitativa: Aquel medidor que subregistran, es en el momento que al menos en uno de sus caudales de prueba, se registra un volumen que es menor al que verdaderamente ha pasado por este. Es decir, que el consumo que registra está por debajo del consumo verdadero. (INACAL, 2013) (Tabla 04, pág. 44)

## II.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

La población para el mantenimiento preventivo estuvo compuesta de 137230 medidores operativos dentro de todo el parque de Sedalib.S.A. Ubicados dentro de Trujillo Metropolitano. Que están repartidos de la siguiente manera; Huanchaco 6913, Moche 1821, Florencia de Mora 5531, Víctor Larco 10624, La Esperanza 29442, Salaverry 2658, Trujillo 53302 y El Porvenir 26553. La muestra fue probabilística, teniendo como resultado una muestra de 381 medidores a estudiar. (Tabla 05, pág. 46) (Figura 11, pág.41).

## II.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el logro de los objetivos específicos, se procedió a utilizar las siguientes técnicas y herramientas (Tabla 06, pág. 46).

## II.5 Procedimiento

- Para nuestro primer objetivo específico se analizó la situación vigente de los medidores dentro del parque mediante la técnica Análisis Documentario, que se realizó en el área de Catastro, en la cual se utilizó formatos de recojo de información (Formato 1, pág.99); cuyos datos fueron analizados mediante la herramienta de Tableau. (Anexo de Figura 12, 13, 14, 15) y Hoja de Cálculo Excel.
- Para nuestro segundo objetivo se procedió con el uso de la técnica de análisis documentario del taller de Contrastación de medidores y el principio de Pareto para demostrar el mayor problema que afecta al área de estudio, se utilizó formatos de registros (Formato 2, pág. 100), utilizando como herramienta hojas de cálculo (Excel).
- Los resultados correspondientes a los errores en subregistro de los equipos de medición (medidores) de Trujillo se obtuvieron en el Banco de Medidores de SEDALIB S.A calibrado por INDECOPI a través de formatos de registro. (Formato 3, pág. 101), cuya información fue analizada en hojas de Excel.
- Para el objetivo número cuatro se empleó como técnica la observación de campo para poder identificar los equipos que se emplearon para el mantenimiento de los medidores, además de formatos de registro para la carga de trabajo (Formato 4, pág. 102) y como herramienta para la planificación del Mantenimiento Preventivo se empleó la herramienta del Diagrama de Gantt (Figura 24, pág. 80), también se utilizó formatos de registro de las características técnicas de los medidores (Formato 5, pág. 103) y por último se diseñaron órdenes de trabajo para facilitar las actividades a los técnicos (Formato 6-18, pág.104-116)

- Los resultados correspondientes a los errores en subregistro para la Post-Prueba de los equipos de medición (medidores) de Trujillo se obtuvieron en el Banco de Medidores de SEDALIB S.A que ha sido calibrado por INDECOPI a través de formatos de registro (Formato 2, pág. 100). Los datos obtenidos de la pre-prueba y de la post-prueba se evaluaron de manera comparativa a través de un análisis estadístico por medio del software SPSS 21 para probar la hipótesis de la investigación.

## II.6 Método de análisis de datos

### Análisis descriptivos

Todos los datos estudiados fueron representados y graficados en histogramas y tablas de resultados. Analizando sus medidas y tendencias (desviación estándar, promedio, moda, desviación) con respecto a la antigüedad y Subregistro de medidores todo esto basado en la data histórica con la que cuenta la empresa Sedalib, logrando determinar el periodo de mantenimiento adecuado.

### Análisis estadístico

Para poder comprobar la hipótesis por tratarse de un estudio pre-experimental la variable dependiente con escala razón se procedió a analizar la normalidad de la diferencia de los datos de la variable dependiente (error promedio del parque de medidores) con la prueba Shapiro-Wilk por ser los datos menores a 50, resultando que tiene un comportamiento normal por lo que se aplicó una prueba paramétrica: T-Student.

## II.7 Aspectos éticos

En esta investigación, se cuida la fiabilidad, y decisiones intelectuales de todos los resultados obtenidos, así como la confiabilidad de la base de datos

de la empresa en estudio, según sus registros que portan con relación a las distintas observaciones que se presentan en cada uno de los medidores.

### **III. RESULTADOS**

#### **III.1 Análisis de la situación actual del parque de medidores.**

Conexiones activas de Trujillo Metropolitano: Se manifiesta el menor incremento en temas de proyectos de micro medición, representado con un 3.4% del total de conexiones activas, por otro lado, la localidad de Trujillo representa un 36% del total de conexiones activas. (Tabla 07, pág. 48)

Para ello se aplicó un análisis de documentos que el área de medición registra sobre los medidores operativos, evaluándolos por año de instalación ubicados en Trujillo Metropolitana mediante la herramienta Excel (Tabla 08, pág. 48).

Con los datos obtenidos se puede observar claramente en el gráfico (Figura 24, pág. 71) como los proyectos de micromedición de Sedalib han ido aumentando durante los últimos 10 años, siendo en el año 2015 el pico con mayores instalaciones de medidores nuevos, representando el 45.35% de conexiones nuevas.

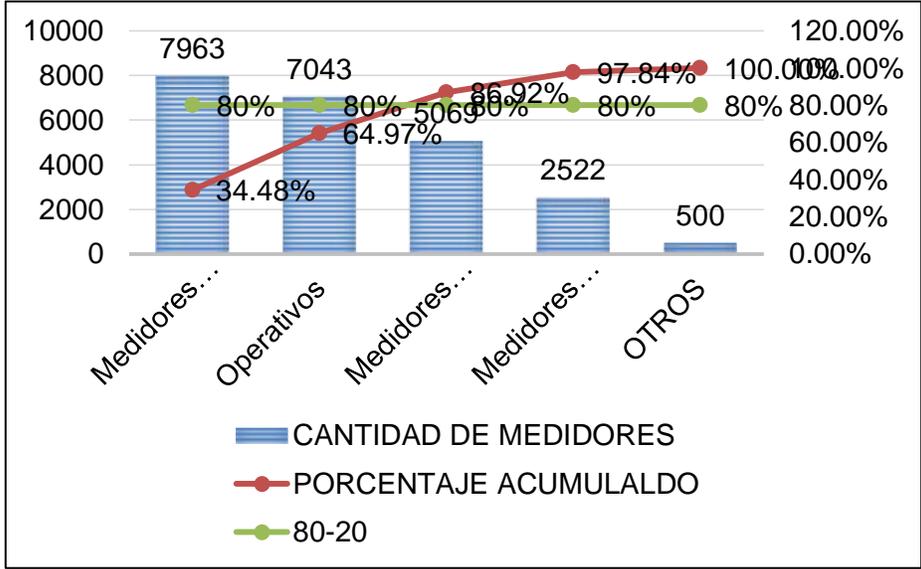
Muestreo de medidores por año de instalación: Para determinar la muestra de medidores por año se empleó el muestreo probabilístico obteniendo 381 medidores de agua para contrastar (Tabla 09, pág.49) (Figura 25, pág. 71).

El alto índice de antigüedad del parque de medidores, teniendo como la conexión más antigua la del año 1999 que representa el 0.26 % del total de la muestra.

#### **III.2 Análisis del índice de fallas por subregistro de los últimos años en la empresa Sedalib S.A, 2018.**

La evolución del subregistro a través de los años: El índice de observaciones por Subregistro ha ido incrementando a través de los últimos 4 años, arrojando como

resultado, que en el 2015 un 6,59% presento esta observación, por otra parte, en el año 2017 se incrementó a un 53,72% esto demuestra que la tendencia con respecto al subregistro fue aumentando. (Tabla 15, pág. 52) (Figura 30, pág.74).



Fuente: Elaboración propia.

Resumen de las observaciones por contrastaciones: El gráfico siguiente muestra el resumen de las observaciones en los últimos 4 años, (Tabla 10, pág. 50) (Tabla 11, pág. 50) (Tabla 12, pág. 51) (Tabla 13, pág. 51) (Figura 26, 27, 28, 29) donde señala según el diagrama de Pareto que el 80% que la falla más significativa a solucionar son los medidores con subregistro que representó el 34.48% del total de las contrastaciones. (Tabla 14, pág.52)

### III.3 Determinación del porcentaje de subregistro del parque de medidores

El porcentaje del índice de subregistro del parque de medidores de la ciudad de Trujillo.: En la Tabla 16, pág. 53, muestran los resultados de las contrastaciones realizadas arrojando que el 100 % de medidores son inoperativos. Para resolver el nivel de porcentaje de subregistro en el parque de medidores se tuvo que realizar intervalos de tiempo por antigüedad, donde los medidores que son menores a 3 años representan un total de 43065, de todos estos se procedió a contrastar en el

laboratorio de contrastaciones una totalidad de 304 medidores, dando como resultado que el 15.79% sub-registran, esto se expresa con los medidores que tuvieron solo errores negativos por debajo de los límites permitidos dentro de la norma (Figura 04; 05 pág. 72-73). El error promedio que se obtuvo para medidores menores a 3 años fue de -7.98%. Con el posterior parámetro de antigüedad que son mayores a 3 años, pero menores de 6 años tuvo como resultado un promedio de error del -22,51% de subregistro. (Tabla 17, pág. 54)

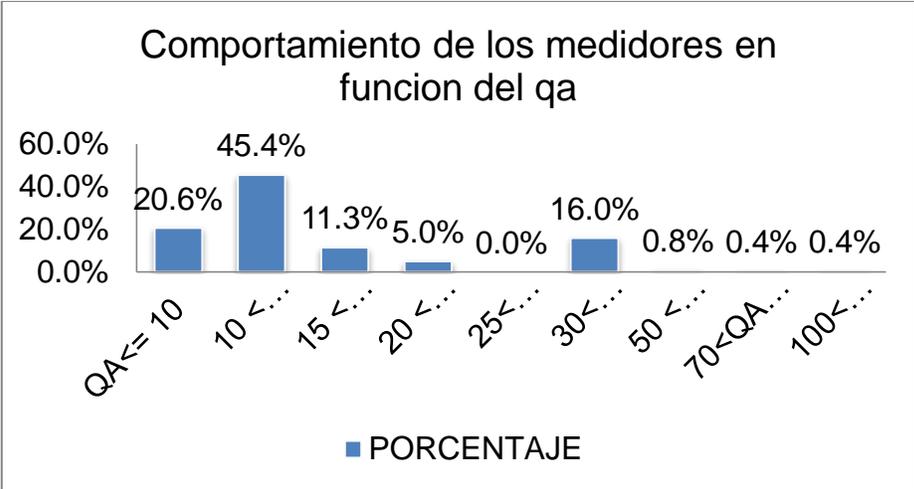
Donde los medidores rebasan los 10 años de antigüedad arrojó como producto un promedio de error del -41,56%. De la totalidad de datos analizados teniendo como criterio su año de instalación se halla el subregistro de la siguiente manera, promediando el promedio de cada intervalo de tiempo, que simboliza que la EPS Sedalib S.A. dentro de su parque de medidores tiene un promedio general de -24.89%. Esto refleja que de todo el 100% de agua que Trujillo consume, se factura solo un 75,11% y el 24.89% de agua no es facturada o es no contabilizada por la EPS en estudio.

Según las medidas de tendencia central la antigüedad de los medidores es en promedio 3.876 años, además el 50% de los medidores superan los 1.17 años y la antigüedad más frecuente en los medidores es de 1.58 años. (Tabla 18, pág. 54). La antigüedad de los medidores varía en 3.17 años con respecto del promedio de antigüedad, además se puede confirmar que los años de antigüedad son de forma heterogénea al tener un coeficiente de variación de 81.9%. (Tabla 19, pág.54)

Comportamiento en caudal de arranque (QA): Los caudales de arranque de los medidores nuevos se encuentran dentro de los rangos de 9 a 12 l/h. En la investigación publicada por GTZ, Metodología de evaluación de medidores y su aplicación en diversas condiciones operativas y de consumo, se estableció que para medidores de chorro único el caudal de arranque es de 10.7 l/h y para medidores de chorro múltiple de 12.7 l/h; con esta información, los resultados obtenidos en el la

evaluación indicaron que el 20.6% de los medidores están dentro de los límites permisibles, el 56,7% recién empezarían a registrar entre 15 a 20 l/h.

Entre 20 a 25 l/h el 5,0 % de los medidores evaluados iniciaron el proceso de registro, siendo este un rango menor de incidencia. En resumen, el 61.7% de los medidores presentaron caudales de arranque por debajo del caudal mínimo, pero muy por encima de los valores iniciales de funcionamiento, lo cual demuestra que los medidores han perdido la capacidad de medir caudales bajos, que principalmente son caudales frecuentes o característicos de fugas domiciliaria. (Tabla 20, pág.46).



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, el 17.6% de los medidores contrastados tienen caudales de arranque por encima del caudal mínimo, lo cual indicaría que estos medidores ya estarían completamente deteriorados y que es necesario su reemplazo. Asimismo, es evidente que este grupo de medidores presenta serias deficiencias para registrar consumos en el rango inferior de medición, el cual está definido entre el caudal mínimo y el caudal transitorio, donde el rango de precisión es de + - 10% (para medidores en servicio).

El caudal de arranque de los medidores es en promedio 17.53, además el 50% de los medidores superan los 13.24 litros de caudal de arranque y el caudal de arranque más frecuente en los medidores es de 12.107 litros. (Tabla 21, pág. 55)

El caudal de arranque de los medidores varía en 14 litros con respecto del promedio del caudal de arranque, además se puede confirmar que el caudal de arranque es de forma heterogénea al tener un coeficiente de variación de 79.83%. (Tabla 22, pág. 55)

Evaluación metrológica en función de la marca de medidores: En base a los resultados obtenidos en el proceso de contratación, clasificados según su marca de medidores, observamos que existen determinadas marcas de medidor que presentan altos índices de subregistro a nivel de la mayoría de los caudales a los cuales fueron contrastados.

Dentro de estos casos tenemos: ELSTER, SP. POLLUX, ZENNER e INCA S.A: que en el proceso de contrastación presentan en promedio errores muy por debajo de los límites permisibles, tal como se puede apreciar en la Tabla 23, pág. 55 de curva de errores.

Determinación de las pérdidas por micro medición: El reporte de la base de datos de la EPS, cuenta con un total de 137 230 medidores instalados en ellos cuales registra el consumo de 2 324 248 m<sup>3</sup>/mes. De acuerdo con esto, considerando el porcentaje de pérdidas por subregistro que alcanza a -24.89% tenemos que el volumen no medido por subregistro es 578505,327m<sup>3</sup>/ mes por tanto el volumen ideal a medir es 2902753,33 m<sup>3</sup>/ mes en la Tabla 24, pág. 56, muestra que el monto no facturado por subregistro es S. / 22492287,1 por año.

#### III.4 Implementación del plan de mantenimiento preventivo.

El plan de Mantenimiento Preventivo se ejecutó con la finalidad de reducir el nivel de fallas por Subregistro de los medidores y conservarlos en una condición favorable de operatividad.

Inventario de los equipos: Para la debida ejecución del Plan de mantenimiento se elaboró un inventario de los equipos más utilizados en el taller de medidores, dicha información fue obtenida con ayuda del jefe y técnicos inmediatos. (Tabla 25, pág. 56) (Anexo de Figuras 16, 18, 19, 20, 21)

Catalogación de los equipos: Después de reconocer y realizar la lista de los equipos más utilizados en el taller, se llevó la ejecución de la catalogación de los equipos, que consistió en designar un código alfanumérico para cada uno de ellos. (Tabla 26, pág. 57)

Interpretación de los códigos utilizados: TM - 1

- TM: Taller de Medidores:
- 1: Posición

Diseño de fichas técnicas

Es de vital importancia diseñar formatos que posibiliten el acceso de la información básica de cada equipo, por lo tanto, se propuso diseñar fichas técnicas que recopilen características operativas, generales y técnicas.

Las características operacionales garantizan la excelente eficiencia del equipo, ejemplo: caudal, presión, temperatura, las características generales mencionan las características físicas e información complementaria del equipo, como proveedores, dimensiones, fabricantes. (Tabla 27, pág. 61)

Formatos para la adecuada gestión del mantenimiento: Se determinó los tipos de mantenimiento adecuados para conformar el plan de mantenimiento de la EPS con la finalidad de garantizar un excelente funcionamiento de sus equipos:

- Mantenimiento Preventivo: Debe ser programado con anticipación, contiene un mantenimiento periódico, inspecciones, etc.
- Mantenimiento Correctivo: Se realiza cuando los usuarios presentan sus reclamos, para que la empresa proceda lo más pronto posible a reparar esta

falla en dicho medidor. Se debe recalcar que las programaciones de mantenimiento preventivo no deberían interrumpirse por las reparaciones de emergencia.

Luego se definen las actividades necesarias para el mantenimiento de los Medidores y la codificación de cada una, con la intención de que los técnicos identifiquen de manera sencilla y fácil las actividades propuestas. (Tabla 28, pág. 69) (Figura 22; 23, pág. 83).

Posteriormente se diseñó órdenes de trabajo con la finalidad de dar al técnico una serie de pasos de las actividades de mantenimiento a ejecutar.

En anexos se encuentra los formatos completos para cada una de las actividades (Formato 6-18, pág.104-116)

Los cronogramas se diseñan con la finalidad de tener una guía diaria, semanal, mensual o anual de todas las actividades requeridas para el mantenimiento. Para realizar estas actividades se utilizan tableros de control (Diagrama de Gantt).y en anexos se encuentra el cronograma completo de las actividades orientado a 4 meses. (Figura 24, pág. 108).

Disponibilidad total del taller de medidores.

$$Disponibilidad = \frac{\text{horas totales} - \text{horas parada por mantenimiento}}{\text{horas totales}} \times 100$$

$$Disponibilidad = \frac{40h - 8h}{40 h} \times 100 = 80\%$$

Interpretación: Del tiempo total operativo el taller de medidores se encuentra disponible en un 80% para realizar contrastaciones.

### III.5 Análisis Del Porcentaje De Subregistro De La Post- Prueba

Para precisar el actual indicativo de porcentaje de subregistro dentro del parque de medidores se procedió a separar en 4 intervalos por tiempo de antigüedad, donde medidores menores a 3 años tienen como total 43065, de los cuales se procedió a

contrastar un total de 304 medidores donde el 3.7% de los medidores sub registran, esto se determinó con los medidores que presentaron solo errores negativos por debajo de los límites permitidos. El resultado del error promedio donde aquellos medidores por debajo de los 3 años son de -7,20%. En el segundo parámetro de antigüedad donde los medidores que exceden a los 3 años de antigüedad, pero que son menores de 6 años arrojó un error promedio -7,75% de índice de subregistro. Aquellos medidores que exceden más de 10 años por antigüedad arrojaron como producto un error promediado del -10,63%. De la totalidad de los datos examinados en función al año de instalación se encuentra el subregistro promediando el promedio de cada intervalo de tiempo, donde nos deja con un escenario donde la EPS Sedalib S.A. posee un promedio generalizado dentro de su parque de medidores del -7.83%. (Tabla 29, pág. 61) (Tabla 30 pág. 61).

Prueba Estadística de Hipótesis: La investigación tiene un diseño Pre-experimental, con una evaluación de Pre-Prueba y Post Prueba se debe confirmar la hipótesis para la variable dependiente, como para el ejemplo de los niveles de subregistro es de escala razón se aplica una prueba paramétrica; pero, antes se debe confirmar la normalidad de los datos.

Hipótesis de normalidad para la diferencia de los datos de la variable dependiente, nivel de subregistro; usando el software SPSSVS21 y utilizando los resultados de Shapiro - Wilk, ya que se tiene 5 datos (niveles de subregistro por antigüedad)

Nivel de confianza: 95%

H1: Los datos no presentan un comportamiento normal

Ho1: Los datos presentan un comportamiento normal

$P < 0.05$  se aprueba H1

$P \geq 0.05$  se aprueba Ho1

Tabla 25: Prueba de normalidad Shapiro- Wilk

Pruebas de normalidad						
Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
Estadíst	Gl	Sig.	Estadíst	Gl	Sig.	

	ico			ico		
Diferencia de la pre y post prueba	,235	5	,200	,944	5	,693

Fuente: Tabla 24 Porcentaje de subregistro Post-prueba.

En la tabla 25 se confirma Ho1, pues el valor  $p = 0.693$  es mayor a 0.05, para datos con un comportamiento normal, se emplea una prueba paramétrica: T-Student

Prueba de hipótesis

H2: Los niveles de subregistro disminuyen después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

Ho2: Los niveles de subregistro no disminuyen después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

Nivel de confianza: 95%

$P < 0.05$  se aprueba H2

$P \geq 0.05$  se aprueba Ho2

Tabla 26: Prueba de hipótesis T-Student

		Prueba de muestras relacionadas					T	g	Sig. (bilateral)
		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
P a r 1	Error Promedio por Subregistro antes del MP - Error Promedio	- 17,0500	9,52198	4,25836	- 28,87310	- 5,22690	- 4,004	4	,016

	o por Subregi stro después del MP								
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Tabla 22 Porcentaje de subregistro Post-prueba.

Los resultados de la tabla 24 indica que el valor  $p=0.016$  es menor que 0.05 por lo que se acepta la hipótesis H2: Los niveles de subregistro disminuyen después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, probando lo planteado en esta investigación

#### **IV. DISCUSIONES**

Al analizar el error promedio de Subregistro del parque de medidores de la ciudad de Trujillo en la tabla 12 se puede apreciar que el error promedio general asciende a -24.89% lo que indica un alto índice de volumen no facturado por la empresa. Esto se reafirma en la investigación hecha por Balaguer (2012), cuyo error promedio general fue de -13.15%.

Esto se debe a que el factor antigüedad es el que más incide en los niveles de subregistro. Esto se corrobora en la teoría de Proagua en su libro titulado: Gestión Comercial de las EPS, donde sustenta que el mayor problema del Subregistro en las EPS son los años de antigüedad de su parque de medidores.

Determinamos el nivel de error promedio en medidores de más de 10 años obteniendo como resultado -25.68 %, en la tabla 12; para una muestra total de 381 medidores. Esto tiene una similitud en la investigación realizada por Tuesta (2015), donde para una población de 387 medidores obtuvo como error promedio en medidores de más de 10 años un error de -13.69.

Esto se evidencia en SEDALORETO en su manual de mantenimiento de medidores donde se obtuvo para medidores de 10 años un error de -20.13% lo cual afirma que a más años de antigüedad, tiende a incrementar su subregistro

Al analizar el comportamiento de medidores en función al arranque, el 61.7% de los medidores presentaron caudales de arranque por debajo del caudal mínimo, lo cual demuestra que los medidores han perdido la capacidad de medir caudales bajos, que principalmente son caudales frecuentes. Además se determinó el error de caudales por marca de medidores, donde se evidencia que la marca Elster tiene más tendencia al subregistro. Esto se reafirma en la investigación de Delgado (2010) donde el 88.7% de los medidores presentaron caudales por debajo de los límites máximos permisibles, y la marca del medidor que más subregistro fue Inca

El bosquejo de nuestro plan de mantenimiento preventivo contiene los pasos para su debida implementación, dentro de estos el inventario de equipos, su codificación, la lista de los diferentes modelos de medidores, así como sus fichas técnicas para facilitar la evaluación de sus respectivos caudales, también se incluye las actividades necesarias para el debido mantenimiento.

Esto se corrobora con la investigación de Olaya (2014), donde sigue los mismos pasos para la debida gestión del mantenimiento de sus maquinarias. Esto se evidencia en la teoría de González (2015) en el libro titulado teoría y práctica del mantenimiento industrial, donde asegura que la debida ejecución de un plan de mantenimiento reduce las fallas y paradas de los quipos Esto demuestra que la implementación de nuestro plan es adecuada ya que se corrobora con los antecedentes y teorías vigentes.

## **V. CONCLUSIONES**

El estudio permitió determinar la totalidad de los usuarios con conexión al servicio, las conexiones con medidor ascienden a 53688, y un total de 8033 están con el

componente llamado niple de espera (sin medidor). Asimismo, se evidencia que el año 2012 la EPS acrecentó sus proyectos de micromedición, siendo el 2015 con 24220 y un porcentaje equivalente al 45.35%, el año donde más instalaciones nuevas se ejecutaron.

Se indicó que la mayor problemática que afecta al área de estudio es el Subregistro teniendo el 34.48% del total de todas las contrastaciones realizadas, según la norma Metrológica, igualmente, se analizó el incremento de los niveles de subregistro en los últimos 4 años, donde se refleja que en 2015 tiene un porcentaje del 6.59%, en 2016 el 19.95%, el 2017 un 53.72% y en 2018 hasta el mes de Julio tiene un 19.73% de niveles de subregistro.

La investigación permitió determinar el porcentaje de error promedio de subregistro dentro del parque de medidores de Trujillo, el cual asciende a un -24.89%, esto indica que la empresa deja de facturar 578 505 m<sup>3</sup>/mes, lo implica una pérdida económica de 1 874 357. 26 S/. /mes, por otra parte, también se pudo determinar de las contrastaciones, el caudal de arranque para toda muestra, teniendo un 61.7% de los medidores que presentaron caudales de arranque por debajo del caudal mínimo, pero muy por encima de los valores iniciales de funcionamiento, lo cual demuestra que los medidores han perdido la capacidad de medir caudales bajos.

En base a los resultados obtenidos en el proceso de contrastación, clasificados según su marca de medidores, observamos que existen determinadas marcas de medidor que presentan altos índices de subregistro a nivel de la mayoría de los caudales a los cuales fueron contrastados. Dentro de estos casos tenemos: ELSTER, SP. POLLUX, ZENNER e INCA S.A.

Posteriormente se planifica e implementar un plan de mantenimiento preventivo, donde se identificaron los equipos, se redactó todas las actividad que conciernen al mantenimiento, para lo cual se elaboraron órdenes de trabajo para actividad; así como se identificaron y codificaron todos los modelos de medidores para que al técnico del taller se le facilite encontrar los caudales de prueba, , se realizó la nueva

muestra a contrastar, y se procedió a realizar el cronograma de Gantt para la planificación del mantenimiento.

## **VI. RECOMENDACIONES**

La investigación se realizó tomando en cuenta la variable intervalos de tiempo (antigüedad), para la evaluación del nivel de Subregistro, sin embargo existen otras variables; como por ejemplo: presión, tipo de medidor, cantidad de flujo, calidad de agua registrado por el medidor entre otras y distintas variables que pueden afectar al subregistro, es por esto que se sugiere ampliar la investigación desde un punto de vista diferente en donde se obtenga un panorama más claro, exacto; y así como también saber cuál es la variable que influye con mayor incidencia en el subregistro.

El estudio evaluó el comportamiento del Caudal de Arranque, que es un factor que influye en el Subregistro, para lo cual se recomienda realizar la investigación evaluando el comportamiento de otros factores tales como: Comportamiento de los caudales características (Caudal mínimo, caudal transitorio, caudal permanente), registro del volumen acumulado

Se recomienda que los medidores que presenten su promedio de error por debajo de los límites permisibles deban evaluarse al 100%, y en función a ello definir su permanencia en las instalaciones, o en su defecto establecer actividades correctivas para se apliquen al caso.

Se recomienda realizar una investigación donde se permita saber si es que la caja del medidor instalada en piso funciona mejor que instalada en pared, o si es irrelevante.

Se recomienda a la Empresa Sedalib S.A tomar en cuenta nuestros resultados obtenidos de la investigación, con la finalidad de reducir el número de contrastaciones por reclamo y realizar pruebas aleatorias de medidores, con el fin de identificar medidores manipulados.

## REFERENCIAS

AGUERA Soriano, José. Mecánica de Fluidos: Conceptos y Propiedades, [En línea]. Córdoba. 2011. [fecha de consulta: 18 de diciembre del 2018.]. Disponible en: <http://www.uco.es/termodinamica/ppt/pdf/fluidos%201.pdf>

APOLO Marchán, José Luis. Proyecto de evaluación y reducción de pérdidas en el sistema de abastecimiento de agua EPS EMFAPATUMBES S.A. 2014. Tesis (Ingeniero Mecánico de Fluidos). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2014. 193p.

BALAGUER Garrigos, Miguel. Desarrollo de un herramienta para la evaluación preliminar de la gestión Técnica de un parque de contadores Domésticos. Aplicación en el abastecimiento de Aranda de Duero. 2012. Tesis (Master universitario en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente). Valencia, España : Universidad Politécnica de Valencia. 2013. 208p.

BERNAL, María. Planificación: Conceptos básicos, Principios, Componentes, Características y Desarrollo del Proceso, [En línea]. Venezuela. 2012. [fecha de consulta: 28 de noviembre del 2018.]. Disponible en: [https://nikolayaguirre.files.wordpress.com/2013/04/1-introduccion-a-la-planificacion.pdf?fbclid=IwAR0jllbnXDjtdvXftibirDCBk1\\_Nz3dIKBMFR3S5bEj7f1t3gtoLWhQe-k](https://nikolayaguirre.files.wordpress.com/2013/04/1-introduccion-a-la-planificacion.pdf?fbclid=IwAR0jllbnXDjtdvXftibirDCBk1_Nz3dIKBMFR3S5bEj7f1t3gtoLWhQe-k).

CARMONA Cordero, Francisca. Indicadores para la gestión del mantenimiento. [En línea]. 2015. [Fecha de consulta: 12 de agosto del 2018.]. Disponible en : <https://docplayer.es/815662-Mscp-kpi-indicadores-para-la-gestion-del-mantenimiento-contec-ltda.html>.

DELGADO Laura, Vladimir. Evaluación del estado metrológico del parque de medidores de EMSAPUNO . 2010. Tesis (Ingeniero Civil). Cuzco, Perú : Universidad Nacional de San Antonio Abad. 2010. 128p.

DIAZ Navarro, Juan. Técnica de Mantenimiento Industrial. 2da. ed. Cádiz: Calpe Insituteof techonologic Editorial, 2010. 318p. ISB 9788461377473.

GARRIGÒS Balaguer, Miguel. Error de Medicion de los medidores. [En línea]. Madrid. 2016. [Fecha de consulta: 23 de Junio del 2018.]. Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/miguel-balaguer-garrigos>.

GESTIÓN, Diario. Sedapal redujo a 27.83% el nivel de agua no facturada. [En línea]. Perú. 2014. [fecha de consulta: 30 de octubre del 2018.]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/sedapal-redujo-27-83-nivel-agua-facturada-67908>.

GONZÁLEZ Fernandez, Francisco. Teoría y práctica de mantenimiento industrial.5ta. ed. Madrid: FC Editorial, 2015. 708p. ISBN 8415781350, 9788415781356.

GUTIERREZ, Marco Toledo. 5 Tipos de medidores de flujo de agua domiciliarios. [En línea]. Mexico. 2011. [fecha de consulta: 30 de octubre del 2018.]. Disponible en : <https://docplayer.es/9208602-Marco-a-toledo-gutierrez-25-anos-contribuyendo-a-la-gestion-sustentable-del-agua.html>.

INACAL. Norma Metrológica Peruana 005-01. [En línea]. Perú. 2013. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2018.]. Disponible en: [https://www.inacal.gob.pe/inacal/files/metrologia/normas-metrologicas-peruanas/NMP\\_005-1\\_2011.pdf](https://www.inacal.gob.pe/inacal/files/metrologia/normas-metrologicas-peruanas/NMP_005-1_2011.pdf).

INDECOPI. Mercado de Contrastación de Medidores de Agua Potable. Situacion Actual y Perspectivas. [En línea]. Perú. 2011. [fecha de consulta: 7 de abril del 2018.]. .Disponible en:<https://www.indecopi.gob.pe/documents/20182/196933/DocTrabN012011%281%29.pdf/e5e664cf-0123-4b56-9167-117acf09ce8f>.

INEI. Encuesta Nacional de programas presupuestales. 1442a. Lima: Instituto Nacional de estadistica e informatica. 2016. 198p.

INSTITUTO DE SALUD PUBLICA DE CHILE. ¿Que es la metrologia?. [En línea]. Chile. 2015. [fecha de consulta: 21 de junio del 2018.]. Disponible en: [http://www.ispch.cl/saludambiental/metrologia/actividades\\_realizar](http://www.ispch.cl/saludambiental/metrologia/actividades_realizar).

OLAYA Vargas, Héctor Mauricio. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel. 2014. Tesis (Ingeniero Mecánico) .Pereira. Colombia: Universidad Tecnológico de Pereira. 2014. 400p.

ORDAZ Zubía, Velia. Análisis y crítica de la metodología para la realización de planes regionales en el estado de Guanajuato.2015. Tesis (Maestría de Planeamiento Urbano Regional). Guanajuato. México: Universidad de Guanajuato.2015.289p.

PISQUERAS Yepes, Victor. Calibracion de un equipo de medida. [En línea]. Valencia. 2016. [fecha de cosulta: 28 de junio del 2018.]. Disponible en : <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/calibracion/>.

PEREZ Remesal, Severiano [En línea]. Cantabria. 2011. [fecha de consulta: 28 de junio del 2018.]. Disponible en : <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1307/course/section/1605/T08.pdf>.

PROAGUA. Gestion Comercial de las EPS. 4ta. ed. Lima : Anexa, 2011.

REY Sacristán, Francisco. Manual de Mantenimiento Integral en la Empresa...5ta. ed. Madrid: FC Editorial, 2012. 462p. ISBN 8495428180

SALIH, Duffuaa, RAOUF, A. y DIXON, John. Sistemas de Mantenimiento: Planeacion y Control. Mexico D.F. : Limusa Wiley S.A, 2010. 404p. ISBN 96818591899.

SEDALORETO. Manual de mantenimiento de medidores. [En línea]. Loreto. 2015. [fecha de consulta: 22 de julio del 2018.]. Disponible en: <http://www.sedaloreto.com.pe/transparencia/planeaorganizacion/manuales/12.ManttoMedid.pdf>.

SEDAPAL. Contrastacion de Medidores. [En línea]. Lima. 2011. [fecha de consulta: 20 de junio de 2018.]. Disponible en: <http://www.sedapal.com.pe/documents/10154/d27c55ae-4da3-a813-855184ef8dce>.

TUESTA Barboza, Pamela y VARGAS Herrera, Deysi Lisbeth. "Evaluacion del Subregistro de los medidores de acuerdo a su antigüedad en la ciudad de Cajamarca". Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca, Perú : Universdad Privada Del Norte. 2015. 105p.

VEGA Varias, Raül. "Evaluación del desempeño de medidores domiciliarios y estimación del error de medición en el sistema de agua potable de la ciudad de Lima y Callao". Lima. Perú: Sunass. 2013. 21p.

WATER, World. 2015. Agua para un mundo sostenible. [En línea]. Perusa, Italia 2015. [fecha de consulta: 28 de noviembre de 2018.]. Disponible en: [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts\\_Figures\\_SPA\\_web.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf).

## ANEXOS

Tabla 1: Modelos aprobados según la norma metrológica peruana 005-1996.

Empresa	Marca	Modelo	Tipo Ch.
Donghai Dh Del Perú S.A.C.	DH	LXSG 15E-T	M
Donghai Dh Del Perú S.A.C.	DH	LXSG 15E-T	U
Compañía Industrial Y Comercial Del Agua S.A	CICASA	MMD-15 NG	M

Fuente: Inacal 2015

Tabla 2: Modelos aprobados según norma metrológica peruana 005:11 características

Empresa	Marca	Modelo	Diámetro Nominal	Procedencia	N°Cert
Elster Medidores S.A.	Elster	M 170	15 Mm	Brasil	Snm/Lvd_001_2012
Itron Solucoes Para Energía E Agua Ltda.	Itron	Multimag Tm lii	15 Mm	Brasil	Snm/Lvd_001_2013
Itron Solucoes Para Energía E Agua Ltda.	Itron	Multimag Tm lii	20 Mm	Brasil	Snm/Lvd_002_2013
Donghai Representaciones Y Servicios S.A.C.	Dh	Lxsgy-15e	15 Mm	China	Snm/Lfl_001_2013
Donghai Representaciones Y Servicios S.A.C.	Dh	Lxsg-20e	20 Mm	China	Snm/Lfl_002_2013
Itron Solucoes Para Energía E Agua Ltda.	Itron	Unimag Tu 4	20 Mm	Italia	Snm/Lfl_001_2014
Medileser S.A.C.	Elster	M 170	15 Mm	Brasil	Snm/Lfl_002_2014

Itron Solucoes Para Energía E Agua Ltda.	Itron	Medis Cybletm	15 Mm	Italia	Snm/Lfl_003_2014
Medileseser S.A.C.	Elster	S 150	20 Mm	España	Snm/Lfl_004_2014
Medileseser S.A.C.	Elster	V 200	25 Mm	Inglaterra	Snm/Lfl_005_2014
Itron Solucoes Para Energía E Agua Ltda.	Itron	Flodis Cyble	15 Mm	Brasil	Snm/Lfl_001_2015
Itron Solucoes Para Energía E Agua Ltda.	Itron	Flodis Cyble	20 Mm	Brasil	Snm/Lfl_002_2015
Medileseser S.A.C.	Elster	V 200	15 Mm	Inglaterra	Dm/Lfl_003_2015
Medileseser S.A.C.	Elster	V 200	20 Mm	España	Dm/Lfl_004_2015
Itron Solucoes Para Energía E Agua Ltda.	Itron	Aquadis+	25 Mm	Francia	Dm/Lfl_005_2015

Fuente: Inacal 2015

Tabla 3: Medidores aprobados y homologados.

Tipo De Chorro	Marca	Modelo	Longitud	Alcance	Q3 (M3/Hora)	Q1 (L/H)	Aceptable	Observación
Único	Itron	Medis Cyble Tm	110	R80	2.5	31.25	No	Q1 Muy Amplio
	Itron	Flodis Cyble	190	R125	2.5	20	No	Mucha Longitud
				R160		15.6	No	Mucha Longitud
	Elster	S160	115	R125	2.5	20	Si	Considerar En Evaluación

				R160		16	Si	Considerar En Evaluación
	Zenner	Minomesa	110	R63	1.6	25	No	Modelo Con Pin Antifraude
	Zenner	Etkd	110	R100	1.6	16	Si	Considerar En Evaluación
2.5					25	Si	Considerar En Evaluación	
R125				1.6	12.8	Si	Considerar En Evaluación	
				2.5	20	Si	Considerar En Evaluación	
Zenner				Minomesa (Variante)	110	R63	1.6	25.4
	R80	20	Si			Considerar En Evaluación		
Múltiple	Elster	M170	190	R125	2.5	20	No	Mucha Longitud
				R100		25	No	Mucha Longitud
	Itron	Multimag Tm3	165	R80	2.5	31	No	Q1 Muy Amplio
				R100		25	Si	Considerar En Evaluación
	Dh	Lxsgy - 15e	190	R80	2.5	31.25	No	Mucha Longitud
				R100		25	No	Mucha Longitud
	Itron	Multimag Cyble Tm li	190	R80	2.5	31.25	No	Mucha Longitud
				R100		25	No	Mucha Longitud

	Elster	M170	165	R100	2.5	25	Si	Considerar En Evaluación
				R125		20	Si	Considerar En Evaluación
	Elster	M170	165	R125	1.6	20	Si	Considerar En Evaluación
				R160		15.6	Si	Considerar En Evaluación
	Elster	Mtk - S1	165	R100	2.5	16	Si	Considerar En Evaluación
				R160		15.6	Si	Considerar En Evaluación

Fuente: Sedalib S.A. – Área de medición

Tabla 4: Operacionalización de variable independiente y dependiente

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Mantenimiento Preventivo	Implica el reemplazo o la reparación de equipos en intervalos permanentes, realizando con la finalidad de contrarrestar futuras fallas, es decir, gestiona actividades que están orientadas a reducir cualquier	Se diseña la implementación del plan de mantenimiento preventivo, identificando 4 dimensiones básicas que caracterizan al mantenimiento:		
		Tiempo Promedio entre fallas (TPEF)	Horas Operadas/N° de fallas	Razón
		Tiempo Promedio para reparar (TPPR)	Tiempo total de reparaciones/N° de reparaciones	

	consecuencias ya sea por condiciones físicas, que en el momento están sucediendo o podrían suceder (Salih, 2010 pág. 75)	Disponibilidad (A) = (horas totales) –(horas parada por mantenimiento) /(horas totales)		
Reducir los niveles de Subregistro	Un medidor subregistro, cuando en uno de sus caudales de prueba, registra un volumen menor al que realmente ha pasado por este. Es decir, registra consumos por debajo de su consumo real. (INACAL, 2013)	Consumo de agua registrado m3	Registro del volumen de agua consumido por el medidor	Razón
		Consumo real	Volumen de agua que ingresa al medidor	Razón
		Tiempo de antigüedad	Dato registrado por la EPS, en función al tiempo que ha venido funcionando en el predio.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Estratificación de población y muestra

Localidades	Muestra por localidades
10-Moche	317,24
12-Victor Larco	370,75
13-Huanchaco	363,94
14-Salaverry	335,65
1-La Esperanza	379,21
2-Florencia De Mora	359,21
3-El Porvenir	378,68
9-Trujillo	381,30

Muestra	381,30
muestreo probabilístico	
artículos a estudiar= medidores de agua	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Objetivos	Técnicas	Instrumento
1. Analizar la situación actual del parque de medidores	Análisis de documentos.	Formato de recojo de información.
		Tableau.
		Hojas de Cálculo Excel.
2. Analizar el índice de fallas por subregistro.	Análisis de documentos.	Formato de recojo de información.
3. Determinar el porcentaje de	Análisis de documentos.	Formato de recojo de información.

<p>subregistro del parque de medidores de los últimos años en la empresa Sedalib S.A, 2018.</p>		<p>Hojas de Cálculo Excel.</p>
<p>4. Implementar el plan de mantenimiento preventivo.</p>	<p>Observación de campo.</p>	<p>Formatos de registro.</p>
		<p>Diagrama de Gantt.</p>
		<p>Ordenes de Trabajo.</p>
<p>5. Analizar el porcentaje de subregistro de la Post-Prueba</p>	<p>Observación de campo.</p>	<p>Formatos de registro.</p>
		<p>Software SPSS 21.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Conexiones activas de Trujillo Metropolitano 2018.

Localidades	Con medidor	Sin medidor	Total	Porcentaje por localidades
10-Moche	1821	3937	5758	3.4%
12-Victor Larco	10624	2017	12641	7.5%
13-Huanchaco	6913	1862	8775	5.2%
14-Salaverry	2658	2148	4806	2.9%
1-La Esperanza	29442	4866	34308	20.5%
2-Florencia De Mora	5531	1190	6721	4.0%
3-El Porvenir	26553	6208	32761	19.6%
9-Trujillo	53688	8033	61721	36.9%
Total General	137230	30261	167491	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Total de medidores por año de instalación

Año	N° medidores	% Medidores operativos
1998	4	0.01%
1999	48	0.09%
2000	11	0.02%
2001	12	0.02%
2002	32	0.06%
2003	8	0.01%
2004	15	0.03%
2005	54	0.10%
2006	495	0.93%
2007	84	0.16%
2008	525	0.98%
2009	939	1.76%

2010	258	0.48%
2011	705	1.32%
2012	2041	3.82%
2013	2699	5.05%
2014	2307	4.32%
2015	24220	45.35%
2016	11806	22.11%
2017	4355	8.16%
2018	2684	5.03%
TOTAL	53402	100%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Muestra de medidores por año

Año	N° medidores	% medidores operativos
1999	1	0.26%
2002	1	0.26%
2006	1	0.26%
2008	5	1.31%
2009	7	1.84%
2010	5	1.31%
2011	9	2.36%
2012	17	4.46%
2013	17	4.46%

2014	14	3.67%
2015	165	43.31%
2016	94	24.67%
2017	25	6.56%
2018	20	5.25%
TOTAL	381	100%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Contrastaciones anuales 2015

Observaciones	Cantidad de medidores	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Operativo	1000	1000	40.29%	40.29%
Medidores Con Vandalismo	668	1668	26.91%	
Medidores Con Subregistro	525	2193	21.15%	88.36%
Medidores Paralizados	229	2422	9.23%	97.58%
Otros	60	2482	2.42%	100.00%
Total	2482		100.00 %	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Contrastaciones anuales 2016

Observaciones	Cantidad de medidores	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Operativos	2972	2972	39.09%	39.09%
Medidores vandalizados	1965	4937	25.85%	64.93%
Medidores con Subregistro	1589	6526	20.90%	85.83%
Medidores Paralizados	922	7448	12.13%	97.96%

OTROS	155	7603	2.04%	100.00%
Total	7603		100.00%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Contrastaciones anuales 2017

Observaciones	Cantidad de medidores	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Medidores con Subregistro	7963	7963	34.48%	34.48%
Operativos	7043	15006	30.49%	64.97%
Medidores Vandalizados	5069	20075	21.95%	86.92%
Medidores Paralizados	2522	22597	10.92%	97.84%
OTROS	500	23097	2.16%	100.00%
Total	23097		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: Contrastaciones anuales 2018 (enero- julio)

Observaciones	Cantidad De medidores	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Medidores con Subregistro	1571	1571	46.52%	46.52%
Operativos	771	2342	22.83%	69.35%
Medidores Vandalizados	557	2899	16.49%	85.85%
Medidores Paralizados	471	3370	13.95%	99.79%
OTROS	7	3377	0.21%	100.00%
Total	3377		100.00%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Resumen de los resultados de las contrastaciones realizadas

Observaciones	Cantidad medidores	De	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Medidores con Subregistro	4278		4278	44.40%	44.40%
Operativo	2300		6578	23.87%	68.27%
Medidores Vandalizados	1879		8457	19.50%	87.77%
Medidores Paralizados	900		9357	9.34%	97.11%
OTROS	278		9635	2.89%	100.00%
Total	9635			100.00%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Subregistro de los 4 últimos años.

Año	Subregistro	Porcentaje
2015	525	6.59%
2016	1589	19.95%
2017	4278	53.72%
2018	1571	19.73%
TOTAL	7963	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Resultados de las contrastaciones realizadas

Recipiente	Recipiente1	Recipiente2	Error %	Error %1	Error %2	Resultado	Promedio
99,27	9,80	7,70	-0,73	-2,00	-23,00	INOPERATIVO	-8,58
99,70	8,82	0,00	-0,30	-11,80	-100,00	INOPERATIVO	-37,37
97,60	9,52	8,78	-2,40	-4,80	-12,20	INOPERATIVO	-6,47
98,00	8,96	0,00	-2,00	-10,40	-100,00	INOPERATIVO	-37,47
98,25	9,62	8,93	-1,75	-3,80	-10,70	INOPERATIVO	-5,42
97,00	9,69	8,83	-3,00	-3,10	-11,70	INOPERATIVO	-5,93
98,21	8,40	0,00	-1,79	-16,00	-100,00	INOPERATIVO	-39,26
45,90	9,30	0,00	-54,10	-7,00	-100,00	INOPERATIVO	-53,70
57,06	0,00	0,00	-42,94	-100,00	-100,00	INOPERATIVO	-80,98
97,40	9,07	8,10	-2,60	-9,30	-19,00	INOPERATIVO	-10,30
98,48	9,65	8,68	-1,52	-3,50	-13,20	INOPERATIVO	-6,07
94,10	9,15	0,00	-5,90	-8,50	-100,00	INOPERATIVO	-38,13
97,50	8,90	0,00	-2,50	-11,00	-100,00	INOPERATIVO	-37,83
101,04	9,61	0,00	1,04	-3,90	-100,00	INOPERATIVO	-34,29
92,68	9,05	0,00	-7,32	-9,50	-100,00	INOPERATIVO	-38,94
98,30	8,87	0,00	-1,70	-11,30	-100,00	INOPERATIVO	-37,67
97,38	9,40	7,40	-2,62	-6,00	-26,00	INOPERATIVO	-11,54
98,90	9,68	8,03	-1,10	-3,20	-19,70	INOPERATIVO	-8,00
95,00	9,20	0,00	-5,00	-8,00	-100,00	INOPERATIVO	-37,67
99,30	9,00	0,00	-0,70	-10,00	-100,00	INOPERATIVO	-36,90
99,00	9,85	0,00	-1,00	-1,50	-100,00	INOPERATIVO	-34,17

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17: Porcentaje de subregistro del parque de medidores.

Antigüedad de medidores (años)	Total de Medidores muestreados	% de medidores que SUBREGISTRAN	Error Promedio
<=3	304	15,79%	-7,98
>3 ; <=5	31	19,35%	-22,69
>5 ; <=8	31	45,16%	-26,51
>8 ; <=10	12	50,00%	-25,68
>10	3	66,67%	-41,56
Subregistro Promedio del parque medidor			-24,89

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Medidas de tendencia central

Media	3.876
Mediana	1.174
Moda	1.581

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Medidas de dispersión

Varianza	10.073
Desviación	3.174
CV	81.9%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Comportamiento de los medidores en función del caudal de arranque

Qa	Porcentaje	Promedio	Total
Qa<= 10	20,6%	8,41	49
10 < Qa <= 15	45,4%	13,22	108
15 < Qa <=20	11,3%	18,74	27
20 < Qa<= 25	5,0%	22,75	12
25< Qa <=30	0,0%	0	0
30< Qa<= 50	16,0%	38,11	38

50 < Qa <=70	0,8%	70,00	2
70<Qa<=100	0,4%	80,00	1
100< Qa <= 120	0,4%	100,00	1
			238

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21: Medidas de tendencia central del caudal de arranque

Media	17.532
Mediana	13.241
Moda	12.107

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Medidas de dispersión del caudal de arranque

Varianza	195.88
Desviación	14.00
CV	79.83%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Porcentaje de error por marca de medidores

Medidores	Error 1 (Qn)	Error 2 (Qt)	Error 3 (Qmin)	Promedio	Cantidad	Porcentaje
Actaris	-1,30	-4,80	-13,20	-6,43	1	2%
Donghai	-2,96	-6,36	-33,04	-14,12	5	8%
Elster	-4,49	-18,11	-59,99	-27,53	37	56%
Inca	-28,13	-34,13	-100,00	-54,09	4	6%
Sp. Pollux	-15,67	-11,06	-86,52	-37,75	12	18%
Zenner	-28,94	-32,81	-63,50	-41,75	7	11%
Total					66	100%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24: Volumen promedio mensual

Volumen Real Medido:	=	2324 248	m3/ mes		
% de error por Subregistro:	=	- 24,89	%		
Volumen no medido por subregistro:	=	2324248 24.89% =	X	578505, 327	m3/ mes
Por tanto, la EPS debería medir:					
Volumen ideal a medir	=	2902753,33 m3/ mes			
Consultando la tarifa media de la EPS reportada a SUNASS					
Tarifa media (S./m3) SEDALIB S.A	=	3,24			
Monto NO FACTURADO por subregistro	=	S./	187435 7,26	POR MES	
Monto NO FACTURADO por subregistro	=	S./	224922 87,1	POR AÑO	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25: Inventario equipos Sedalib S.A.

Posición	Área de trabajo	Equipo	Descripción	Cantidad	Anejo
1	Taller de Medidores	Tanques Elevados	Depósito de agua que da servicio por gravedad.	1	B14
2	Taller de Medidores	Rotámetros	El rotámetro es un caudalímetro industrial que se usa para medir el caudal del agua	18	B15
3	Taller de Medidores	Bancos volumétricos	Usan tanques con escalas graduadas que permiten saber la cantidad de agua que pasa por los medidores que se evalúan.	6	B16
4	Taller de Medidores	Bombas de Agua	Máquinas generadoras que se utilizan para bombear agua para las pruebas de Q1.	2	B17

5	Taller de Medidores	Termómetros	Instrumento que mide la temperatura del agua que pasa por las líneas de prueba.	4	B18
6	Taller de Medidores	Sopletes	Herramienta que se aplica para el secado interno de los medidores.	2	B19
7	Taller de Medidores	Manómetro	Instrumento que mide la presión del agua.	6	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26: Catalogación de equipos de medidores

Código	Marca	Modelo
Tm-1	Inca	Mini Inca
Tm-2	Schlumberger	Miniguasu lii
Tm-3	Inca	M-3
Tm-4	Inca	M-30-30-P
Tm-5	Sp. Pollux	T-15
Tm-6	Inca	M-5-L
Tm-7	Inca	M-5-C
Tm-8	Arad	M-5
Tm-9	Sp. Pollux	T-20
Tm-10	Sp. Pollux	T-20
Tm-11	Inca	M-7
Tm-12	Arad	M-10
Tm-13	Sp. Pollux	Xtn 25
Tm-14	Sp. Pollux	Xtn 25
Tm-15	Sp. Pollux	Xtn 40
Tm-16	Sp. Pollux	Xtn 50
Tm-17	Arad	M-3
Tm-18	Inca	Imd ½"
Tm-19	Inca	Imd ¾"
Tm-20	Inca	3 -Vm
Tm-21	L & W.	Lao
Tm-22	L & W.	Lao
Tm-23	Schlumberger	Multimag-Tm
Tm-24	B.Meters	B.M. - 2"
Tm-25	Inca S.A.	Dh
Tm-26	Abb/Iberconta	3uz15-115
Tm-27	Elster	S-130

Tm-28	Kent	Kss
Tm-29	Elster	3um15
Tm-30	Maddalena	
Tm-31	Inca S.A.	Dh
Tm-32	Zenner	Mtk
Tm-33	Elster	M170ii
Tm-34	Zenner	Mtk
Tm-35	Zenner	Mtk
Tm-36	Maddalena	No Indica
Tm-37	Zenner	Sws
Tm-38	Elster	S-200
Tm-39	Meinecke	Wpd – 50
Tm-40	Abb	Uz
Tm-41	Elster / Abb	3mm15
Tm-42	B.Meters	B.M. - 3"
Tm-43	Schlumberger	Woltman
Tm-44	Arad	Multi Jet
Tm-45	Meinecke	Wpd – 65
Tm-46	Zenner	Woltman
Tm-47	Zenner	Zetk
Tm-48	Elster	M.T.C – 5
Tm-49	Elster	M.T.C – 3
Tm-50	Elster	M170-Xiii
Tm-51	Zenner	Woltman
Tm-52	B.Meters	Woltman
Tm-53	Lao	
Tm-54	Meinecke	Wpd – 80
Tm-55	Meinecke	Wpd-100
Tm-56	Zenner	Wph – 50
Tm-57	Zenner	Zetk
Tm-58	Iberconta	S – 100
Tm-59	Elster	S - 120 – 1
Tm-60	Abb	3 Mm-15
Tm-61	Donghai	Lxsg-20e/5
Tm-62	Zenner	Wph-Zf
Tm-63	Schlumberger	Woltex
Tm-64	Elster	M171
Tm-65	Zenner	Wph-Zf8
Tm-66	Abb	Uz
Tm-67	Zenner	Ws-Zf-N

Tm-68	Arad	M-2
Tm-69	Meinecke	Wpd – 150
Tm-70	Actaris	Tuiiib
Tm-71	Donghai	Lxsg - 13d
Tm-72	Elster – Kent	V110t
Tm-73	Donghai	Lxsg - 25e
Tm-74	Donghai	Lxsg - 40e
Tm-75	Donghai	Lxsg – 50
Tm-76	Donghai	Lxsg – 80
Tm-77	Donghai	Lxsg – 100
Tm-78	Zenner	Whp-Zf
Tm-79	Amico	Lxsc-13d
Tm-80	Baylan	Bw1
Tm-81	Actaris	Multimag-Tmii
Tm-82	Maddalena	No Indica
Tm-83	Actaris	Multimag
Tm-84	Elster	S-120-lii
Tm-85	B. Meters	
Tm-86	Minol	Wph-2f
Tm-87	Elster	Helix 4000
Tm-88	Elster	M170-lii
Tm-89	Elster	M170-Xiii
Tm-90	Elster	M170-40
Tm-91	Donghai	Lxsg-15e/5
Tm-92	Zenner	Whp-Zf
Tm-93	Schlumberger	Wsm 100
Tm-94	Bmeters	Gsd5
Tm-95	Elster	S-100-P
Tm-96	Elster	H-400
Tm-97	Elster	H 4000
Tm-98	Elster	S-150
Tm-99	Elster	H4000
Tm-100	Zenner	Whp-Zf
Tm-101	Flowram	
Tm-102	Powogas	
Tm-103	Elster	M-170
Tm-104	Zenner	Minomess A
Tm-105	Zenner	Mtk-S
Tm-106	Zenner	Mtk-S1
Tm-107	Zenner	Mtk-S1

Tm-108	Zenner	Mtk-S1
Tm-109	Zenner	Mtk-S1
Tm-110	Zenner	Mtk-S1
Tm-111	Zenner	Mtk-S1
Tm-112	Elster	M-170
Tm-113	Itron	Medis Cybile
Tm-114	Itron	Multimag Tm lii
Tm-115	Zenner	Mtk-S1
Tm-116	Itron	Multimag Tm lii
Tm-117	Itron	Multimag Tm lii
Tm-118	Donghai	Lxsgy-15e
Tm-119	Donghai	Lxsgy-15e
Tm-120	Donghai	Lxsg-20e
Tm-121	Itron	Unimag Tu4
Tm-122	Elster	S-150
Tm-123	Elster	S-150
Tm-124	Zenner	Mtk
Tm-125	Zenner	Mtk
Tm-126	Zenner	Mtk
Tm-127	Zenner	Mtk
Tm-128	Actaris	Wen-50
Tm-129	Elster	Sin Modelo
Tm-130	Zenner	Mtk
Tm-131	Actaris	Hf100I
Tm-132	Zenner	Mtk-S
Tm-133	Actaris	Hf100I
Tm-134	Elster	V200
Tm-135	Zenner	Mtk
Tm-136	Zenner	Mtk
Tm-137	Elster	M-170
Tm-138	Elster	S-160
Tm-139	Elster	M-170
Tm-140	Ayron	
Tm-141	Elster	S-220

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Características técnicas de los medidores.

Código	Marca	Modelo	Tipo	Diámetro	Qn.	Clase	Qmáx	Qn	Vol_Pat	Qt	Vol_Pat	Qmin	Vol_Pat
Tm-1	Inca	Mini Inca	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	10	30	10
Tm-2	Schlumberger	Miniguasu lii	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	10	30	10
Tm-3	Inca	M-3	Chorro Múltiple	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	10	30	10
Tm-4	Inca	M-30-30-P	Chorro Múltiple	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	10	30	10
Tm-5	Sp. Pollux	T-15	Chorro Múltiple	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	10	30	10
Tm-6	Inca	M-5-L	Chorro Múltiple	¾"	2.5 M3/H	B		2.500	100	200	10	50	10
Tm-7	Inca	M-5-C	Chorro Múltiple	¾"	2.5 M3/H	B		2.500	100	200	10	50	10
Tm-8	Arad	M-5	Chorro Múltiple	¾"	2.5 M3/H	B		2.500	100	200	10	50	10
Tm-9	Sp. Pollux	T-20	Chorro Múltiple	¾"	1.5 M3/H	B		2.500	100	200	10	50	10
Tm-10	Sp. Pollux	T-20	Chorro Múltiple	¾"	2.5 M3/H	B		2.500	100	200	10	50	10
Tm-11	Inca	M-7	Chorro Múltiple	1"	5.0 M3/H	B		3.500	100	280	10	70	10
Tm-12	Arad	M-10	Chorro Múltiple	1"	5.0 M3/H	B		3.500	100	280	10	70	10
Tm-13	Sp. Pollux	Xtn 25	Chorro Múltiple	1"	3.5 M3/H	B		3.500	100	280	10	70	10
Tm-14	Sp. Pollux	Xtn 25	Chorro Múltiple	1"	5.0 M3/H	B		3.500	100	280	10	70	10
Tm-15	Sp. Pollux	Xtn 40	Chorro Múltiple	1½"	10.0 M3/H	B		10.000	500	800	100	400	10

			e										
Tm-16	Sp. Pollux	Xtn 50	Chorro Múltiple	2"	15.0 M3/H	B		15000	500	3.000	100	450	100
Tm-17	Arad	M-3	Chorro Múltiple	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	100	300	100
Tm-18	Inca	lmd ½"	Chorro Múltiple	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	100	300	100
Tm-19	Inca	lmd ¾"	Chorro Múltiple	¾"	2.5 M3/H	B		2.500	100	200	100	500	100
Tm-20	Inca	3 -Vm	Chorro Múltiple	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	100	300	100
Tm-21	L & W.	Lao	Woltman	2"	45.0 M3/H	B		15000	500	3.000	100	450	100
Tm-22	L & W.	Lao	Woltman	4"	120.0 M3/H	B		60.000	5.000	12.000	5.000	1.800	500
Tm-23	Schlumberger	Multimag-Tm	Chorro Múltiple	1"	5.0 M3/H	B		3.500	100	280	100	700	100
Tm-24	B.Meters	B.M. - 2"	Woltman	2"	15.0 M3/H	B		15000	500	3.000	100	450	100
Tm-25	Inca S.A.	Dh	Chorro Múltiple	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	100	300	100
Tm-26	Abb/lberconta	3uz15-115	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	C		1.500	100	230	100	150	100
Tm-27	Elster	S-130	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	100	300	100
Tm-28	Kent	Kss	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	100	300	100
Tm-29	Elster	3um15	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	100	300	100
Tm-30	Maddalena		Chorro Múltiple	1"	5.0 M3/H	C		3.500	100	530	100	350	100
Tm-31	Inca S.A.	Dh	Chorro Múltiple	¾"	5.0 M3/H	B		2.500	100	200	100	500	100
Tm-32	Zenner	Mtk	Chorro Múltiple	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	100	300	100

Tm -33	Elster	M170ii	Chorro Múltiple	½"	1.5 M3/H	B		1.5 00	10 0	12 0	10	30	10
Tm -34	Zenner	Mtk	Chorro Múltiple	¾"	2.5 M3/H	B		2.5 00	10 0	20 0	10	50	10
Tm -35	Zenner	Mtk	Chorro Múltiple	1"	3.5 M3/H	B		3.5 00	10 0	28 0	10	70	10
Tm -36	Maddalena	No Indica	Chorro Múltiple	½"	1.5 M3/H	C		1.5 00	10 0	23	10	15	10
Tm -37	Zenner	Sws	Chorro Múltiple	¾"	2.5 M3/H	B		2.5 00	10 0	20 0	10	50	10
Tm -38	Elster	S-200	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	C		1.5 00	10 0	23	10	15	10
Tm -39	Meincke	Wpd – 50	Woltm an	2"	45.0 M3/H	B		150 00	50 0	3.0 00	10 0	45 0	10 0
Tm -40	Abb	Uz	Chorro Múltiple	¾"	5.0 M3/H	C		2.5 00	10 0	38	10	25	10
Tm -41	Elster / Abb	3mm1 5	Chorro Múltiple	½"	1.5 M3/H	B		1.5 00	10 0	12 0	10	30	10
Tm -42	B.Meters	B.M. – 3"	Woltm an	3"	40.0 M3/H	B		40. 000	50 0	8.0 00	10 0	1. 20 0	10 0
Tm -43	Schlumberger	Woltm an	Woltm an	4"	100.0 M3/H	B		60. 000	5.0 00	12. 00 0	5.0 00	1. 80 0	50 0
Tm -44	Arad	Multi Jet	Chorro Múltiple	1½"	10.0 M3/H	B		10. 000	50 0	80 0	10 0	40 0	10
Tm -45	Meincke	Wpd – 65	Woltm an	2 ½"	60.0 M3/H	B		60. 000	50 0	5.0 00	10 0	75 0	10 0
Tm -46	Zenner	Woltm an	Woltm an	4"	100.0 M3/H	B		60. 000	5.0 00	12. 00 0	5.0 00	1. 80 0	50 0
Tm -47	Zenner	Zetk	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	B		1.5 00	10 0	12 0	10	30	10
Tm -48	Elster	M.T.C – 5	Chorro Múltiple	¾"	2.5 M3/H	C		2.5 00	10 0	38	10	25	10
Tm -49	Elster	M.T.C – 3	Chorro Múltiple	¾"	1.5 M3/H	C		1.5 00	10 0	22, 5	10	15	10
Tm	Elster	M170-	Chorro	1"	5.0	B		3.5	10	28	10	70	10

-50		Xiii	Múltiple		M3/H			00	0	0			
Tm-51	Zenner	Wolman	Wolman	4"	60 M3/H	B		60.000	5.000	12.000	5.000	1.800	500
Tm-52	B.Meters	Wolman	Wolman	4"	60 M3/H	B		60.000	5.000	12.000	5.000	1.800	500
Tm-53	Lao		Chorro Múltiple	1½"	10.0 M3/H	B		10.000	500	800	100	400	100
Tm-54	Meincke	Wpd - 80	Wolman	3"	40.0 M3/H	B		40.000	500	8.000	100	1.200	100
Tm-55	Meincke	Wpd-100	Wolman	4"	240.0 M3/H	B		60.000	5.000	12.000	5.000	1.800	500
Tm-56	Zenner	Wph - 50	Wolman	2"	15.0 M3/H	B		15000	500	3.000	100	450	100
Tm-57	Zenner	Zetk	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	1200	100	300	100
Tm-58	Iberconta	S - 100	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	1200	100	300	100
Tm-59	Elster	S - 120 - 1	Chorro Único	½"	0.750 M3/H	B		750	100	600	100	150	100
Tm-60	Abb	3 Mm-15	Chorro Múltiple	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	1200	100	300	100
Tm-61	Donghai	Lxsg-20e/5	Chorro Múltiple	¾"	2.5 M3/H	B		2.500	100	2000	100	500	100
Tm-62	Zenner	Wph-Zf	Wolman	4"	60.0 M3/H	B		60.000	5.000	12.000	5.000	1.800	500
Tm-63	Schlumberger	Woltex	Wolman	3"	40.0 M3/H	B		40.000	500	8.000	100	1.200	100
Tm-64	Elster	M171	Chorro Múltiple	½"	0.750 M3/H	B		750	100	600	100	150	100
Tm-65	Zenner	Wph-Zf8	Wolman	3"	40.0 M3/H	B		40.000	500	8.000	100	1.200	100
Tm-66	Abb	Uz	Chorro Único	¾"	2.5 M3/H	B		2.500	100	2000	100	500	100
Tm-67	Zenner	Ws-Zf-N	Wolman	2"	15.0 M3/H	B		15000	500	3.000	100	450	100
Tm	Arad	M-2	Chorro		16.0	B		150	50	3.0	10	45	10

-68			Múltiple		M3/H			00	0	00	0	0	0
Tm-69	Meincke	Wpd - 150	Woltmán	6"	450.0 M3/H	B		150.000	500	30.000	500	4.500	500
Tm-70	Actaris	Tuiib	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	100	300	100
Tm-71	Donghai	Lxsg - 13d	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	100	300	100
Tm-72	Elster - Kent	V110t	Volumétrico	½"	1.5 M3/H	C		1.500	100	22,5	100	150	100
Tm-73	Donghai	Lxsg - 25e	Chorro Único	1"	3.5 M3/H	B		3.500	100	280	100	700	100
Tm-74	Donghai	Lxsg - 40e	Chorro Único	1½"	10.0 M3/H	B		10.000	500	800	100	400	100
Tm-75	Donghai	Lxsg - 50	Chorro Único	2"	15.0 M3/H	B		15000	500	3.000	100	4500	100
Tm-76	Donghai	Lxsg - 80	Woltmán	3"	40.0 M3/H	B		40.000	500	8.000	100	1.200	100
Tm-77	Donghai	Lxsg - 100	Woltmán	4"	60.0 M3/H	B		60.000	5.000	12.000	5.000	1.800	500
Tm-78	Zenner	Whp-Zf	Woltmán	6"	350.0 M3/H	B		150.000	500	30.000	500	4.500	500
Tm-79	Amico	Lxsc-13d	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	100	300	100
Tm-80	Baylan	Bw1	Woltmán	3"	40.0 M3/H	B		40.000	500	8.000	100	1.200	100
Tm-81	Actaris	Multimag-Tmii	Chorro Múltiple	¾"	2.5 M3/H	B		2.500	100	200	100	500	100
Tm-82	Maddalena	No Indica	Chorro Múltiple	¾"	2.5 M3/H	C		2.500	100	37,5	100	250	100
Tm-83	Actaris	Multimag	Chorro Múltiple	1"	3.5 M3/H	B		3.500	100	280	100	700	100
Tm-84	Elster	S-120-lii	Chorro Único	½"/¾"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	100	300	100
Tm-85	B. Meters		Woltmán	3"	40.0 M3/H	B		40.000	500	8.000	100	1.200	100
Tm-86	Minol	Wph-2f	Woltmán	4"	60.0 M3/H	B		60.000	5.000	12.000	5.000	1.800	500

Tm-87	Elster	Helix 4000	Wolman	4"	60.0 M3/H	B		60.000	5.000	12.000	5.000	1.800	500
Tm-88	Elster	M170-lii	Chorro Múltiple	¾"	2.5 M3/H	B		2.500	100	200	10	50	10
Tm-89	Elster	M170-Xiii	Chorro Múltiple	1"	3.5 M3/H	B		3.500	100	280	10	70	10
Tm-90	Elster	M170-40	Chorro Múltiple	1½"	10.0 M3/H	B		10.000	500	800	100	400	100
Tm-91	Donghai	Lxsg-15e/5	Chorro Múltiple	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	10	30	10
Tm-92	Zenner	Whp-Zf	Wolman	8"	650.0 M3/H	B		250.000	500	1200	500	6500	500
Tm-93	Schlumberger	Wsm 100	Wolman	4"	75.0 M3/H	B		60.000	5.000	12.000	5.000	1.800	500
Tm-94	Bmeters	Gsd5	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	B		1.500	100	120	10	30	10
Tm-95	Elster	S-100-P	Chorro Único	½"	1.5 M3/H	B		1500	100	120	10	30	10
Tm-96	Elster	H-400	Wolman	2"	15.0 M3/H	B		1500	500	3000	100	450	100
Tm-97	Elster	H 4000	Wolman	2"	15.000 m <sup>3</sup> /h	B		1500	500	3000	100	450	100
Tm-98	Elster	S-150	Chorro Único	½"	2,5 M3/H	R 100	3,125 M3/H	2500	100	32	10	20	10
Tm-99	Elster	H4000	Wolman	3"	40.0 M3/H	B		40.000	500	8.000	100	1.200	100
Tm-100	Zenner	Whp-Zf	Wolman	4"	250.0 M3/H	B							
Tm-101	Floram		Wolman	2"	15.0 M3/H	B		1500	500	3000	100	450	100
Tm-102	Powogas		Wolman	4"	60.0 M3/H	B							

Tm - 10 3	Elster	M-170	Chorro Múltipl e	½"	2,5 M3/H	R 10 0	3,125 M3/H	250 0	10 0	40	10	25	10
Tm - 10 4	Zenne r	Minom ess A	Chorro Único	½"	1,6 M3/H	R 63	2.00 M3/H	160 0	10 0	40, 63	10	25	10
Tm - 10 5	Zenne r	Mtk-S	Chorro Múltipl e	¾"	4,0 M3/H	R 10 0	5,00 M3/H	400 0	10 0	64	10	40	10
Tm - 10 6	Zenne r	Mtk-S1	Chorro Múltipl e	½"	1.6 M3/H	R 63	2,0 M3/H	160 0	10 0	40, 6	10	25 ,4	10
Tm - 10 7	Zenne r	Mtk-S1	Chorro Múltipl e	½"	1.6 M3/H	R 80	2,0 M3/H	160 0	10 0	32	10	20	10
Tm - 10 8	Zenne r	Mtk-S1	Chorro Múltipl e	½"	1.6 M3/H	R 10 0	2,0 M3/H	160 0	10 0	25, 6	10	16	10
Tm - 10 9	Zenne r	Mtk-S1	Chorro Múltipl e	½"	2,5 M3/H	R 10 0	3,125 M3/H	250 0	10 0	40	10	25	10
Tm - 11 0	Zenne r	Mtk-S1	Chorro Múltipl e	¾"	2,5 M3/H	R 12 5	3,125 M3/H	250 0	10 0	32	10	20	10
Tm - 11 1	Zenne r	Mtk-S1	Chorro Múltipl e	¾"	2,5 M3/H	R 16 0	5.0 M3/H	400 0	10 0	40	10	25	10
Tm - 11 2	Elster	M-170	Chorro Múltipl e	½"	2,5 M3/H	R 12 5	3,125 M3/H	250 0	10 0	32	10	20	10
Tm - 11 3	Itron	Medis Cybile	Chorro Múltipl e	½"	2,5 M3/H	R 80	3,125 M3/H	250 0	10 0	50	10	31 ,2 5	10
Tm - 11 4	Itron	Multim ag Tm lii	Chorro Múltipl e	½"	2,5 M3/H	R 80	3,125 M3/H	250 0	10 0	50	10	31	10

Tm - 11 5	Zenne r	Mtk-S1	Chorro Múltipl e	½"	2,5 M3/H	R 10 0	3,125 M3/H	250 0	10 0	40	10	25	10
Tm - 11 6	Itron	Multim ag Tm lii	Chorro Múltipl e	¾"	2,5 M3/H	R 80	3,125 M3/H	400 0	10 0	50	10	31	10
Tm - 11 7	Itron	Multim ag Tm lii	Chorro Múltipl e	¾"	2,5 M3/H	R 10 0	3,125 M3/H	250 0	10 0	40	10	25	10
Tm - 11 8	Dongh ai	Lxsgy- 15e	Chorro Múltipl e	½"	2,5 M3/H	R 80	3,125 M3/H	250 0	10 0	50	10	31 ,2 5	10
Tm - 11 9	Dongh ai	Lxsgy- 15e	Chorro Múltipl e	½"	2,5 M3/H	R 10 0	3,125 M3/H	250 0	10 0	40	10	25	10
Tm - 12 0	Dongh ai	Lxsg- 20e	Chorro Múltipl e	¾"	4,0 M3/H	R 10 0	5,00 M3/H	400 0	10 0	64	10	40	10
Tm - 12 1	Itron	Unima g Tu4	Chorro Múltipl e	¾"	4,0 M3/H	R 80	5,00 M3/H	400 0	10 0	80	10	50	10
Tm - 12 2	Elster	S-150	Chorro Múltipl e	¾"	4,0 M3/H	R 10 0	5,00 M3/H	400 0	10 0	64	10	40	10
Tm - 12 3	Elster	S-150	Chorro Múltipl e	¾"	4,0 M3/H	R 12 5	5,00 M3/H	400 0	10 0	51, 2	10	32	10
Tm - 12 4	Zenne r	Mtk	Chorro Múltipl e	1½"	20,0 M3/H	R 10 0	16,00 M3/H	200 00	50 0	25 6	10 0	16 0	10 0
Tm - 12 5	Zenne r	Mtk	Chorro Múltipl e	1½"	16,0 M3/H	R 12 5	16,00 M3/H	160 00	50 0	20 4,8	10 0	12 8	10 0
Tm - 12 6	Zenne r	Mtk	Chorro Múltipl e	2"	20,0 M3/H	R 10 0	16,00 M3/H	200 00	50 0	25 6	10 0	16 0	10 0

Tm - 12 7	Zenner	Mtk	Chorro Múltiple	2"	20,0 M3/H	R 12 5	16,00 M3/H	200 00	50 0	20 4,8	10 0	12 8	10 0
Tm - 128	Actaris	Wen- 50	Woltm an	1"	15,0 M3/H	B	30,00 M3/H	150 00	500	30 00	100	45 0	100
Tm - 129	Elster	Sin Modelo	Chorro Único	½"	2.5 M3/H	R 80	3,125 M3/H	250 0	100	50	10	31 ,2 5	10
Tm - 131	Actaris	Hf100l	Woltm an	2"	15,0 M3/H	B		150 00	500	30 00	100	45 0	100
Tm - 132	Zenner	Mtk-S	Chorro Múltiple	1"	6.3 M3/H	R 10 0		630 0	100	10 1	10	63	10
Tm - 133	Actaris	Hf100l		2"	15.0 M3/H	B		150 00	500	45 0	100	45 0	100
Tm - 134	Elster	V200	Volum étrico	1"	6.3 M3/H	R 16 0	7, 875 M3/H	630 0	100	63	10	40	10
Tm - 135	Zenner	Mtk	Chorro Múltiple	2"	16.0 M3/H	R 10 0	20,00 M3/H	16. 000	500	16 0	100	25 6	10
Tm - 136	Zenner	Mtk	Chorro Múltiple	2"	16.0 M3/H	R 12 5	20,00 M3/H	16. 000	500	12 8	100	20 4, 8	10
Tm - 137	Elster	M-170	Chorro Múltiple	¾"	4,0 M3/H	R 10 0	5,00 M3/H	400 0	100	64	10	40	10
Tm - 138	Elster	S-160	Chorro Único	½"	2,5 M3/H	R 12 5	3,125 M3/H	250 0	100	32	10	20	10
Tm - 139	Elster	M-170	Chorro Múltiple	¾"	4,0 M3/H	R 10 0	5,00 M3/H	400 0	100	64	10	40	10
Tm - 140	Ayron		Chorro Múltiple	1"	3.5 M3/H	B		3.5 00	100	28 0	10	70	10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28: Actividades del mantenimiento.

Actividades	Código	Anexo
Inspección Visual:		
Clasificación De Los Medidores	Ac-1	C7
Lavado De Medidores	Ac-2	C8
Secado De Medidores	Ac-3	C9, B20

Ensamblaje De Las Líneas (Bancos Volumétricos)		
Contrastación	A1-1	C10
Clasificación De Medidores (Operativos)	Ac-4	C11
Mantenimiento De Medidores		
Desmontaje De Medidores	Ac-5	C12
Secado De Piezas Interiores	Ac-6	C13
Limpiado De Lunetas	Ac-7	C14
Limpieza superficial	Ac-8	C15
Montaje de medidores	Ac-9	C16
Colocación del Precinto de seguridad	Ac-10	C17, B21
Traslado a pesqueda para su reinstalación	Ac-11	C18

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29: Porcentaje de subregistro post prueba

Error %	Error %1	Error %2	Resultado	Promedio
-2,40	-5,00	0,00	inoperativo	-2,47
-8,15	-21,30	-65,90	inoperativo	-31,78
-1,26	-4,00	-12,00	inoperativo	-5,75
1,50	-2,00	0,00	inoperativo	-0,17
-2,65	-5,80	0,00	inoperativo	-2,82
-10,60	-30,90	0,00	inoperativo	-13,83
-7,10	-4,00	0,00	inoperativo	-3,70
-0,02	-5,60	-33,00	inoperativo	-12,87
-13,90	-3,20	-14,80	inoperativo	-10,63
-3,00	0,00	0,00	inoperativo	-1,00
-2,90	-3,50	-11,40	inoperativo	-5,93
-1,00	-3,50	-12,00	inoperativo	-5,50
-3,20	-15,50	0,00	inoperativo	-6,23
-1,35	-1,20	-12,00	inoperativo	-4,85
-1,91	-3,50	-18,00	inoperativo	-7,80
-1,74	-11,20	0,00	inoperativo	-4,31
-0,79	2,00	-11,60	inoperativo	-3,46
-4,07	-26,00	0,00	inoperativo	-10,02
0,02	-1,30	-17,50	inoperativo	-6,26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Subregistro promedio post-prueba.

Antigüedad De Medidores (Años)	Total De Medidores Muestreados	% De Medidores Que Subregistran	Error Promedio Pre-Prueba	Error Promedio Post-Prueba	Diferencia
≤3	304	9,87%	-7,98%	-3,70%	-4,28%
>3 ; ≤5	31	9,68%	-22,69%	-7,20%	-15,49%
>5 ; ≤8	31	19,35%	-26,51%	-7,75%	-18,76%
>8 ; ≤10	12	75,00%	-25,68%	-9,89%	-15,79%
>10	3	100,00%	-41,56%	-10,63%	-30,93%
Subregistro Promedio Del Parque Medidor			-24,89%	-7,83%	-17,06%

Fuente: Elaboración propia

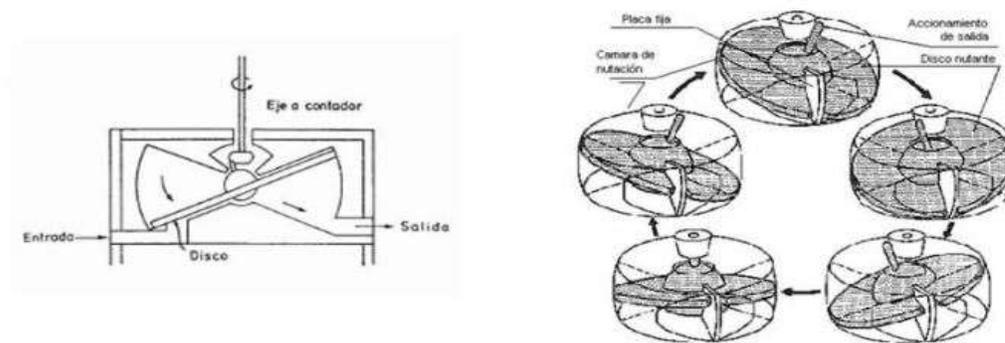


Figura 1: Medidor de disco oscilante

Fuente: Universidad Nororiental Privada Mariscal De Ayacucho- Facultad De Ingeniería

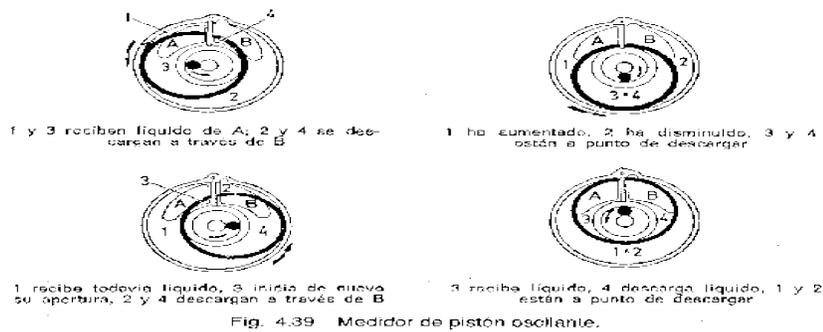


Figura 2: Medidor de pistón oscilante

Fuente: Universidad Nororiental Privada Mariscal De Ayacucho- Facultad De Ingeniería



Figura 3: Medidor de chorro único

Fuente: Inacal

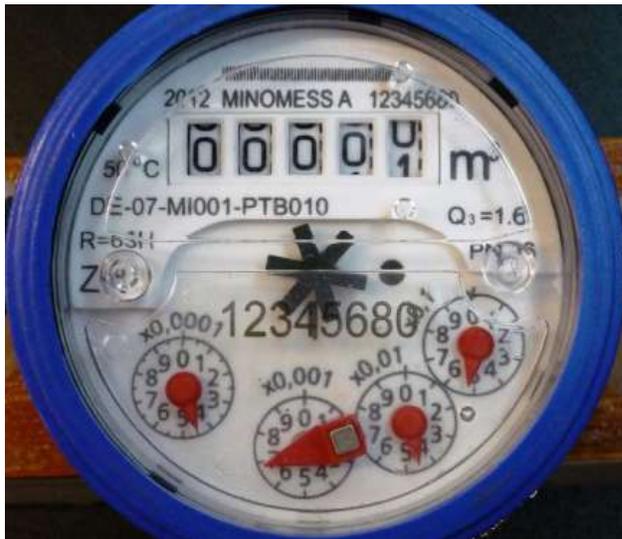


Figura 4: Medidor de chorro múltiple

Fuente: Inacal



Figura 5: Medidor de chorro múltiple

Fuente: Inacal



Figura 6: Medidor operativo

Fuente: Elaboración propia

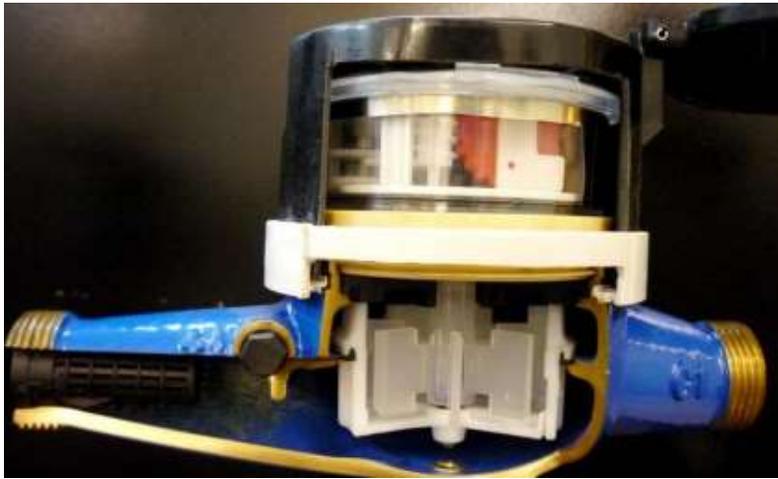


Figura 7 Medidor inoperativo

Fuente: Elaboración propia



Figura 8: Medidor inoperativo

Fuente: Elaboración propia

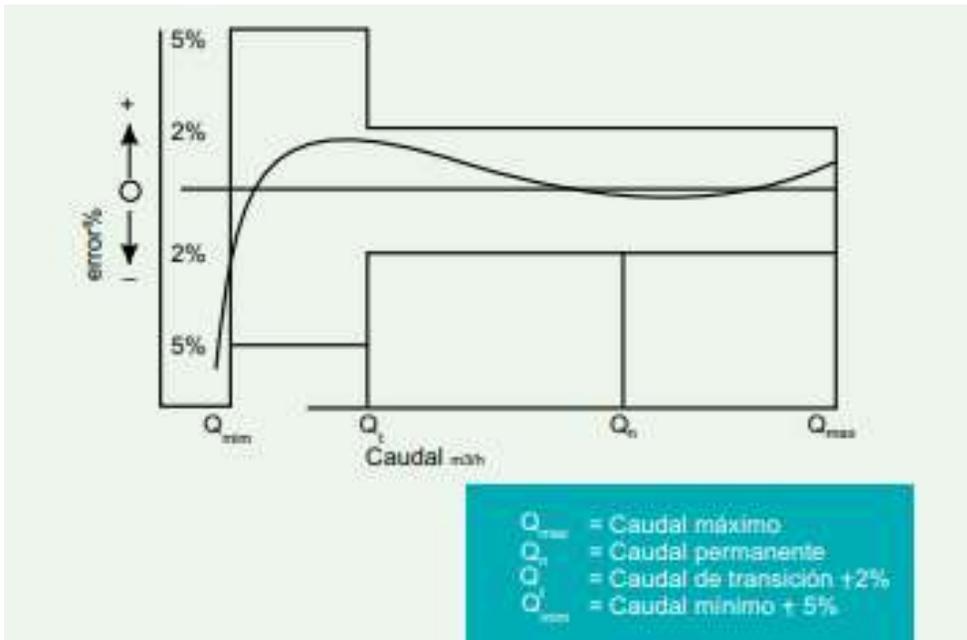


Figura 9: Curva de error % de los medidores

Fuente: Inacal

$$\% \varepsilon = \frac{V_m - V_p}{V_p} \times 100 \%$$

DONDE:

- $\% \varepsilon =$  Porcentaje de error del medidor en un caudal  $i$ .
- $V_m =$  Volumen medido por el medidor  $i$ .
- $V_m =$  lectura final del medidor  $i$  – lectura inicial del medidor  $i$ .
- $V_p =$  Volumen patrón obtenido en el tanque de calibración.

Figura 10: Fórmula para hallar el % de error de medidor.

Fuente: Inacal.



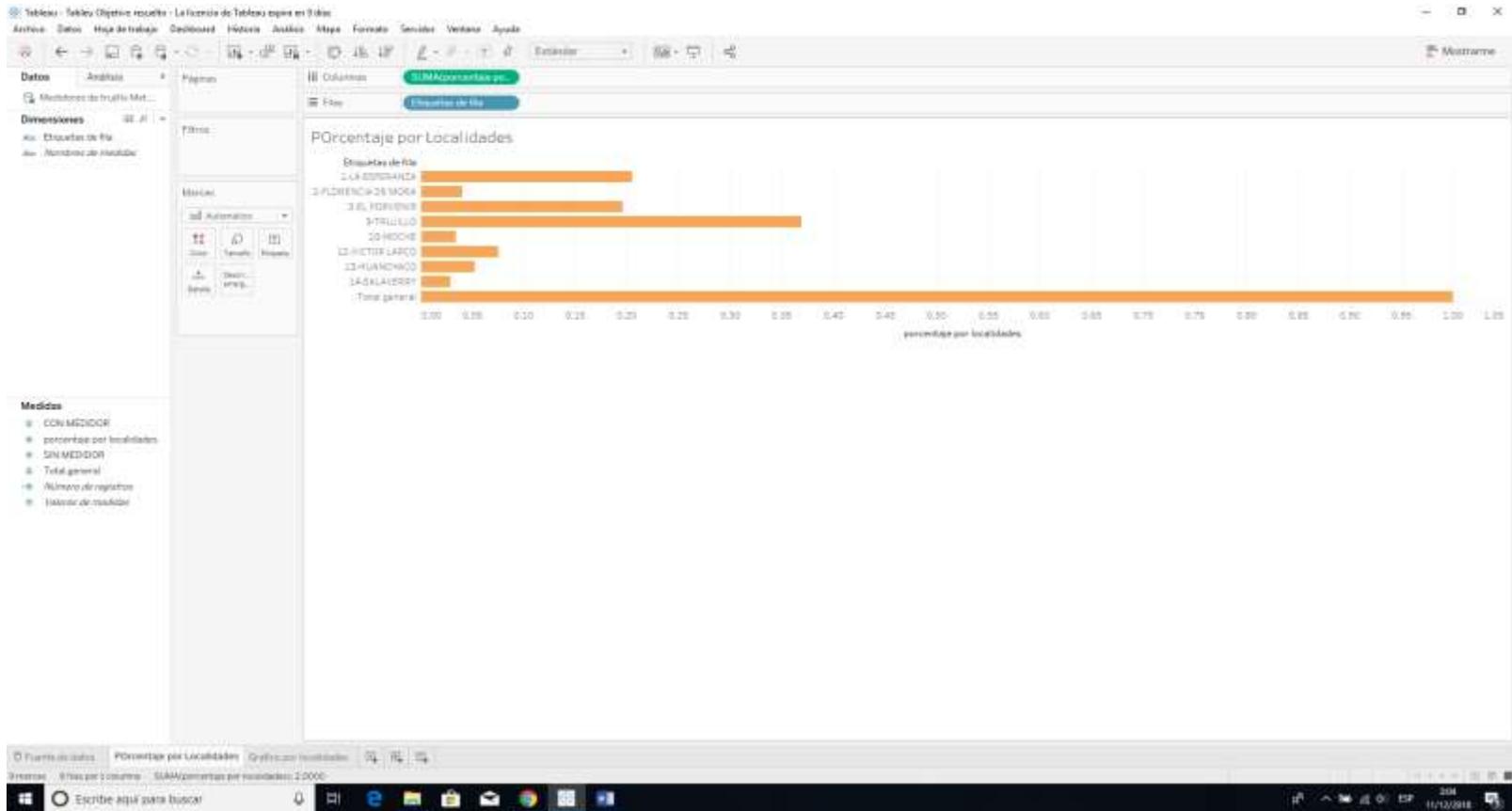


Figura 13: Porcentaje por localidades.

Fuente: Tableau.

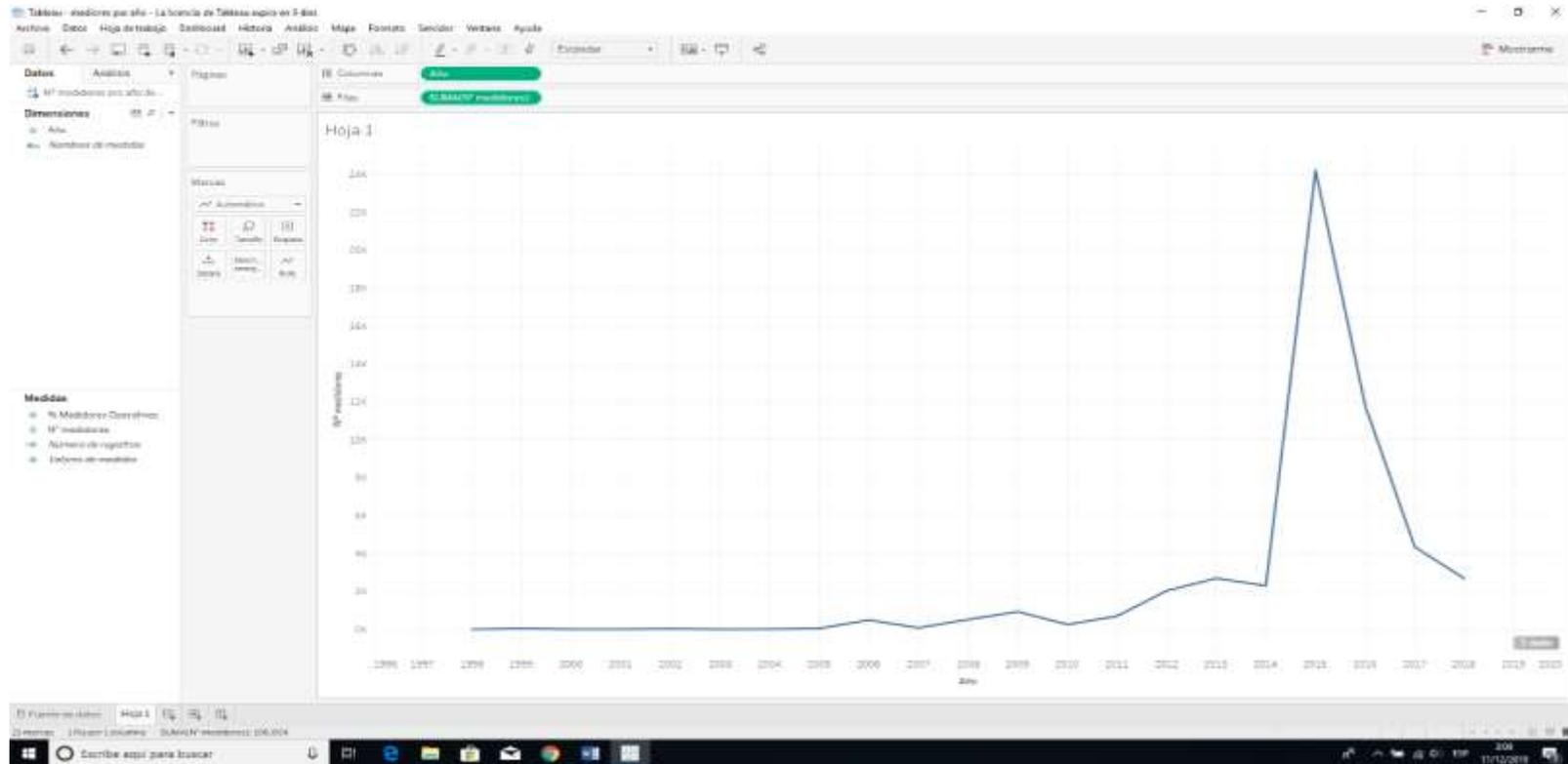


Figura 14: Muestra por años.

Fuente: Tableau.

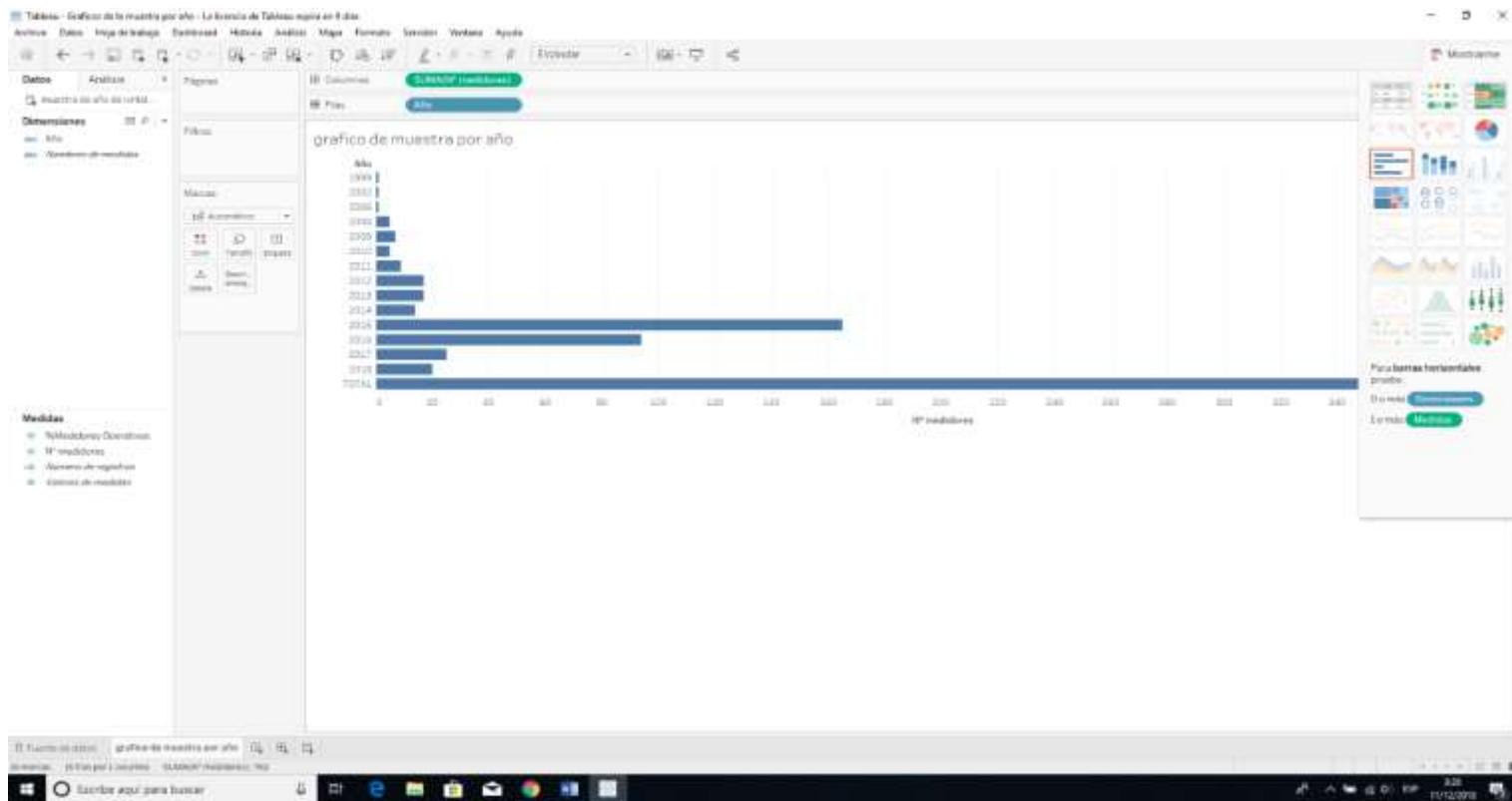


Figura 15: Evolución de instalaciones por micromedición.

Fuente: Tableau

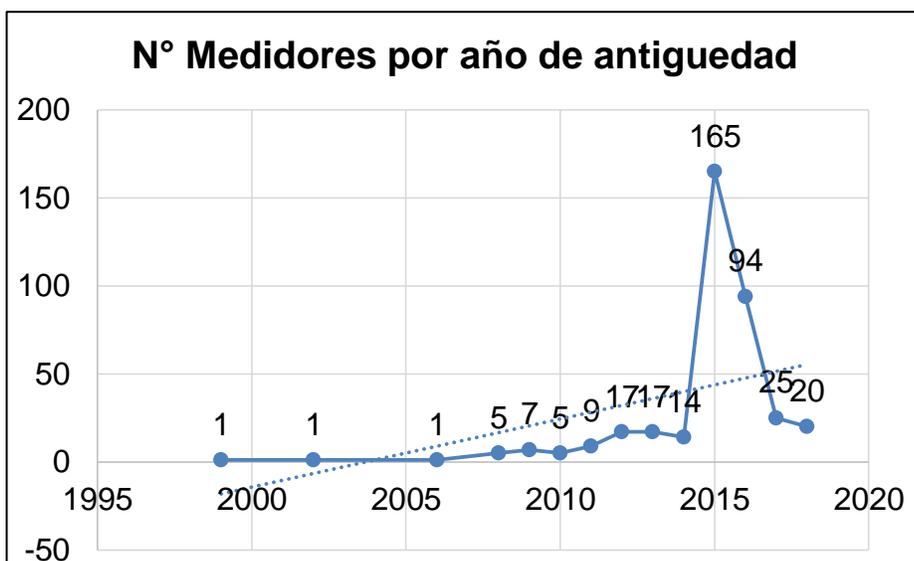


Figura 16: Medidores por año de antigüedad.

Fuente: Elaboración propia.

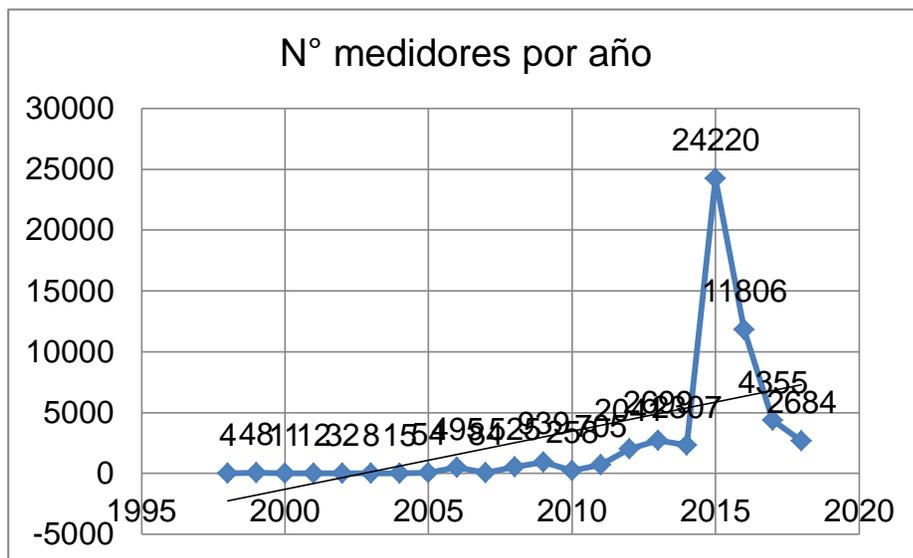


Figura 17: Muestra de medidores por año.

Fuente: Elaboración propia.

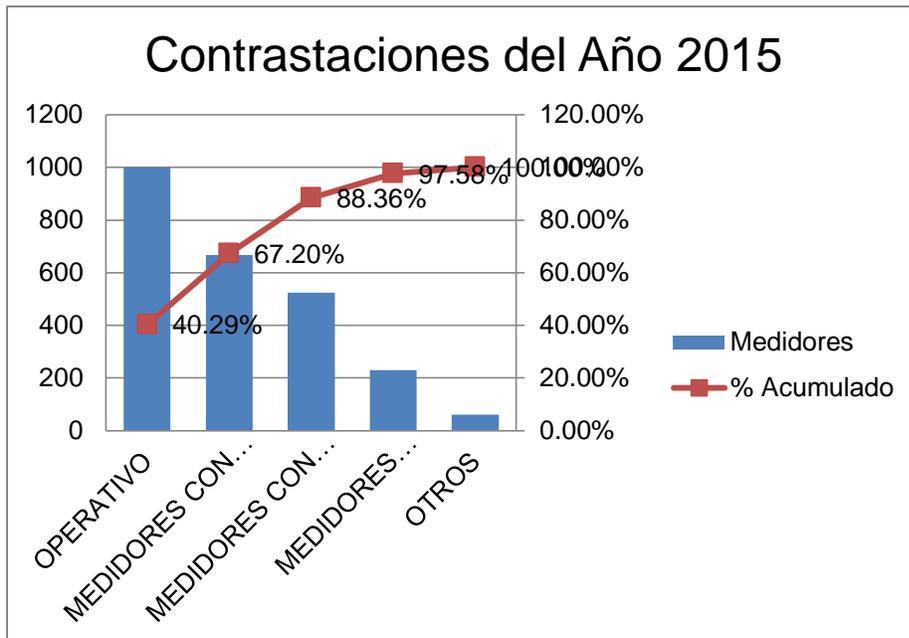


Figura 18: Contrastaciones 2015.

Fuente: Elaboración propia.

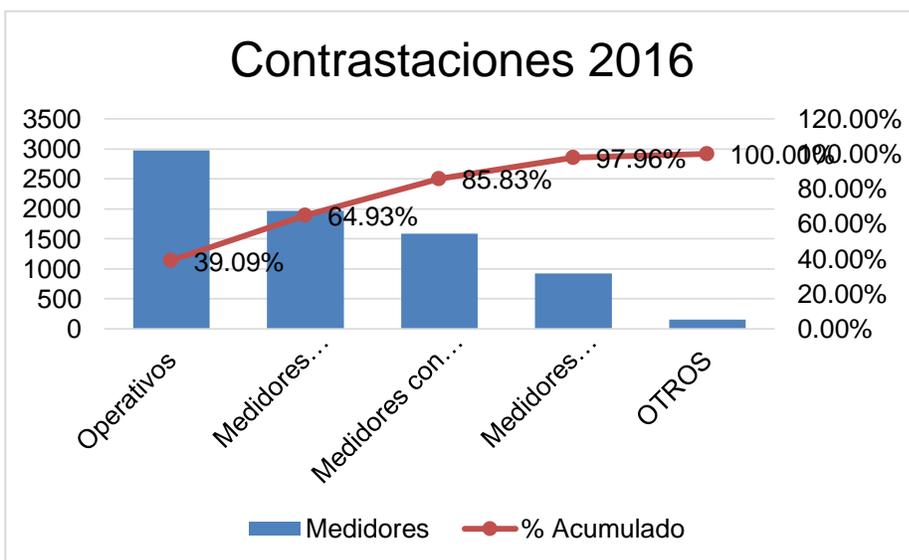


Figura 19: Contrastaciones 2016.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 20: Contrastaciones 2017

Fuente: Elaboración propia.

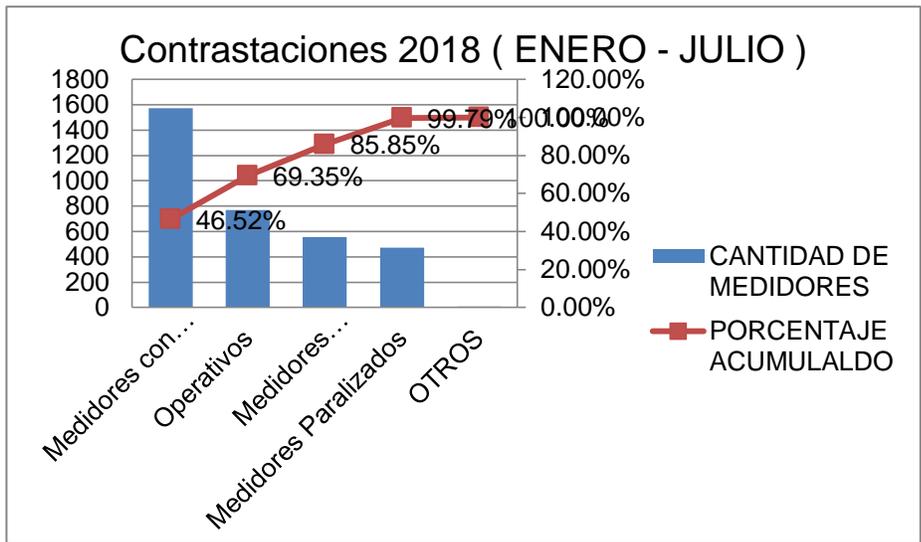


Figura 21: Contrastaciones 2018

Fuente: Elaboración propia

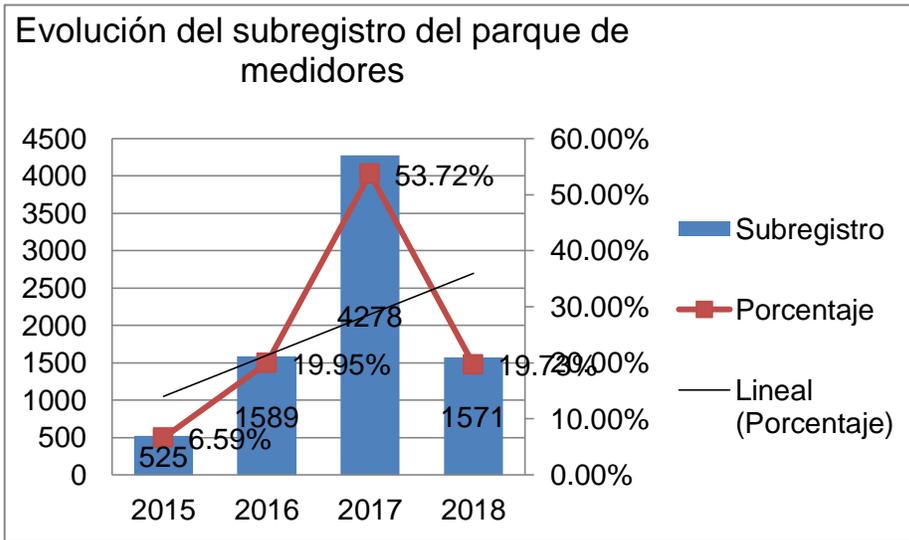


Figura 22: Evolución del Subregistro

Fuente: Elaboración propia.

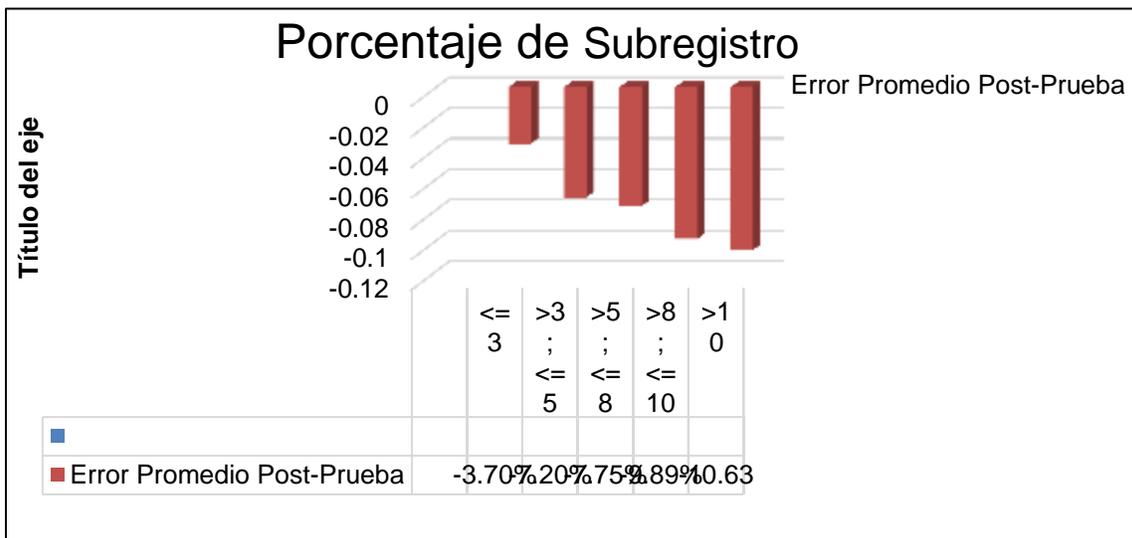


Figura 23: Porcentaje de Subregistro

Fuente: Elaboración propia.





Figura 25: Rotámetros

Fuente: Elaboración propia.



Figura 26: Bancos Volumétricos

Fuente: Elaboración propia.



Figura 27: Bombas de agua

Fuente: Elaboración propia



Figura 28: Termómetros

Fuente: Elaboración propia



Figura 29: Soplete

Fuente: Bibliocad



Figura 30: Secado de Medidores.

Fuente: Elaboración propia



Figura 31: Precinto de Seguridad

Fuente: Elaboración propia.







































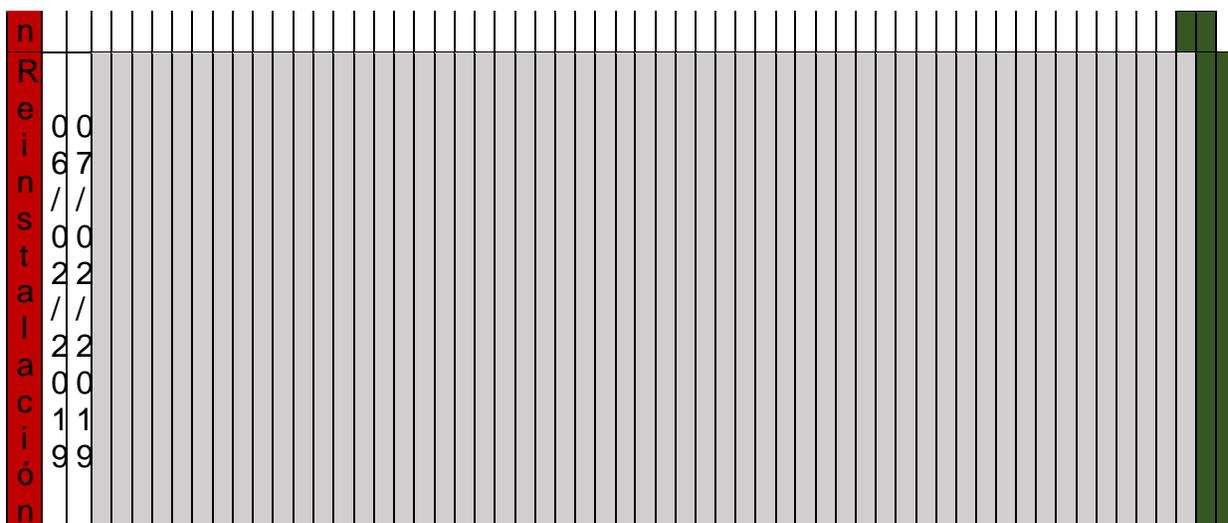


Figura 32: Cronograma de actividades (Diagrama de Gantt).

Fuente: Elaboración propia.

	Lugar de Recolección de Datos:	Área de Catastro.						
	Objetivo:	Situación actual del parque de medidores.						
	Autora:	Rodríguez Fiestas, Christel						
Nº Suministro	NOMBRE DE USUARIO	URBANIZACIÓN	CALLE	LOCALIDAD	N.º Medidor	Fecha de Instalación	Diámetro de la Conexión	Conexión (Con Medidor o Niple de espera)

Formato\_nº01: Parque de medidores.

Fuente: Elaboración propia – data completa en hoja de Excel.



Hora de inicio	Medidor	NOMBRE:	FECHA:		Error promedio.
			Lectura	Temperatura	
		PRUEBA 1			
		PRUEBA 2			
		PRUEBA 3			
		Qarranque			

Formato\_nº03: Prueba de medidores

Fuente: Elaboración propia.





SEDALIB		
UNIDAD TALLER DE MEDIDORES		
Plan de Mantenimiento Preventivo		
ORDEN DE TRABAJO	N°1	

FECHA DE EJECUCION:	HORA DE INICIO:	HORA DE FINALIZACION:
CANTIDADE DE MEDIDORES:	CODIGO DE ACTIVIDAD: AC-1	ACTIVIDAD: Clasificación de los medidores

TECNICO ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO		
CARGO	NOMBRE	
JEFE MTTO :		
TECNICO :	X	
CONTRATISTA :		

EQUIPO Y MATERIAL
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL: GUANTES, GUARDAPOLVO, ZAPATOS PUNTA DE ACERO
PROCEDIMIENTO
Clasificación de los medidores por reclamo y mantenimiento Clasificación por marca de medidores Verificación de lectura del medidor Anotación de observaciones visuales
TIEMPO CONSIDERADO PARA LA EJECUCION: 30 min

Formato\_n°6: Orden de trabajo de clasificación de los medidores

Fuente: Elaboración propia.

<b>SEDALIB</b>		
UNIDAD TALLER DE MEDIDORES		
Plan de Mantenimiento Preventivo		
ORDEN DE TRABAJO	N°2	

FECHA DE EJECUCION:	HORA DE INICIO:	HORA DE FINALIZACION:
CANTIDAD DE MEDIDORES	CODIGO DE ACTIVIDAD: AC-2	ACTIVIDAD: Lavado de medidores

TECNICO ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO		
CARGO	NOMBRE	
JEFE MTTO :		
TECNICO :	X	
CONTRATISTA :		

EQUIPO Y MATERIAL	
ELEMENTOS DE Protección PERSONAL : guantes, guardapolvo, zapatos punta de acero y escobilla de lavado	
PROCEDIMIENTO	
Se traslada al área de lavado para retirar cualquier impureza superficial que exista en los medidores a contrastar	
TIEMPO CONSIDERADO PARA LA EJECUCION:	20 min

Formato\_nº7: Orden de trabajo de lavado de medidores.

Fuente: Elaboración propia.

<b>SEDALIB</b>			
UNIDAD TALLER DE MEDIDORES			
Plan de Mantenimiento Preventivo			
ORDEN TRABAJO	DE	Nº3	

FECHA EJECUCION:	DE	HORA DE INICIO:	HORA FINALIZACION:	DE
CANTIDAD MEDIDORES	DE	CODIGO DE ACTIVIDAD: AC-3	ACTIVIDAD: Secado de medidores	

<b>TECNICO ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO</b>		
CARGO		NOMBRE
JEFE MTTO :		
TECNICO :	X	
CONTRATISTA :		

<b>EQUIPO Y MATERIAL</b>
ELEMENTOS DE Protección PERSONAL : guantes, guardapolvo, zapatos punta de acero

<b>PROCEDIMIENTO</b>
Se coloca los medidores a contrastar en un contenedor para el traslado a las líneas de los bancos volumétricos
TIEMPO CONSIDERADO PARA LA EJECUCION: 6 min

Formato\_nº8: Orden de trabajo de secado de medidores.

Fuente: Elaboración propia.

<b>SEDALIB</b>		
UNIDAD TALLER DE MEDIDORES		
Plan de Mantenimiento Preventivo		
ORDEN DE TRABAJO	Nº4	

FECHA DE EJECUCION:	HORA DE INICIO:	HORA DE FINALIZACION:
CANTIDAD DE MEDIDORES	CODIGO DE ACTIVIDAD: A1-1	ACTIVIDAD: Contrastación

<b>TECNICO ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO</b>		
CARGO	NOMBRE	
JEFE MTTO :		
TECNICO :	X	
CONTRATISTA :		

<b>EQUIPO Y MATERIAL</b>
--------------------------

ELEMENTOS DE Protección PERSONAL :guardapolvo, zapatos punta de acero

<b>PROCEDIMIENTO</b>
Se ensambla y se purga la línea
Se realiza la primera contrastación Q1
Se realiza la segunda contrastación Q2
Se realiza la tercera contrastación Q3
Ingresar los resultados obtenidos de cada prueba
TIEMPO CONSIDERADO PARA LA EJECUCION:      3 horas

Formato\_nº9: Orden de trabajo de contrastación.

Fuente: Elaboración propia.

SEDALIB		
UNIDAD TALLER DE MEDIDORES		
Plan de Mantenimiento Preventivo		
ORDEN DE TRABAJO	N° 5	

FECHA EJECUCION:	DE	HORA DE INICIO:	HORA FINALIZACION:	DE
CANTIDAD MEDIDORES	DE	CODIGO DE ACTIVIDAD: AC-4	ACTIVIDAD: Clasificación de medidores (operativos )	
TECNICO ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO				
CARGO			NOMBRE	
JEFE MTTO :				
TECNICO :		X		
CONTRATISTA :				

EQUIPO Y MATERIAL
ELEMENTOS DE Protección PERSONAL : guardapolvo, zapatos punta de acero
PROCEDIMIENTO
Se selecciona los medidores operativos para su debido mantenimiento
TIEMPO CONSIDERADO PARA LA EJECUCION: 10 min

Formato\_nº10: Orden de trabajo de clasificación de medidores

Fuente: Elaboración propia.

SEDALIB		
UNIDAD TALLER DE MEDIDORES		
Plan de Mantenimiento Preventivo		
ORDEN DE TRABAJO	N° 6	

FECHA DE EJECUCION:	HORA DE INICIO:	HORA DE FINALIZACION:
CANTIDAD DE MEDIDORES	CODIGO DE ACTIVIDAD: AC-5	ACTIVIDAD: Secado de medidores

TECNICO ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO		
CARGO	NOMBRE	
JEFE MTTO :		
TECNICO :	X	
CONTRATISTA :		

EQUIPO Y MATERIAL
ELEMENTOS DE Protección PERSONAL : guardapolvo, zapatos punta de acero
PROCEDIMIENTO
Se coloca los medidores operativos en una mesa para su debido secado
TIEMPO CONSIDERADO PARA LA EJECUCION: 2hrs

Formato\_nº11: Orden de trabajo de secado de medidores.

Fuente: Elaboración propia.

SEDALIB		
UNIDAD TALLER DE MEDIDORES		
Plan de Mantenimiento Preventivo		
ORDEN DE TRABAJO	N°7	

FECHA DE EJECUCION:	HORA DE INICIO:	HORA DE FINALIZACION:
CANTIDAD DE MEDIDORES	CODIGO DE ACTIVIDAD: AC-6	ACTIVIDAD: Desmontaje de medidores

TECNICO ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO		
CARGO	NOMBRE	
JEFE MTTO :		
TECNICO :	X	
CONTRATISTA :		

EQUIPO Y MATERIAL
ELEMENTOS DE Protección PERSONAL : guantes, guardapolvo, zapatos punta de acero Utilizan una cuchilla para abrir los medidores

PROCEDIMIENTO
Se procede abrir los medidores operativos de marca Zenner para retirar impurezas internas
TIEMPO CONSIDERADO PARA LA EJECUCION: 30 min

Formato\_n°12: Orden de trabajo de desmontaje de medidores.

Fuente: Elaboración propia.

SEDALIB		
UNIDAD TALLER DE MEDIDORES		
Plan de Mantenimiento Preventivo		
ORDEN DE TRABAJO	N°8	

FECHA DE EJECUCION:	HORA DE INICIO:	HORA DE FINALIZACION:
CANTIDAD DE MEDIDORES	CODIGO DE ACTIVIDAD: AC-7	ACTIVIDAD: Secado de piezas interiores
TECNICO ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO		
CARGO		NOMBRE
JEFE MTTO :		
TECNICO :	X	
CONTRATISTA :		

EQUIPO Y MATERIAL
ELEMENTOS DE Protección PERSONAL : guardapolvo, zapatos punta de acero, orejeras, guantes
PROCEDIMIENTO
Se realiza el secado de piezas internas con un soplete
TIEMPO CONSIDERADO PARA LA EJECUCION: 30 min

Formato\_n°13: Orden de trabajo de secado de piezas interiores.

Fuente: Elaboración propia.

SEDALIB		
UNIDAD TALLER DE MEDIDORES		
Plan de Mantenimiento Preventivo		
ORDEN DE TRABAJO	N°9	

FECHA EJECUCION:	DE	HORA DE INICIO:	HORA FINALIZACION:	DE
CANTIDAD MEDIDORES	DE	CODIGO DE ACTIVIDAD: AC-8	ACTIVIDAD: Limpiado de lunetas	
TECNICO ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO				
CARGO			NOMBRE	
JEFE MTTO :				
TECNICO :	X			
CONTRATISTA :				

EQUIPO Y MATERIAL	
ELEMENTOS DE Protección PERSONAL : guardapolvo, zapatos punta de acero	
PROCEDIMIENTO	
Se realiza la limpieza de las lunetas con un líquido (bencina) y se procede a secar con una franela	
TIEMPO CONSIDERADO PARA LA EJECUCION:	30 min

Formato\_n°14: Orden de trabajo de limpiado de lunetas.

Fuente: Elaboración propia.

SEDALIB		
UNIDAD TALLER DE MEDIDORES		
Plan de Mantenimiento Preventivo		
ORDEN DE TRABAJO	N°10	

FECHA DE EJECUCION:	HORA DE INICIO:	HORA DE FINALIZACION:
CANTIDAD DE MEDIDORES	CODIGO DE ACTIVIDAD: AC-9	ACTIVIDAD: Limpieza superficial
TECNICO ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO		
CARGO		NOMBRE
JEFE MTTO :		
TECNICO :	X	
CONTRATISTA :		
EQUIPO Y MATERIAL		
ELEMENTOS DE Protección PERSONAL : guardapolvo, zapatos punta de acero		
PROCEDIMIENTO		
Se realiza la limpieza externar con una franela		
TIEMPO CONSIDERADO PARA LA EJECUCION:		30 min

Formato\_n°15: Orden de trabajo de limpieza superficial.

Fuente: Elaboración propia

SEDALIB		
UNIDAD TALLER DE MEDIDORES		
Plan de Mantenimiento Preventivo		
ORDEN DE TRABAJO	N°11	

FECHA DE EJECUCION:	HORA DE INICIO:	HORA DE FINALIZACION:
CANTIDAD DE MEDIDORES	CODIGO DE ACTIVIDAD: AC-10	ACTIVIDAD: Colocación del precinto de seguridad
TECNICO ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO		
CARGO		NOMBRE
JEFE MTTO :		
TECNICO :	X	
CONTRATISTA :		

EQUIPO Y MATERIAL

ELEMENTOS DE Protección PERSONAL : guardapolvo, zapatos punta de acero

PROCEDIMIENTO
Se procede a colocar un precinto de seguridad para cada medidor
TIEMPO CONSIDERADO PARA LA EJECUCION: 30 min

Formato\_n°16: Orden de trabajo de colocación de precinto.

Fuente: Elaboración propia.

SEDALIB		
UNIDAD TALLER DE MEDIDORES		
Plan de Mantenimiento Preventivo		
ORDEN DE TRABAJO	N°12	

FECHA DE EJECUCION:	HORA DE INICIO:	HORA DE FINALIZACION:
CANTIDAD DE MEDIDORES	CODIGO DE ACTIVIDAD: AC-11	ACTIVIDAD: Montaje de medidores
TECNICO ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO		
CARGO		NOMBRE
JEFE MTTO :		
TECNICO :	X	
CONTRATISTA :		

EQUIPO Y MATERIAL

ELEMENTOS DE Protección PERSONAL : guardapolvo, zapatos punta de acero

PROCEDIMIENTO
Se procede al ensamblaje de los medidores
TIEMPO CONSIDERADO PARA LA EJECUCION: 30 min

Formato\_n°17: Orden de trabajo de montaje de medidores.

Fuente: Elaboración propia

SEDALIB		
UNIDAD TALLER DE MEDIDORES		
Plan de Mantenimiento Preventivo		
ORDEN DE TRABAJO	N°13	

FECHA DE EJECUCION:	HORA DE INICIO:	HORA DE FINALIZACION:
CANTIDAD DE MEDIDORES	CÓDIGO DE ACTIVIDAD:	ACTIVIDAD:
0	0	Traslado a Pesqueda para su reinstalación
TECNICO ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO		
CARGO		NOMBRE
JEFE MTTO :		
TÉCNICO :	X	
CONTRATISTA :		

EQUIPO Y MATERIAL
ELEMENTOS DE Protección PERSONAL : guardapolvo, zapatos punta de acero
PROCEDIMIENTO
Los técnicos de Pesqueda se acercan al taller para recoger los medidores operativos , y proceder a su reinstalación el día siguiente
TIEMPO CONSIDERADO PARA LA EJECUCION: 30 min

Formato\_n°18: Orden de trabajo de traslado a pesqueda.

Fuente: Elaboración propia.