



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CONSTRUCCIÓN CIVÍL

Estudio de la calidad de medición del parque de medidores domiciliarios de agua potable en la ciudad de Viña del Mar

Por
Emilio Pérez Rojo

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA
CONSTRUCCIÓN Y AL TÍTULO DE INGENIERO CONSTRUCTOR.**

Prof. Guía: Javier Hernández Hernández

ENERO, 2016

Agradecimientos

Escribir estas líneas, creo que significa un desafío tanto o más difícil que el reto que significó el desarrollo de toda la tesis. Bueno, al fin y al cabo ¿Cómo reducir en unos párrafos todas las experiencias que significa terminar una carrera universitaria?. Ha sido un viaje con altos y bajos, con felicidad y tristeza, con desafíos, logros y pérdidas, pero concluyen de la mejor forma.

Primero que nada, quiero agradecer el sincero amor y la inmensa paciencia de Francisca Torres Donoso, sin ti, esto de ninguna manera, hubiese sido lo perfecto que fue.

A mis padres Carlos Pérez Ramírez y María Angélica Rojo Morales, por su leal amor y su incondicional apoyo, gracias de corazón.

A mis Hermanos Fernando y Mariela, por su constante apoyo y enorme cariño.

A don Javier Hernández Hernández, cuyos valiosos aportes y críticas ayudaron a construir los cimientos del presente trabajo.

A mis amigos de la vida Álvaro Macaya, Juan Pérez, Eduardo Riquelme, Jorge Cataldo, Álvaro Covarrubias, Felipe Becker y Manuel Brito, por sus años y años de cervecada amistad.

A mis perrunos amigos: Claudio Zett, Alejandra Moenne, Jorge Movillo, Constanza Pais, Rodrigo Vega, Felipe Stevenson, Francisca Bravo, Bárbara Gutiérrez, Gonzalo Álvarez, Félix Cubillos, Erin Pratt, Camila Urbina, María Isabel Argenzio, Eduardo Henríquez y Carlos Barrera, gracias por todo el apoyo y las sabias palabras durante todo el proceso.

A los amigos de la U, con quienes se libró espalda con espalda batallas interminables: Dominique Moreno, Paulina Tapia, Javiera Parraguez, Mauro Lazo, Alejandro Palma y Piero Arias, desde ahora colegas...

Finalmente, y no menos importante, a la rata Aquiles, por su incondicional apoyo en largas y eternas noches de estudio y por su cariño eterno.

Contenido

Índice de figuras.....	5
Índice de tablas	6
CAPÍTULO 1: Presentación del Tema.....	9
1.1 Introducción	9
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo General.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos	133
1.3 Alcances y limitaciones	144
1.4 Metodología de trabajo	155
1.5 Estructura de la tesis	166
CAPÍTULO 2: Antecedentes Generales de la Investigación	18
2.1 Organismos reguladores del sector sanitario	188
2.1.1 Aspectos generales.....	18
2.1.2 Superintendencia de servicios sanitarios	188
2.1.2.1 Generalidades.....	18
2.1.2.2 Funciones.....	19
2.1.3 Empresas Sanitarias	199
2.1.3.1 Generalidades.....	19
2.1.3.2 Funciones, obligaciones y derechos.....	20
2.1.3.3 Situación actual de la Empresa Sanitaria en Viña del Mar.....	20
2.2 Marco legal y normativo.....	233
2.2.1 Reglamento de instalaciones de agua potable y alcantarillado.....	233
2.2.2. Instalación de medidores y remarcadores	255
2.2.3 Normas Chilenas.....	255
2.3 Redes domiciliarias de agua potable.....	266
2.3.1 Generalidades	266
2.3.2 Diseño y cálculo de redes domiciliarias	277
2.3.2.1 Generalidades.....	27
2.3.2.2 Cálculo de las Redes.....	28
2.4 Medidor de agua potable	30
2.4.1 Clasificación de Medidores	32
2.4.2 Errores.....	33
2.4.3 Tolerancias de Errores	333
2.4.4 Factores que influyen en los errores de lectura	344
2.4.4.1 Instalación.....	34
2.4.5.2 Edad y Volumen Acumulado.....	35
2.5 Estadística utilizada	366
2.5.1 Medición	366
2.5.2 Población y Muestra	377
2.5.3 Muestreo	377

2.5.3.1 Tipos de Muestreo.....	38
CAPITULO 3: Variables de Estudio	41
3.1 Definición operacional de las variables.....	41
CAPÍTULO 4: Marco Metodológico	487
4.1 Diseño de la investigación.....	488
4.2 Universo de estudio	488
4.3 Unidades de Análisis.....	50
4.4 Muestra del Estudio	50
4.4.1 Selección de la muestra	50
4.4.2 Condiciones de muestreo	51
4.4.3 Tamaño de la muestra.....	52
4.4.4 Trabajo de Campo.....	53
CAPÍTULO 5: Resultados	56
5.1 Resultados totales	72
5.1.1 Volumen de Agua Medida.....	72
5.1.2 Posición del Montaje	75
5.1.3 Análisis de resultados	78
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....	88
6.1 Conclusiones.....	89
6.2 Propuesta de Futuras Investigaciones.....	91
BIBLIOGRAFÍA	91

Índice de Figuras

Figura 1.1 Organigrama de la producción de agua potable y sus problemas.....	10
Figura 1.2: Mapa conceptual que muestra los distintos factores que merman una correcta medición del medidor de agua potable.	11
Figura 1.3: Metodología de trabajo empleada	15
Figura 2.1: Esquema de las partes constitutivas de un arranque domiciliario de agua potable.....	27
Figura 2.2: Esquema que ejemplifica la Población Vs Muestra.....	37
Figura 3.1: Curva característica de funcionamiento de un MAP.....	42
Figura 3.2: Evolución en el tiempo de la eficiencia del parque de medidores de agua.....	43
Figura 3.3: Posición correcta y posición estudiada por Arregui et al.....	44
Figura 5.1: MAP con un registro cercano a lo máximo que le permite su capacidad.....	73
Figura 5.1: Representatividad porcentual de los MAP clasificados según su registro de consumo.....	73
Figura 5.3: Medidor de Agua Potable ubicado en el sector de Reñaca Alto, de un sistema bastante antiguo y que aún continúa en funcionamiento.....	74
Figura 5.4: Otro ejemplo de un medidor con bastantes años en funcionamiento.....	74
Figura 5.5: Medidor girado.....	75
Figura 5.6: MAP girado en ángulo.....	76
Figura 5.7: Cantidad de Medidores girados respecto a su eje en 45°.....	76
Figura 5.8: Participación porcentual de MAP girados respecto a su eje.....	77

Índice de tablas

Tabla 2.1: Producción de agua en miles de metros cúbicos por las empresas sanitarias	21
Tabla 2.2: Facturación de agua en miles de metros cúbicos por las empresas sanitarias.....	222
Tabla 2.3: Porcentaje de agua no facturada por las empresas sanitarias	23
Tabla 2.4: Capacidad máxima de los medidores	244
Tabla 2.5: Resumen de pérdida por tramo en una instalación domiciliaria.	29
Tabla 2.6: Cuadro de clases de medidores	32
Tabla 2.7: Error aceptado por normativas chilenas.	344
Tabla 2.8: Influencia de la posición de instalación en medidores.	35
Tabla 3.1: Pérdidas generadas por la posición de montaje en 45°	45
Tabla 3.2: Porcentaje de agua no contabilizada a través del rango total de volumen registrado.....	46
Tabla 4.1: Barrios de Viña del Mar donde se realizó el estudio.....	48
Tabla 4.2: Participación de población y vivienda en la comuna.....	51
Tabla 4.3: Tabla de distribución de muestras según sectores de Viña del Mar.....	53
Tabla 5.1: Resultados sector Centro Poniente.....	57
Tabla 5.2: Resultados sector Centro Oriente.....	58
Tabla 5.3: Resultados sector Casino.....	58
Tabla 5.4: Resultados sector Reñaca.....	59
Tabla 5.5: Resultados Sector Achupallas.....	60
Tabla 5.6: Resultados sector Villa Dulce.....	61
Tabla 5.7: Resultados sector Chorrillos.....	62
Tabla 5.7: Resultados sector Población Vergara Norte.....	63
Tabla 5.9: Resultados sector Población Vergara Sur.....	63
Tabla 5.8: Resultados sector de Viña del Mar Alto.....	64
Tabla 5.9: Resultados del sector Recreo.....	64
Tabla 5.10: Resultados sector Gómez Carreño.....	65
Tabla 5.11: Resultados sector Santa Inés.....	65
Tabla 5.12: Resultados sector Glorias Navales.....	66
Tabla 5.13: Resultados Sector Miraflores.....	67
Tabla 5.14: Resultados Sector El Olivar.....	68
Tabla 5.15: Resultados sector Reñaca Alto.....	69
Tabla 5.16: Resultados sector Quinta Vergara.....	70
Tabla 5.17: Resultados sector Forestal Alto.....	70
Tabla 5.18: Resultados sector Nueva Aurora.....	71
Tabla 5.19: Resultados sector Recreo Alto.....	71
Tabla 5.22: Detalle de medidores con fenómenos estudiados.....	788
Tabla 5.23: Detalle porcentaje de pérdida generada por combinación de fenómenos estudiados	799
Tabla 5.24: Detalle de consumo promedio del año 2014.....	80
Tabla 5.25: Consumo total año 2014.....	80

Tabla 5.26: Consumo real mensual considerando rango de registro de MAP y años de instalación.....	81
Tabla 5.27: Promedio consumo real mensual, considerando rango de registro del MAP, años de instalación y MAP girado en 45°.....	82
Tabla 5.28: Consumo real considerando rango de registro del MAP y años de instalación.....	83
Tabla 5.29: Consumo real considerando ambos fenómenos estudiados.....	83
Tabla 5.30: Cálculo de la influencia económica en el consumo real mensual considerando rango de registro del MAP, años de instalación y MAP girado en 45°.....	85
Tabla 5.31: Cálculo de la influencia económica en el consumo real mensual considerando rango de registro del MAP, años de instalación.....	85
Tabla 5.32: Análisis de Precio Unitario Instalación de un MAP.....	86
Tabla 5.33: Años de devolución de la inversión por el cambio de MAP.....	86
Tabla 6.1: Detalle porcentaje de pérdida generada por combinación de fenómenos estudiados.....	90

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN DEL TEMA

CAPÍTULO 1: Presentación del Tema

1.1 Introducción

La forma y calidad de llevar a cabo las actividades propias de una sociedad, junto al desarrollo de esta, progresan generalmente a la misma velocidad con que lo hace la población. La optimización se transforma entonces, en una obligación al convertirse los recursos en un bien limitado, por lo que el impulso que la investigación y las mejoras toman ante la adversidad, es abismante ante el alivio que ampara la abundancia.

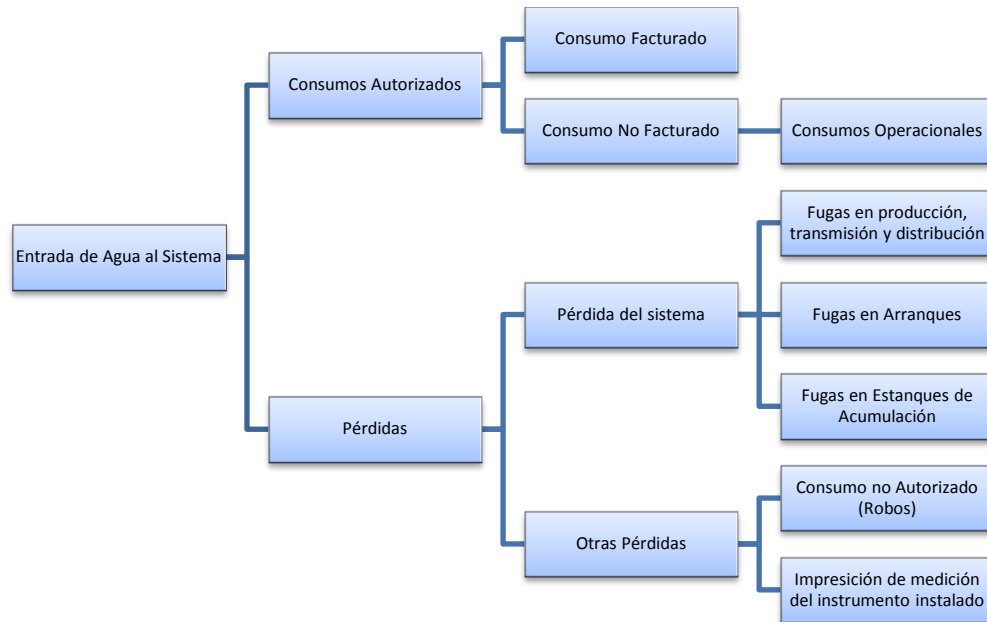
El agua, no se aleja de esta tendencia, marcando profundos cambios en su uso y distribución durante el transcurso de la historia. Desde su simple recolección superficial hasta los complejos sistemas de captación y distribución actuales, esta ha sido materia de profunda investigación y motivo del desarrollo de nuevos materiales y artefactos constantemente.

No obstante, la distribución de agua no es ajena a dificultades. La vulnerabilidad de los sistemas que componen esta tarea depende básicamente de cuatro factores: de la ubicación, de la calidad del diseño de ingeniería; la calidad de la construcción (incluyendo la tecnología: equipos y materiales utilizados); y de la calidad de la operación y el mantenimiento de las obras (CEPAL, 2005). A pesar de lo anterior, cada uno de estos principios a su vez presentan elementos propios que especifican y acercan a sus particularidades cada dificultad en el proceso de distribución.

Parte de los problemas asociados a la prestación de este servicio son las pérdidas que se generan en distintos niveles y por diferentes factores de incidencia en el proceso mismo de distribución del recurso. Estos problemas generan que el volumen de agua producida no sea el mismo volumen del agua facturada a los clientes, en donde el agua facturada corresponde al agua contabilizada y cobrada y, por otra parte, tenemos el agua no contabilizada que es generada por tres grandes causas: Consumos Operacionales, Pérdidas en la red y Agua consumida y no medida (IWA, 2012).

De lo anterior, entendemos que los consumos operacionales son los volúmenes consumidos que deben realizarse necesariamente para que un sistema de producción y distribución se lleve a cabo (reparaciones, limpiezas de redes y estanques, verificación de grifos, etc). Las pérdidas en el sistema son las fugas en las conducciones, válvulas, etc. Además, se encuentra el consumo no autorizado, que engloba al agua consumida en arranques clandestinos, errores en la medición (macro y micromedición), etc.

Figura 1.1: Organigrama de la producción de agua potable y sus problemas



Fuente: Elaboración propia

Por lo anterior, queda de manifiesto que el proceso de producción y distribución de agua potable no está exenta de mermas, las que en el caso de ESVAL S.A., principal empresa sanitaria de la quinta y cuarta región, alcanza valores que bordean los 36,7% (SISS, 2013). De la misma forma, queda en evidencia que son variados los frentes de ataque para combatir la ineficiencia de un sistema como el que se presenta en nuestra región.

Esta situación que como en el caso de ESVAL, afecta a las empresas de gran parte del orbe, ha obtenido la atención de diversos científicos quienes han tratado de dar respuesta a la influencia que tiene cada uno de los parámetros que involucran y que dan origen, a las diferencias entre lo producido por el sistema y lo facturado a los clientes.

Así es como Arregui et al, en el año 2005, realizó y cuantificó la influencia de los siguientes parámetros:

- Posición de montaje
- Distorsiones de velocidad del flujo
- Pruebas de fatiga
- Partículas en el fluido
- Bloqueo del filtro por partículas (reducción del área de entrada)
- Incorrecto dimensionamiento del medidor

- Patrones de consumo por presencia de estanques de acumulación.

En la investigación, Arregui realizó pruebas de campo como de laboratorio, en las cuales se evaluó medidores de agua domiciliarios e industriales de diferentes tecnologías; chorro único, chorro múltiple, pistón oscilante, woltman y medidores tangenciales. A través de estas pruebas se concluyó claramente que no todos los medidores tienen la misma sensibilidad a los factores previamente nombrados, pero se establece una tendencia según su clase y metrología empleada.

Asimismo, E. Férreol en el año 2005 estudia el efecto en los medidores del paso del tiempo en la precisión de los equipos, concluyendo que a medida que avanza el tiempo, la fidelidad de la lectura va decayendo y, en otras palabras, el error porcentual aumenta en directa proporción del paso de los años.

Por otra parte, Mukheibir et al. en el año 2012, de la misma forma que E. Férreol, estudio la influencia de la cantidad de metros cúbicos que han sido leídos y registrados por los medidores, en donde se establece que la imprecisión aumenta conjunto aumenta la cantidad de metros cúbicos registrados.

A través de estas conclusiones, que reúnen factores de observación directa en el medidor, se puede inferir influencias singulares y en conjunto, basados en lo presentado por los autores, en la medición que se está llevando a cabo a los clientes.

Los parámetros que actúan como factores de la disminución en la calidad de la medición se visualizan de mejor forma en el siguiente diagrama:

Figura 1.2: Mapa conceptual que muestra los distintos factores que merman una correcta medición del medidor de agua potable.



Fuente: Elaboración propia

Queda claro entonces, que son varios los factores que afectan la calidad de medición del agua que consumimos a diario, sin que tengamos una absoluta certeza de cómo afecta los factores antes nombrados, en la medición de nuestro consumo periódico.

Claramente, surge la necesidad el desarrollo de una investigación que cuantifique la situación actual de los sistemas de medición en los hogares, lugar donde se ve afectada directamente la población.

Esta necesidad será suprimida a través de la siguiente tesis en donde se diagnosticará la medición que realiza el parque de medidores de agua potable existente en la ciudad de Viña del Mar. Esto se llevará a cabo a través de una revisión de las instalaciones de los medidores en uso, en una muestra proporcional a la cantidad de clientes presentes en la ciudad, cuantificando patologías que investigadores han científicamente establecido el desmedro que generan en la medición, como lo son el grado de inclinación del instrumento, los años de servicio que posee y los metros cúbicos registrados que este tiene. Con esta información, podremos estimar, el error que existe en el sistema en general y, con ello, podremos saber cuánto se está dejando de facturar mes a mes.

Con esta información se podrá estimar el efecto directo en la medición actual del consumo de agua y sus repercusiones en la eficiencia que trae al sistema.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Diagnosticar la eficiencia en la medición presente a nivel domiciliario a través de la evaluación de la calidad en la instalación del parque de medidores de agua potable en la ciudad de Viña del Mar.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la influencia teórica de las variables estudiadas en las instalaciones domiciliarias para conocer el estado actual de la medición en la ciudad de Viña del Mar.
- Estimar a través de las observaciones encontradas en terreno, los rangos de pérdidas que se generan por concepto de agua consumida y no medida.

1.3 Alcances y limitaciones

- El área de estudio correspondió a la ciudad de Viña del Mar.
- Se evaluó los principales barrios, escogiendo un número de clientes representativos al porcentaje de participación del barrio en el total de la ciudad. Dentro del barrio se escogerán al azar las muestras a evaluar.
- Se analizó sólo las instalaciones domiciliarias residenciales con medidores de diámetro no superior a 25 mm (1").
- Se analizó sólo medidores de agua potable fría.
- Se diagnosticó sólo instalaciones domiciliarias residenciales.

1.4 Metodología de trabajo

Figura 1.3: Metodología de trabajo empleada



Fuente: Elaboración Propia.

1.5 Estructura de la tesis

La presente tesis se dividirá en 6 capítulos, los cuales se desarrollarán de la siguiente manera:

En el Capítulo 1, se presentan los antecedentes que motivan el estudio de la investigación, así como, los objetivos y los alcances de la tesis. También, se desarrolla la metodología empleada en el estudio, la estructura del mismo.

En el Capítulo 2, se desarrolla el estado del arte. Para ello, inicialmente con el objetivo de obtener un conocimiento global sobre las normativas actuales, los actores que intervienen tanto en la distribución del recurso, como en la supervigilancia de las empresas a cargo de la tarea antes nombrada. Además se hace una revisión de los estándares que deben cumplir las instalaciones sanitarias en la actualidad, con especial mirada hacia el medidor de agua potable, en el cual se detalla con más precisión, ya que este será el centro del estudio en la presente investigación.

En el Capítulo 3, se profundiza en la manera que se enfrentan las variables que se usarán en la realización de la investigación a través de los estudios que establecerán la base de estudio para establecer las falencias a identificar en el actual parque de medidores.

El capítulo 4 se dedica a la planificación de la investigación, se establecerán las características estadísticas de la investigación; tamaño muestral, errores, etc., además se instaurarán los procedimientos de recolección de datos en terreno y en las sanitarias, las planillas de revisión de campo.

El capítulo 5 corresponderá a la presentación y análisis de los resultados, en donde a base de los estudios que sirven de plataforma de investigación y los datos obtenidos en terreno, se correlacionará la información de tal forma de llegar a valores estimativos del comportamiento de medición del parque de medidores.

Finalmente en el capítulo 6 se mostrarán las conclusiones que nos arrojen el análisis de la experiencia en terreno y de los datos que esta acción nos arrojó. De forma extraordinaria se propondrán medidas que ayuden a mitigar las problemáticas que eventualmente se encuentren.

CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO 2: Antecedentes Generales de la Investigación

Para el desarrollo de esta investigación fue necesario tener en claro los diferentes actores que intervienen en los distintos niveles que implican el desarrollo de un proyecto sanitario, desde la parte normativa y/o administrativa hasta los actores prácticos.

Por ello, es necesario el conocimiento técnico del sistema de leyes que regula a la concepción de los proyectos, lo cual se detalla a continuación. Cabe destacar, que estos puntos son escogidos, a través de una selección donde se hace mención a las partes que involucran al área de estudio involucrada, para no entorpecer y, por el contrario, optimizar el enfoque que se le da a tan específico contenido.

2.1 Organismos reguladores del sector sanitario

2.1.1 Aspectos generales

El Sector Sanitario está constituido por el conjunto de entidades cuyas funciones se relacionan con los servicios de producción y distribución de agua potable, además de la recolección y disposición de aguas servidas, vale decir, las empresas a cargo de la prestación de dichos servicios y, por otra parte, la Superintendencia de Servicios Sanitarios, organismo regulador y fiscalizador de este sector (SISS, 2009).

El marco regulatorio al que la SISS debe ceñirse, técnicamente hablando, está constituido por las Normas Chilenas y el RIDAA. Los primeros se pueden definir como documentos de conocimiento y uso público, que establece para usos comunes reglas, criterios o características para determinadas actividades o resultados. Su objetivo es obtener un nivel óptimo a través de requisitos básicos de calidad. Son establecidas por consenso y deben ser aprobadas por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización (INN, 2005). Por otra parte, el RIDAA, corresponde a un reglamento que regula los proyectos, la construcción y puesta en servicios de las instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado y establece las normas técnicas para que este tipo de instalaciones en todo el territorio nacional (RIDAA, 2002).

2.1.2 Superintendencia de servicios sanitarios

2.1.2.1 Generalidades

La Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), es un organismo del Estado de Chile que regula y fiscaliza a las empresas que brindan el servicio de agua potable y recolección y tratamiento de las aguas servidas de la población urbana (SISS, 2009).

La entidad posee personalidad jurídica y patrimonio propio. Se encuentra sujeto a la súper-vigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio de Obras Públicas. Fue creada el 27 de enero de 1990 por la ley N° 18.902, asumiendo parte de las funciones del disuelto Servicio Nacional de Obras Sanitarias (SENDOS).

Es función de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, el Registro y Control de todas las empresas y personas naturales que, prestan servicios directos o indirectos en los temas que le corresponden, como el registro de contratistas y proyectistas autorizados.

2.1.2.2 Funciones

La Superintendencia de Servicios Sanitarios, básicamente, se encarga de:

- ✓ La fijación de tarifas por los servicios de agua potable y alcantarillado de aguas servidas que prestan las empresas sanitarias;
- ✓ El otorgamiento de concesiones de servicios sanitarios;
- ✓ La fiscalización de las empresas sanitarias, particularmente respecto de la calidad del servicio prestado;
- ✓ La fiscalización de los establecimientos industriales generadores de residuos industriales líquidos – Riles - que efectúan descargas a las redes públicas de alcantarillado.

La SISS además participa activamente en el establecimiento de normas y estándares en el ámbito de su competencia, y se preocupa de la difusión de información sobre el mercado, relativa al sector sanitario nacional, entregando especialmente información a los usuarios de las empresas sanitarias.

2.1.3 Empresas Sanitarias

2.1.3.1 Generalidades

Las empresas sanitarias corresponden a compañías especializadas en prestar servicios de producción y distribución de agua potable, así como también de recolectar y tratar las aguas servidas de la zona de concesión que se encuentra en su zona de operación exclusiva. En el caso de la zona estudiada en la presente tesis, la empresa sanitaria con el área de concesión es ESVAL S.A..

2.1.3.2 Funciones, obligaciones y derechos

Existen numerosas funciones, obligaciones y derechos de las empresas sanitarias. La empresa sanitaria San Isidro, a modo de ejemplo, en el año 2007, presentó los puntos a continuación donde exponen sus obligaciones, las cuales son avaladas bajo el amparo de la ley 18.902

- Prestar los servicios de agua potable y alcantarillado a quien lo solicite dentro de su zona de atención.
- Controlar permanentemente, a su cargo, la calidad del servicio suministrado de acuerdo a las normas respectivas.
- Proporcionar a sus clientes agua potable de buena calidad, en cantidad suficiente para abastecer satisfactoriamente a los ocupantes de cada inmueble. Se debe asegurar que la distribución del suministro de agua cumpla las presiones establecidas por norma.
- Tener un programa de mantención y recambio de medidores.
- Efectuar ciclos regulares para la lectura de medidores.
- Formular oportunamente los cobros por las prestaciones realizadas.
- Contar con un procedimiento especial para la atención de los reclamos, consultas y/o solicitudes.
- Revisar el medidor en caso de disconformidad del cliente.
- Reponer el servicio a más tardar dentro del día hábil siguiente al día en que el usuario haya dado cumplimiento a la obligación que motivó la suspensión.
- Mantener y reparar el arranque de agua potable.
- Emitir facturas o boletas que incluyan sólo cobros autorizados y en un plazo máximo de 10 días a contar de la lectura del medidor. Las mismas deben ser entregadas en el inmueble que recibe el servicio.

2.1.3.3 Situación actual de la Empresa Sanitaria en Viña del Mar

Como ya adelantamos, es labor de la superintendencia de servicios sanitarios supervigilar a las empresas sanitarias. Parte de los deberes que impone dicho organismo, es obligar a las empresas sanitarias a transparentar gran parte de la información generada por el

ejercicio de sus labores, como cantidades de agua producida, cantidades cobradas, ganancias, gastos operacionales, etc.

Dicha información, obtenida de la divulgación pública por parte de la SISS, será de esencial importancia al dar el eje para realizar la comparación teórica de los consumos entre los clientes en la presente investigación.

Como ejemplo de lo anterior, se obtuvo la producción total de agua. En el caso de ESVAL, llega a valores cercanos a los 175.547.000 m³ de agua producida en el año 2014, lo que la ubica como la tercera empresa sanitaria a nivel país, en este ítem.

Tabla 2.1: Producción de agua en miles de metros cúbicos por las empresas sanitarias

Producción en miles de m3

N°	Empresa	Producción en miles de m3									
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	AGUAS ANDINAS	553.043	584.426	586.642	582.074	594.766	605.284	623.170	614.606	626.589	637.646
2	ESSBIO	182.309	192.669	198.655	196.668	198.075	207.516	207.615	210.344	214.195	217.607
3	ESVAL	146.161	153.151	157.830	159.029	161.187	170.315	170.022	172.169	173.196	175.547
4	NUEVO SUR	58.502	60.388	61.025	62.258	62.249	65.213	66.047	68.645	69.130	69.994
5	AGUAS ARAUCANIA	56.283	56.486	58.068	60.652	59.084	60.151	62.246	63.196	65.304	65.924
6	ESSAL	45.402	47.148	48.156	49.824	55.901	51.072	53.351	56.938	60.384	58.701
7	SMAPA	79.732	79.941	75.941	77.532	84.796	83.630	89.251	92.892	92.605	95.641
8	AGUAS DEL VALLE	41.588	43.673	44.881	45.155	45.490	46.348	49.985	52.421	52.308	53.802
9	AGUAS DE ANTOFAGASTA	38.207	39.962	41.153	41.559	41.588	43.408	45.718	48.480	51.176	52.477
10	AGUAS DEL ALTIPLANO	45.952	46.649	50.822	50.802	52.888	54.963	55.084	49.895	50.609	51.028
11	AGUAS CORDILLERA	67.944	69.035	69.394	79.030	79.257	76.262	81.925	84.070	84.316	90.522
12	AGUAS CHAÑAR	24.246	24.515	25.819	25.917	26.973	26.180	25.495	27.134	27.435	26.892
13	AGUAS MAGALLANES	11.106	11.022	11.159	11.331	11.532	11.701	11.465	11.700	11.661	11.844
14	AGUAS DECIMA	9.725	9.602	9.899	10.582	10.627	10.396	10.529	10.841	11.160	11.001
15	AGUAS PATAGONIA DE AYSÉN	6.848	7.057	7.658	7.499	7.673	7.551	8.077	8.067	8.518	8.356
16	SEMCORP AGUAS CHACABUCO (2)	8.306	8.336	7.327	7.462	8.040	8.448	8.329	8.251	8.529	8.698
17	AGUAS MANQUEHUE	7.830	8.907	9.734	10.375	10.468	11.378	12.552	12.751	14.110	14.898
18	SEMCORP AGUAS LAMPA (3)	-	789	1.802	1.883	1.926	2.117	2.325	2.485	2.608	2.612
19	AGUAS LOS DOMINICOS (1)	6.567	5.791	5.810	-	-	-	-	-	-	-
20	COOPAGUA	1.565	1.600	1.719	1.709	1.678	1.764	1.747	1.749	1.866	1.897
21	AGUAS SAN PEDRO	-	-	-	-	1.665	2.072	2.558	3.411	4.153	4.142
22	ESSI SAN ISIDRO	-	-	-	-	2.067	2.179	2.198	2.527	3.049	3.598
23	COSSBO	-	-	-	-	723	718	675	722	708	693
24	AGUAS SANTIAGO PONIENTE	-	-	-	-	1.329	1.345	1.515	1.729	1.829	1.896
25	MELIPILLA NORTE	-	-	-	-	-	435	539	881	808	873
26	SEMCORP AGUAS SANTIAGO	-	-	-	-	-	-	-	2.674	3.003	3.279
27	NOVAGUAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	SELAR	-	-	-	-	-	-	-	-	993	967
Total		1.391.316	1.451.147	1.473.494	1.481.341	1.519.981	1.550.445	1.592.419	1.608.577	1.640.242	1.670.533

Fuente: SISS, 2014

A continuación, se detalla la facturación a nivel nacional. En el caso de ESVAL, se registran 105.458.000 m³ facturados en el año 2014, posicionándola como la tercera empresa a nivel país en tener la mayor cantidad de m³ facturados. El detalle de lo escrito, se presenta en la tabla a en la página siguiente.

Tabla 2.2: Facturación de agua en miles de metros cúbicos por las empresas sanitarias

Facturación en miles de m3

N°	Empresa	Facturación en miles de m3									
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	AGUAS ANDINAS	395.699	405.175	405.636	403.248	405.066	414.151	426.491	428.107	435.471	442.991
2	ESSBIO	118.077	119.209	120.695	123.943	124.424	123.974	131.152	134.155	137.881	140.782
3	ESVAL	87.881	90.749	92.303	91.740	93.456	95.951	99.569	100.555	103.276	105.458
4	NUEVO SUR	33.275	33.602	33.339	34.498	35.157	35.557	37.053	38.603	39.577	40.791
5	AGUAS ARAUCANIA	31.203	32.632	31.683	32.480	32.347	32.506	33.886	35.702	36.504	37.144
6	ESSAL	30.179	31.238	31.507	32.026	31.346	31.486	33.378	33.936	34.760	35.792
7	SMAPA	45.506	45.925	45.263	45.363	47.299	47.727	48.957	50.897	50.842	52.249
8	AGUAS DEL VALLE	28.420	29.380	30.150	30.479	31.115	32.336	34.630	36.450	37.639	38.168
9	AGUAS DE ANTOFAGASTA	27.458	28.716	29.345	30.582	30.965	32.951	34.836	36.549	37.609	38.445
10	AGUAS DEL ALTIPLANO	25.641	26.146	26.566	27.281	29.999	29.268	30.171	31.812	32.721	33.139
11	AGUAS CORDILLERA	56.116	59.479	60.300	64.602	64.180	64.763	67.122	66.012	67.029	67.106
12	AGUAS CHAÑAR	14.276	14.773	15.108	14.925	15.276	15.606	16.512	17.723	18.137	18.022
13	AGUAS MAGALLANES	9.790	9.543	9.797	9.494	9.480	9.666	9.529	9.857	9.999	10.416
14	AGUAS DECIMA	7.555	7.484	7.795	8.229	8.136	8.126	8.475	8.687	8.877	9.020
15	AGUAS PATAGONIA DE AYSÉN	4.359	4.395	4.411	4.442	4.570	4.555	4.797	4.808	5.191	5.238
16	SEMCORP AGUAS CHACABUCO (2)	5.253	5.200	4.794	4.723	4.991	5.215	5.288	5.411	5.582	5.901
17	AGUAS MANQUEHUE	7.180	8.218	8.784	9.240	9.798	10.082	11.215	11.210	12.510	13.432
18	SEMCORP AGUAS LAMPA (3)	-	465	1.127	1.170	1.209	1.304	1.404	1.512	1.616	1.705
19	AGUAS LOS DOMINICOS (1)	4.075	4.522	4.626	-	-	-	-	-	-	-
20	COOPAGUA	1.417	1.436	1.477	1.469	1.465	1.466	1.534	1.520	1.617	1.630
21	AGUAS SAN PEDRO	-	-	-	-	1.389	1.474	1.996	2.297	2.455	2.798
22	ESSI SAN ISIDRO	-	-	-	-	991	1.064	1.148	1.310	1.684	1.930
23	COSSBO	-	-	-	-	723	718	675	691	707	655
24	AGUAS SANTIAGO PONIENTE	-	-	-	-	1.113	1.164	1.288	1.437	1.535	1.583
25	MELIPILLA NORTE	-	-	-	-	-	349	429	493	593	653
26	SEMCORP AGUAS SANTIAGO	-	-	-	-	-	-	-	2.111	2.289	2.537
27	NOVAGUAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	SELAR	-	-	-	-	-	-	-	-	818	846
Total		933.360	958.287	964.703	969.935	984.495	1.001.458	1.041.536	1.061.845	1.086.922	1.108.431

Fuente: SISS, 2014.

Ahora, observando las dos tablas anteriores, podemos preguntarnos: ¿Cuál será el porcentaje de agua producida y no facturada?, ¿Cuánta agua realmente se produce y se cobra efectivamente?. Respecto a esto, la información entregada por la SISS dicta que en el año 2014, ESVAL, de cada 10 m³ producidos logra cobrar aproximadamente 6 m³, o sea, su porcentaje de pérdida bordea los 40%. Esto se detalla en la tabla a continuación:

Tabla 2.3: Porcentaje de agua no facturada por las empresas sanitarias

% de agua no facturada

N°	Empresa	% de agua no facturada										
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	AGUAS ANDINAS	27,7%	28,5%	30,7%	30,9%	30,7%	31,9%	31,6%	31,8%	29,8%	30,5%	30,5%
2	ESSBIO	36,1%	35,2%	38,1%	39,2%	37,0%	37,2%	40,3%	37,0%	36,2%	35,6%	35,3%
3	ESVAL	40,4%	39,9%	40,7%	41,5%	42,3%	42,0%	43,7%	42,8%	41,4%	40,4%	39,9%
4	NUEVO SUR	43,3%	43,1%	44,4%	45,4%	44,6%	43,5%	45,5%	43,8%	43,8%	42,7%	41,7%
5	AGUAS ARAUCANIA	45,7%	44,6%	42,2%	45,4%	46,4%	45,3%	46,0%	45,6%	43,5%	44,1%	43,7%
6	ESSAL	34,0%	33,5%	33,7%	34,6%	35,7%	43,9%	38,4%	37,9%	40,4%	42,4%	39,0%
7	SMAPA	41,1%	42,9%	42,6%	40,4%	41,5%	44,2%	42,9%	45,8%	44,9%	45,1%	45,4%
8	AGUAS DEL VALLE	30,6%	31,7%	32,7%	32,8%	32,5%	31,6%	30,2%	33,3%	30,5%	28,0%	29,1%
9	AGUAS DE ANTOFAGASTA	24,8%	28,1%	28,1%	28,7%	26,4%	25,5%	24,1%	24,4%	24,6%	26,5%	26,7%
10	AGUAS DEL ALTIPLANO	41,7%	44,2%	44,0%	47,7%	46,3%	43,3%	46,7%	45,6%	36,2%	35,3%	35,1%
11	AGUAS CORDILLERA	19,5%	17,4%	13,8%	13,1%	18,3%	19,0%	15,1%	18,3%	21,0%	20,5%	25,9%
12	AGUAS CHAÑAR	39,2%	41,1%	39,7%	41,5%	42,4%	43,4%	40,4%	36,0%	33,5%	33,9%	33,0%
13	AGUAS MAGALLANES	14,6%	11,8%	13,4%	12,2%	16,2%	17,8%	17,4%	16,9%	15,7%	14,2%	12,1%
14	AGUAS DECIMA	23,3%	22,3%	22,1%	21,3%	22,2%	23,4%	21,8%	19,8%	19,2%	20,5%	18,0%
15	AGUAS PATAGONIA DE AYSÉN	35,3%	36,3%	37,7%	42,4%	40,8%	40,4%	39,7%	41,1%	38,6%	39,1%	37,3%
16	SEMCORP AGUAS CHACABUCO	34,4%	36,8%	37,6%	34,6%	36,7%	37,9%	38,3%	36,6%	34,2%	34,6%	32,2%
17	AGUAS MANQUEHUE	10,7%	8,3%	7,7%	9,8%	10,9%	6,4%	11,4%	11,0%	11,6%	11,3%	9,8%
18	SEMCORP AGUAS LAMPA (3)	-	-	41,1%	37,5%	37,8%	37,2%	38,4%	40,1%	39,0%	38,0%	34,7%
19	AGUAS LOS DOMINICOS (1)	34,0%	38,0%	21,9%	20,4%	-	-	-	-	-	-	-
20	COOPAGUA	2,6%	9,4%	10,2%	14,1%	14,0%	12,7%	16,9%	13,1%	11,3%	13,3%	14,1%
21	AGUAS SAN PEDRO	-	-	-	-	-	16,6%	28,8%	21,4%	32,7%	40,9%	32,4%
22	ESSI SAN ISIDRO	-	-	-	-	-	52,1%	51,2%	47,8%	48,2%	44,8%	46,3%
23	COSSBO	-	-	-	-	-	0,0%	0,0%	0,0%	4,2%	0,1%	5,4%
24	AGUAS SANTIAGO PONIENTE	-	-	-	-	-	16,3%	13,5%	15,3%	16,6%	16,1%	16,5%
25	MELIPILLA NORTE	-	-	-	-	-	-	19,8%	20,6%	44,0%	26,7%	25,2%
26	SEMCORP AGUAS SANTIAGO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,8%	22,6%
27	NOVAGUAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	SELAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,6%	12,5%
	Total	32,6%	32,9%	34,0%	34,5%	34,5%	35,2%	35,4%	35,1%	33,7%	33,7%	33,7%

Fuente: SISS, 2014.

2.2 Marco legal y normativo

2.2.1 Reglamento de instalaciones de agua potable y alcantarillado

El artículo 51 del DFL MOP n°382/88, “Ley General de Servicios Sanitarios”, establece que las disposiciones técnicas que regulen el diseño, construcción y puesta en explotación de las instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado de aguas servidas, serán establecidas por un reglamento (Ley 18.902). Es así que se insta la necesidad de crear este estatuto, el cual entra en vigencia el año 1989, contando con la versión más actualizada el año 2002.

El marco legislativo tiene como uno de los protagonistas al Reglamento de Instalaciones de Agua potable y Alcantarillado, más conocido por su acrónimo; RIDAA.

El reglamento establece y regula la proyección, construcción y puesta en uso de las instalaciones de agua potable y de alcantarillado. Además establece las normas técnicas que rige este tipo de instalaciones en todo el país. Las normas técnicas, tablas y anexos de este reglamento sólo son aplicables a una sola vivienda o edificio (SISS, 2009).

Las disposiciones de este Reglamento son obligatorias para las personas que proyecten o construyan instalaciones domiciliadas de agua potable o de alcantarillado de aguas servidas domésticas y para los prestadores de servicios sanitarios, como los son las empresas sanitarias y los Servicios de Salud, cuando corresponda.

Algunos puntos a destacar que intervienen en el desarrollo de la presente investigación son detallados a continuación:

- **Artículo 51° c.b. Capacidad máxima de los medidores**

Para la determinación del diámetro del medidor se podrá utilizar la tabla siguiente hasta un diámetro de 38 mm. o especificaciones del fabricante. Para diámetros superiores deberá recurrirse a las especificaciones del fabricante del medidor correspondiente.

Tabla 2.4: Capacidad máxima de los medidores

Diámetro Medidor (mm)	Consumo Máximo Diario (m ³ /día)	Gasto Máximo Probable (l/mín)
13	3	50
19	5	80
25	7	117
38	20	333

Fuente: RIDAA

Para calcular el diámetro del medidor requerido, se aplicará la tabla anterior en función de la demanda máxima de la instalación en m³/día, conforme a las tablas que la Superintendencia emitirá periódicamente.

Para tal efecto, los consumos máximos diarios en instalaciones domiciliarias de agua potable establecidos en la tabla 2.8, sólo tendrán valor referencial, pudiendo modificarse estas tablas mediante resoluciones de la Superintendencia. Sin perjuicio de lo anterior, el proyectista podrá justificar otros valores.

En instalaciones sin estanque será necesario calcular además, el gasto de diseño de la instalación en l/min. a base de los valores que figuran en Anexo N° 3 del RIDAA, y se determinará el diámetro del medidor de acuerdo con la tabla anterior.

En caso de discordancia con el diámetro fijado por el consumo máximo diario, se adoptará el mayor.

Excepcionalmente, con notificación previa al usuario, el prestador podrá modificar, a su costo, el diámetro del medidor, basándose en mediciones efectivas del consumo que registre el inmueble.

Cualquier discrepancia con relación a esta disposición, entre el prestador y el interesado, a solicitud de cualquiera de las partes, resolverá la Superintendencia.

2.2.2. Instalación de medidores y remarcadores

Los medidores y remarcadores deben ser instalados de acuerdo con lo estipulado en las Normas Chilenas.

Estos deben ser colocados en posición horizontal, salvo aquellos expresamente fabricados para ser colocados en otras posiciones. Los diámetros de las tuberías ubicadas antes y después del medidor deberán ser iguales a lo menos en una extensión de 5 diámetros, o de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Los medidores se instalarán junto a la línea oficial a la entrada del inmueble si es posible y en todo caso, en un lugar de fácil acceso y sin obstáculos para su lectura.

Los medidores deberán ir instalados con protección adecuada, contra daños producidos por golpes y factores climáticos propios de la zona.

2.2.3 Normas Chilenas

El diseño y construcción de las instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado, y los materiales, componentes, artefactos, equipos y sistemas utilizados en las instalaciones domiciliarias de los inmuebles, deberán cumplir con las Normas Chilenas Oficiales correspondientes. A falta de ellas, se aplicará la normativa o especificación técnica extranjera, o bien, las especificaciones técnicas que fije la Superintendencia de Servicios Sanitarios, en adelante “la Superintendencia”, por resolución fundada. Para estos efectos dicha Superintendencia mantendrá un listado actualizado de materiales y componentes que se puedan utilizar en instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado

Las normas encargadas de establecer los límites dentro del plano de las instalaciones sanitarias, en específico de la medición de caudales, son las detalladas a continuación:

- ✓ NCh 1729: Medidores para agua fría -Terminología y clasificación.

- ✓ NCh 1730: Medidores de agua fría, tipo velocímetro hasta 10 m³/h de caudal nominal. Especificaciones Técnicas.
- ✓ NCh 2485: Instalaciones domiciliarias de agua potable; Diseño, Cálculo y Requisitos de redes interiores.
- ✓ NCh 2763: Medidores para agua potable fría, tipo velocimétrico, para caudales nominales iguales o mayores a 15 m³/h - Especificaciones, ensayos y requisitos de instalación.
- ✓ NCh 2836: Agua potable - Sistemas de arranques – Especificaciones.
- ✓ NCh 3205: Medidores de caudal de aguas residuales – Requisitos.
- ✓ NCh 3274/1: Medición de agua en tuberías cerradas completamente.

2.3 Redes domiciliarias de agua potable

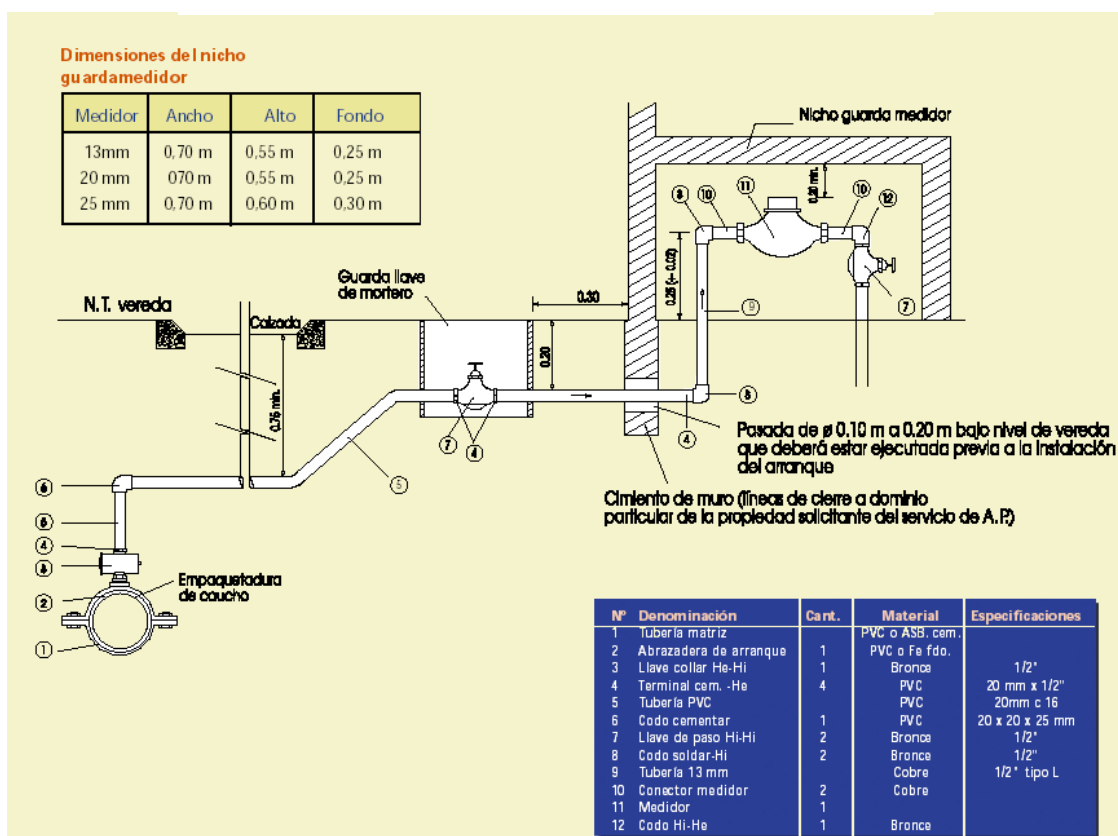
2.3.1 Generalidades

Una instalación domiciliaria de agua potable es un conjunto de conducciones e instalaciones diseñadas y construidas para abastecer de este líquido a una propiedad. Comprende el arranque domiciliario y la instalación interior de la red. (Goldsack, 2008).

El arranque domiciliario es el segmento de la instalación entre la matriz del servicio público y la llave de paso colocada después del medidor, incluyendo a esta. Luego de dicha llave, comienza lo que se denomina Instalación Interior. Se conoce como conexión, además, a la unión física entre la matriz con el arranque domiciliario.

Este arranque debe ser ejecutado por la empresa sanitaria, o por contratistas autorizados explícitamente a realizar dicha obra. La responsabilidad ante la conexión puede recaer exclusivamente en ingenieros civiles, arquitectos, ingenieros de ejecución en obras sanitarias, ingenieros constructores, constructores civiles y finalmente, empresas constructoras y especialistas SISS inscritos en el registro de la sanitaria en donde se ejecute el arranque.

Figura 2.1: Esquema de las partes constitutivas de un arranque domiciliario de agua potable



Fuente: Revista BIT, 2014.

2.3.2 Diseño y cálculo de redes domiciliarias

2.3.2.1 Generalidades

El diseño y cálculo de instalaciones domiciliarias de agua potable debe asegurar 2 puntos;

- ✓ Garantizar la conservación de la potabilidad del agua
- ✓ Garantizar un suministro adecuado a cualquier artefacto

Lo anterior, se debe llevar a realizar a las Normas Chilenas, instrucciones de la SISS y las prácticas empleadas en la ingeniería sanitaria (Ponce, 2008).

2.3.2.2 Cálculo de las Redes

Ricardo Ponce, profesor de la Universidad de Chile, propone a través de su manual de normas técnicas, los cálculos y condiciones básicas de las instalaciones deben cumplir con variadas especificaciones, que se detallan a continuación:

i. Diámetros

El diámetro mínimo de la tubería en la instalación domiciliaria será de 13 mm cuando sólo alimente un artefacto y de 19 mm, cuando surta a dos o más artefactos de uso simultáneo, salvo justificación técnica en contrario.

En los proyectos de envergadura, todos los diámetros deberán obtenerse mediante cálculo.

ii. Gastos máximos instalados y probables

El RIDAA, en sus anexos indica los gastos instalados por artefactos, que debe utilizarse para el cálculo de los diámetros de las tuberías. Se emplearán los mismos valores para instalaciones de agua fría como para aquellas de agua caliente.

La suma de los gastos instalados con agua fría determinará el gasto máximo instalado en l/min. Salvo consideraciones propias del proyecto, se podrá efectuar el cálculo de los caudales totales, sin incluir el consumo de agua caliente de calefón, calderas u otros.

El gasto máximo probable (QMP) en L/min., se calculará a partir del gasto instalado mediante la siguiente fórmula:

Ramales con grifería corriente:

$$\text{QMP} = 1.7391 * \text{QI}^{0.6891}$$

En que:

QI : Gasto instalado en L/min.

QMP : Gasto máximo probable en L/min.

Para ramales con válvulas automáticas se deberán cumplir con las especificaciones del fabricante.

El gasto máximo probable total de una instalación con ramales que cuenten simultáneamente con grifería corriente y válvulas automáticas, (instalaciones mixtas), está

dado por la suma de los gastos máximos probables independientes de ambos tipos de artefactos, salvo justificación del proyectista.

En todo caso, para el dimensionamiento de las instalaciones se podrá emplear un gasto de diseño diferente al gasto máximo probable. Su valor mínimo deberá ser debidamente justificado por el proyectista y su máximo corresponderá al gasto instalado, el que deberá ser aceptado en forma expresa por el prestador, todo lo cual quedará establecido en el plano del proyecto.

El cálculo de los diámetros, pérdidas de carga y presiones en cada punto, deberá resumirse en forma de cuadro ordenado según tramos de tuberías.

Se recomienda la utilización de un cuadro de cálculos similar al que se indica a continuación, al que el proyectista podrá hacer las variaciones que estime conveniente, de acuerdo con la complejidad del proyecto.

Tabla 2.5: Resumen de pérdida por tramo en una instalación domiciliaria.

TRAMO	LONGITUD (M)		DIÁMETRO (MM)	GASTO MÁXIMO (L/M)		VELOCIDAD (M/SEG)	PÉRDIDA DE CARGA			COTA (M)	PRESIÓN (M)	
	REAL	EQUIVALENTE		INSTALADO	PROBABLE		UNITARIA %	EN EL TRAMO M	ACUMULADO M		PIEZOMÉTRICA	TERRENO O ARTEFACTO

Fuente: RIDAA.

iii. Cálculos y condiciones del medidor:

- Pérdida de carga en el medidor

Para el cálculo de la pérdida de carga en el medidor podrá utilizarse la fórmula siguiente, para medidores de transmisión mecánica de diámetro igual o inferior a 38 mm.

$$K = 0,036 \frac{(QMP)^2}{C}$$

En que:

QMP: Gasto máximo probable en L/min.

C: Capacidad máxima del medidor en m³/día.

K: Pérdida de carga en m.

En todo caso, será obligación del proyectista justificar técnicamente el empleo de otra expresión o de valores específicos correspondientes a medidores de otras características distintas a los mecánicos. Para medidores de diámetros superiores a 38 mm deben utilizarse las tablas que entreguen los fabricantes.

2.4 Medidor de agua potable

Un medidor es un instrumento destinado a medir, memorizar y poner en el visor en forma continuada el volumen de agua que pasa a través del transductor de medición en condiciones de ser medido (Goldstack, 2008).

Los roles secundarios que prestan los medidores de agua se pueden resumir concisamente en los siguientes puntos:

- ✓ Vigilar el comportamiento del usuario al cual está asociado el instrumento
- ✓ Racionalizar el consumo del fluido
- ✓ Ser una herramienta que permite una buena administración del recurso
- ✓ Posibilita el reparto equitativo del agua

Bourgett y Ochoa, luego de observar estimaciones determinadas por estudios realizados por el instituto mexicano de tecnología del agua llegaron a la conclusión que, el análisis del deterioro en los medidores de agua potable en su país es un tema poco explorado, debido a que hasta hace poco la principal preocupación de las autoridades había sido la expansión del servicio por sobre la calidad del mismo, lo que trajo consigo severos problemas de pérdidas físicas, comerciales y de cobranza en los sistemas de distribución (2003). Situación similar se dio en Chile, para nuestra suerte ya se ha alcanzado hace algunos años, específicamente el año 2010, la cobertura del 100 % de la zona urbana del Gran Valparaíso (ESVAL, 2010).

Sin embargo, las pérdidas, en el caso de ESVAL y su filial AGUAS DEL VALLE, alcanzan el 39,90% del agua producida.

Las políticas de recambio existen, de hecho con una obligación para las empresas prestadoras del servicio tener una planificación de recambio de medidores y remarcadores dentro de su zona de concesión.

Dicho recambio o mantención es responsabilidad del prestador del servicio cuando el desperfecto que ocasiona la lectura insatisfactoria proviene de interrupciones por causas naturales (sismo, inundaciones, incendios, etc.), por término de la vida útil del instrumento o cuando la empresa lo estime conveniente para cumplir el nivel de calidad que obliga cumplir la superintendencia. Estas situaciones no van sujetas a costo para el cliente (SISS, 2009).

La SISS aclara además, que sólo en la eventualidad que el desperfecto sea atribuible al cliente, bajo cuya responsabilidad se encuentra su custodia, dicha reposición será de cargo de este mismo. No obstante, la autorización de su cobro a través de la boleta, debe ser previamente otorgada por el propio cliente. De no obtener la empresa dicha autorización, tiene la facultad de iniciar un proceso de cobranza judicial a través de una demanda que interpondrá ante un tribunal competente. Es improcedente que la concesionaria pretenda aplicar multa a quien se niegue a aceptar el cambio de medidor, pero si puede demandar de dicha negativa ante los Tribunales de Justicia competentes. La empresa no tiene facultades para aplicar multas por ese hecho.

Los eventuales errores de lectura que pueda especular un cliente sobre su medidor, son desincentivados por las consecuencias económicas de la evaluación en contra del cliente, más si entendemos al consumidor como una persona sin instrucción técnica del funcionamiento del contador por lo que ante la duda, prefieren abstenerse de realizar la verificación. En palabras de la SISS se explicará a continuación:

“Si el cliente duda respecto del buen funcionamiento del medidor, le asiste el derecho de exigir su revisión, no su cambio, la prueba mediante la cual se revisa el medidor se denomina verificación. La verificación de medidores sólo la puede realizar la empresa sanitaria cuando no existen empresas externas debidamente registradas. Cuando si existen, el cliente puede seleccionar alguna de las empresas externas registradas. Esta verificación consiste en instalar un medidor patrón (debidamente certificado) en serie con el existente, se hacen pasar por ambos, determinados volúmenes de agua que deben ser registrados simultáneamente a fin de constatar si se manifiesta diferencia en el registro de los metros cúbicos que éstos poseen. Si esta prueba demuestra que el medidor existente está en buenas condiciones (error $< + 5\%$ si se instaló antes del 01-01-08, $0 < + 4\%$ si se instaló con posterioridad a esa fecha) el cliente deberá cancelar el costo de la verificación. Si por el contrario, la prueba determina que el medidor se encuentra excedido del rango señalado, el costo de la verificación será de cargo de la empresa, además deberá re-facturar el período comprendido entre los 6 últimos meses anteriores al reclamo y el mes de cambio del medidor, lo cual es sin costo para el cliente.

De acuerdo a la normativa vigente, la prueba de verificación del estado de funcionamiento de un medidor, la empresa debe de realizarla en el domicilio del cliente. Un cliente no puede solicitar directamente a ningún organismo externo (ej. DICTUC) que verifique el funcionamiento del medidor, dado que dicho instrumento sólo puede ser manipulado por la empresa.

En caso que el inmueble cuente con fuente propia, se puede instalar un medidor en dicha fuente, el cobro de alcantarillado se realizará en base al consumo de dicho medidor de acuerdo a la ley.

El traslado de un medidor de agua potable debe ser solicitado a la empresa y posteriormente puede ser realizado por la empresa o por un instalador particular debidamente

autorizado y registrado en el listado nacional que lleva la empresa. En ambos casos, el costo que signifique dicho traslado, es de cargo del cliente.

Si un cliente interviene el medidor, debe asumir los costos de su reposición ya que la ley establece que el medidor está bajo su protección. Si las causas de la falla no son imputables al cliente (se rompe por congelamiento, se filtra, se detiene, se desprenden las agujas, etc), la empresa tiene la obligación de reponerlo sin costo.”

2.4.1 Clasificación de Medidores

Existen variadas clasificaciones de los medidores que difieren según cada autor y según la perspectiva con que a estos se les estudie. La más aceptada y denominador común dentro de las normativas internacionales es la impuesta por la ISO 4064, la cual categoriza los medidores según los caudales de funcionamiento para los que estos fueron diseñados y, al mismo tiempo, sentar límites sobre los parámetros que estos deben funcionar.

Tabla 2.6: Cuadro de clases de medidores

Clase	$Q_{\min.}$ y Q_t en función de Q_n
Clase A $Q_{\min.}$ Q_t	0,04 Q_n 0,10 Q_n
Clase B $Q_{\min.}$ Q_t	0,02 Q_n 0,08 Q_n
Clase C $Q_{\min.}$ Q_t	0,01 Q_n 0,015 Q_n
Clase D $Q_{\min.}$ Q_t	0,007 5 Q_n 0,011 5 Q_n

Fuente: Norma Chilena

Para la figura anterior, se tiene que:

Q mín: Caudal a partir del cual el medidor debe registrar los consumos dentro de un rango de error establecido de $\pm 5\%$.

Qt: Caudal que define la división de campo de medición entre el campo inferior y superior de medición, siendo los errores máximos tolerados de $\pm 5\%$ para el primero y $\pm 2\%$ para el segundo

Qn: Caudal al cual el medidor debe funcionar en forma permanente y satisfactoria bajo condiciones normales de uso, tanto en condiciones de flujo uniforme como intermitente.

2.4.2 Errores

Existe una premisa de fabricación y funcionamiento la cual es que no existe un medidor ideal con 0% de error en todo su rango metrológico de funcionamiento.

En condiciones reales de funcionamiento, los sistemas de medición no se comportan como idealmente se espera. La clave es, entonces, preverse a este comportamiento, haciendo de la elección un proceso integral de las condiciones a las que se va a ver afectado el instrumento, para así disminuir lo más posible el error que se pueda generar.

En un estudio de la calidad de medición en el parque de medidores de agua que medía el consumo de la población a cargo del gobierno de Aragón, en España, detectó entre los errores que influyen al error de medida, a 2 clasificaciones o tipos de, por una parte, los que causan errores sistemáticos y, por otra, los que originan errores aleatorios. Los primeros se originan cuando ocurren siempre en el mismo sentido y son de una magnitud más o menos constante. Por ejemplo, el desplazamiento de la curva de error en un medidor debido a la sedimentación de sales en el interior del cuerpo del instrumento siempre provoca que en el registro del consumo de un determinado caudal se produzca, aproximadamente, el mismo error. Otro ejemplo de este tipo de errores son la mala calibración de un instrumento o un sensor en mal estado. Por otra parte, están los errores aleatorios que son los que se presentan por condiciones imprevistas, como la mala lectura por parte del personal de la empresa sanitaria, por ejemplo.

2.4.3 Tolerancias de Errores

Actualmente las NCh admiten un error máximo admisible, positivo o negativo, de los volúmenes registrados que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2.7: Error aceptado por normativas chilenas.

Campo inferior	Campo superior
$\pm 5\%$	$\pm 2\%$

Fuente: Norma chilena.

2.4.4 Factores que influyen en los errores de lectura

Actualmente el mercado y las empresas ofrecen gran cantidad de tipos de medidores de los cuales podemos elegir según las características que más nos satisfagan.

Luis García Gutiérrez, jefe del laboratorio de agua del centro español de metrología, en el año 2009, nos reveló la importancia de la selección eficaz de un medidor de caudal, el cual exige un conocimiento práctico de la tecnología del medidor, además de un profundo conocimiento del proceso y del fluido que se quiere medir. Además, precisó que cuando la medida se utiliza para facturar un consumo, deberá ser lo más precisa posible, teniendo en cuenta el valor económico del fluido que pasa a través del medidor.

La búsqueda y selección del medidor no debe tomarse como un mero trámite dentro del proceso de dotar de agua potable a una obra, como lo es actualmente en Chile. La dificultad de esta decisión se encuentra en elegir un instrumento que combine una buena precisión en un buen rango de medidas, que no requiera mucho mantenimiento y que sea fácil de instalar.

Las precisiones que lo equipos puedan prestarnos en funcionamiento, no sólo dependen de la eficacia del instrumento. Existen variados factores que inciden de una u otra manera en la calidad de medición que el equipo nos pueda ofrecer, desde el momento de la selección, instalación y durante el paso del tiempo.

2.4.4.1 Instalación

Una instalación incorrecta o fuera de los estándares exigidos, incrementan la fricción de las partes móviles. El efecto es evidente en caudales bajos como lo documentó Arregui et al. en el año 2005. Realizaron pruebas y documentaron el comportamiento del error en caudales efectivos de 22,5 l/hr, en medidores de agua clase B y C de chorro único. Cabe

señalar, que la prueba se trató de medir el consumo efectivo en 35 medidores en dos situaciones, la primera en condiciones normales de instalación horizontal, y luego se giró en 45° el cuerpo del medidor.

Los dos resultaron quedan en manifiesto en la siguiente tabla:

Tabla 2.8: Influencia de la posición de instalación en medidores.

	Model 1 Class C	Model 2 Class B	Model 3 Class B	Model 4 Class C	Model 5 Class C
Horizontal mounting	1.5%	-0.6%	-5.7%	0.3%	0.2%
45° Mounting	-2.9%	-10.1%	-37.9%	-2.6%	-4.5%
Error Difference	4.4%	9.5%	32.2%	-2.9%	4.7%

Fuente: Key Factors Affecting Water Meter Accuracy, Arregui et al., 2005.

Claramente, la posición de instalación es un factor significativo. Podemos observar que la medición puede variar hasta en un 37,9% en lectura negativa, o sea, en lectura que deja de percibir respecto a la real. Ante esta situación, Arregui añade que si la situación de incorrecta posición de montaje respecto a la recomendada por el fabricante perdura en el tiempo, el daño además de propiciar un resultado económico desfavorable, puede afectar al instrumento en sí lo que puede aumentar considerablemente el error antes mostrado, ya que las partes constitutivas del medidor no están trabajando apropiadamente. Finalmente, concluye que el error se puede establecer una lectura no registrada por este factor varía entre un 1% y un 4%.

Lajos Hovány, profesor de la facultad de ingeniería civil de la Universidad de Serbia, concluyó resultados similares al realizar pruebas de instalación de medidores de agua potable en 45° y 90°, girados en sentido lateral y frontal, alcanzando valores máximos de error que rondaban el 30% en el caso de los medidores girados en 45°.

2.4.5.2 Edad y Volumen Acumulado

Como la gran mayoría de las cosas, el paso del tiempo no es indiferente en la calidad de medición prestada por los instrumentos que nos brindan el servicio. El constante desgaste de las partes hace necesario la evaluación de su recambio. El efecto producido por este tipo de deterioro es habitualmente notorio en la medición ante caudales bajos. Esto se debe a que los caudales pequeños, generan un empuje de las piezas menor a la fuerza necesaria para poder moverlas, ya que estas ya se encuentran en un estado de deterioro y han perdido la sensibilidad de reacción ante este escenario.

En este contexto, de todas formas entran otros factores como el patrón de consumo, que traducirá el incremento

2.5 Estadística utilizada

La población total de una ciudad de gran tamaño, como lo es Viña del Mar es considerada de gran tamaño. Si a esta característica le sumamos una distribución espacial de su población en un área de 121,6 km², hace que la tarea de realizar un estudio completo de la realidad de esta en cualquier ámbito, con recursos y tiempo limitado, sea un casi un disparate. Es por esto que la presente investigación se utilizó las herramientas de la estadística para llevar a cabo una selección eficaz y representativa de la población estudiada con el fin de obtener una muestra correctamente dimensionada.

La información sobre las características que tiene una población son determinantes para las decisiones inmediatas y futuras que se puedan tener sobre la misma. Esta información se puede obtener de varias formas y en distinta escala, siendo la más precisa el censo, en donde se evalúa la totalidad de la población. Sin embargo, como ya lo adelantábamos, en la mayoría de los casos no es posible o conveniente realizarlo de esta manera, es por esto que la evaluación se hace en una parte representativa de la totalidad, utilizando la ciencia de la estadística para obtener resultados que se espera que tenga validez. Así se acepta implícitamente esta suposición, aunque siempre se corre el riesgo de que tal suposición no sea totalmente cierta. El objetivo sustantivo de las técnicas de muestreo es darle objetividad a ese riesgo (Arana, 2003).

2.5.1 Medición

La medición es una tarea en la que la estadística no interviene directamente pero influye de manera importante en el éxito del análisis estadístico de los datos. Para hacer una medición debe tenerse presente y aplicar las técnicas adecuadas que nos entrega esta ciencia.

Las técnicas de medición pueden variar enormemente y es posible que en algunas de ellas lleguen a tener una gran complejidad para su realización. La instrumentación, selección y validez de algunas de las técnicas de medición son motivo de estudio de otras disciplinas. Sin embargo, la comparación entre técnicas de medición puede ser motivo de los métodos estadísticos.

2.5.2 Población y Muestra

Una población está determinada por características definitorias. Por lo tanto, el conjunto de elementos que posea esta característica se denomina población o universo. Población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de población poseen una característica común, la que se estudia y da origen a los datos de investigación (Tamayo y Tamayo (1997).

En general, los métodos estadísticos son aplicables a un conjunto de valores pertenecientes a un conjunto de datos. Adecuadamente, se le puede denominar población al conjunto de objetos como al conjunto de valores (Aranda, 2003). La segunda denominación es una función de la primera, y aunque con frecuencia no se distinguen explícitamente, el contexto en que se usa el término población deja clara la referencia.

Figura 2.2: Esquema que ejemplifica la Población Vs Muestra



Fuente: www.universoformulas.com

2.5.3 Muestreo

En ocasiones que no es posible o conveniente realizar un censo (analizar todos los elementos de una población), se selecciona una muestra, entendiéndose como tal una parte representativa de la población. Las técnicas de muestreo tienen un fundamento teórico en la estadística y dentro de esta, en la probabilidad. Es utilizada entonces, como un elemento de investigación científica, cuya función básica es determinar que parte de una población debe investigarse, con la finalidad de obtener deducciones sobre dicha población. Tamayo y Tamayo (1997) definen la muestra como “El grupo de individuos que se toma de una población para estudiar un fenómeno estadístico”.

La muestra debe lograr una representación adecuada de la población, en la que se reproduzca de la mejor manera posible los rasgos o atributos esenciales de dicha población que además son importantes para la investigación. Para que la muestra sea representativa, y por lo tanto útil, debe reflejar las diferencias y similitudes encontradas en la población, es decir ejemplificar las características de esta.

Los errores más comunes que se puede cometer en este proceso son:

1. Hacer conclusiones muy generales a partir de la observación de sólo una parte de la población. Esto se denomina error de muestreo.
2. Hacer conclusiones hacia una población mucho más grande de la que la originalmente se tomó en la muestra. Esto se denomina error de inferencia.

La estadística usa la palabra “población” para referirse no sólo a personas sino a todos los elementos que han sido escogidos para su estudio y el término “muestra” se usa para describir una porción escogida de la población.

2.5.3.1 Tipos de Muestreo

Existen diferentes criterios de clasificación de los diferentes tipos de muestreo, aunque en general pueden dividirse en dos grandes grupos:

- ✓ Métodos de Muestreo Probabilísticos
- ✓ Métodos de Muestro No Probabilísticos

i. Métodos de Muestreo Probabilístico

Este tipo de muestreo probabilístico son aquellos que se basan en el principio de la equi-probabilidad. Es decir, aquellos que todos los individuos tiene la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de una muestra y, consiguientemente, todas las muestras de tamaño n tienen la misma representatividad de la muestra de ser seleccionadas. Sólo estos métodos de muestreo probabilísticos nos aseguran representatividad de la muestra obtenida y son, por lo tanto, los más recomendables. Dentro de esta clasificación encontramos los siguientes tipos:

- ✓ Aleatorio Simple
- ✓ Aleatorio Sistemático
- ✓ Aleatorio Estratificado
- ✓ Aleatorio por conglomerados.

Se desarrollará el método escogido que se ajusta de mejor forma a las necesidades del estudio

a. Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE)

Se denomina así al diseño que habiendo decidido que el tamaño de la muestra será n unidades de muestreo, se le asigna a la población una división que permite analizar a toda la población en subgrupos o estratos. Luego, aleatoriamente se selecciona a las personas, sujetos o clientes a estudiar en forma proporcional. Cualquiera de las muestras distintas que podemos obtener de la población tendrá la misma probabilidad de ser elegidos.

Considerando un muestreo aleatorio estratificado sin reposición se obtiene la muestra unidad a unidad de forma aleatoria sin reposición de la población de las unidades previamente seleccionadas, teniendo presente además, que el orden de colocación de los elementos en las muestras no interviene, es decir, muestras con los mismos elementos en orden distinto se consideran iguales. De esta forma las muestras con elementos repetidos son imposibles. Por otra parte, bajo el muestreo aleatorio estratificado con reposición, las unidades seleccionadas son devueltas de nuevo a la población.

ii. Métodos de Muestreo No Probabilístico

Por distintas razones, como las económicas, en ocasiones el muestreo probabilístico resulta muy costoso, por lo que se recurre a métodos no probabilísticos, aun siendo conscientes de que no sirven para realizar generalizaciones, pues no tienen la certeza de que la muestra extraída sea representativa, ya que no todos los sujetos del universo tiene la misma probabilidad de ser elegidos. En general, se seleccionan a los sujetos siguiendo determinados criterios procurando, en la medida de lo posible, que la muestra sea representativa.

CAPÍTULO 3: VARIABLES DE ESTUDIO

CAPITULO 3: Variables de Estudio

En el presente capítulo se profundiza en la manera que se enfrentan las variables que se usarán en la realización de la investigación a través de los estudios que establecerán la base para definir las falencias a identificar en el actual parque de medidores.

3.1 Definición operacional de las variables

Uno de los objetivos principales del presente estudio es diagnosticar las características y fenómenos que se encuentra en la actualidad en el parque de medidores de agua potable. Ello supone identificar, seleccionar y medir un conjunto de variables que ayuden a la comprensión de las potenciales pérdidas que se generan por las particularidades encontradas.

Estas variables quedan definidas a través de lo dictado como conclusión de una serie de estudios que establecen la influencia en la lectura de una serie de condiciones a las que se ven expuestos los medidores por su instalación, uso y mal uso.

Los estudios que servirán de base serán los nombrados a continuación:

- “How to Measure and Reduce the Water Meter Park Inefficiency?”

Autor: E. Ferréol.

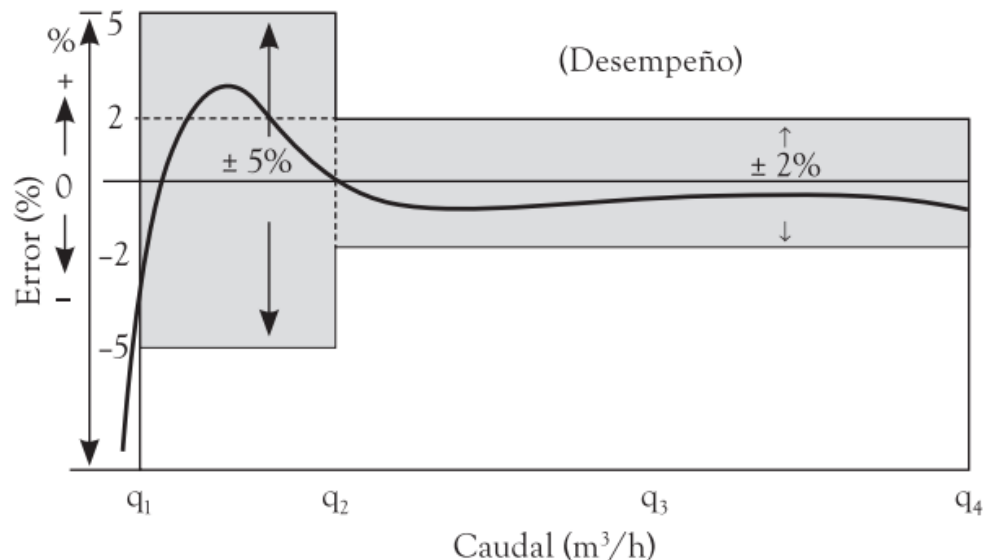
Año de Publicación: 2005

Conclusiones a utilizar:

- ✓ Evolución en el tiempo de la eficiencia de los medidores.

Como ya lo hemos explicitado en algunos párrafos anteriores, el volumen indicado por el medidor corresponde a un valor real sujeto a errores. Los porcentajes de estos errores corresponden por los parámetros de fabricación de los productores debido a convención internacional a un 5% app en el rango inferior y un 2% por el rango superior con que se fabrican los instrumento (ISO 4064), limitados por los costos que significa la elaboración de estos instrumentos. Los rangos de comportamientos de los errores presentes en los medidores se pueden apreciar en la figura a continuación, donde se ve claramente, que en los caudales menores, es tolerado un error mayor debido a que el accionamiento mecánico de las piezas en caudales excesivamente bajos sobrepase el límite de lo legal y, al contrario, en caudales mayores, se tolera un error menor, al generarse una mayor fuerza mecánica por el caudal que mueve las aspas accionantes del sistema mecánico del MAP.

Figura 4: Curva característica de funcionamiento de un MAP.



Fuente: Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial. Manco et al, 2012.

Debido a las variables que intervienen en el funcionamiento del medidor, se establecen que las condiciones de operación generan un error intrínseco en el medidor, y por lo tanto, estas deben estar dentro del error permisible.

Ferreol, sostiene a través de su investigación, que pasado los 6 primeros años de puesto en servicio el medidor, este ya alcanza un 5 % de error en su lectura, dado el comportamiento de las partes mecánicas que hacen el trabajo de lectura en equipo y la deficiencia que se genera por el constante trabajo realizado como del depósito de sólidos como sales, etc. La pérdida de eficiencia en la medición detectada por Ferréol se puede visualizar de manera directa en la figura detallada más adelante.

Figura 5: Evolución en el tiempo de la eficiencia del parque de medidores de agua.

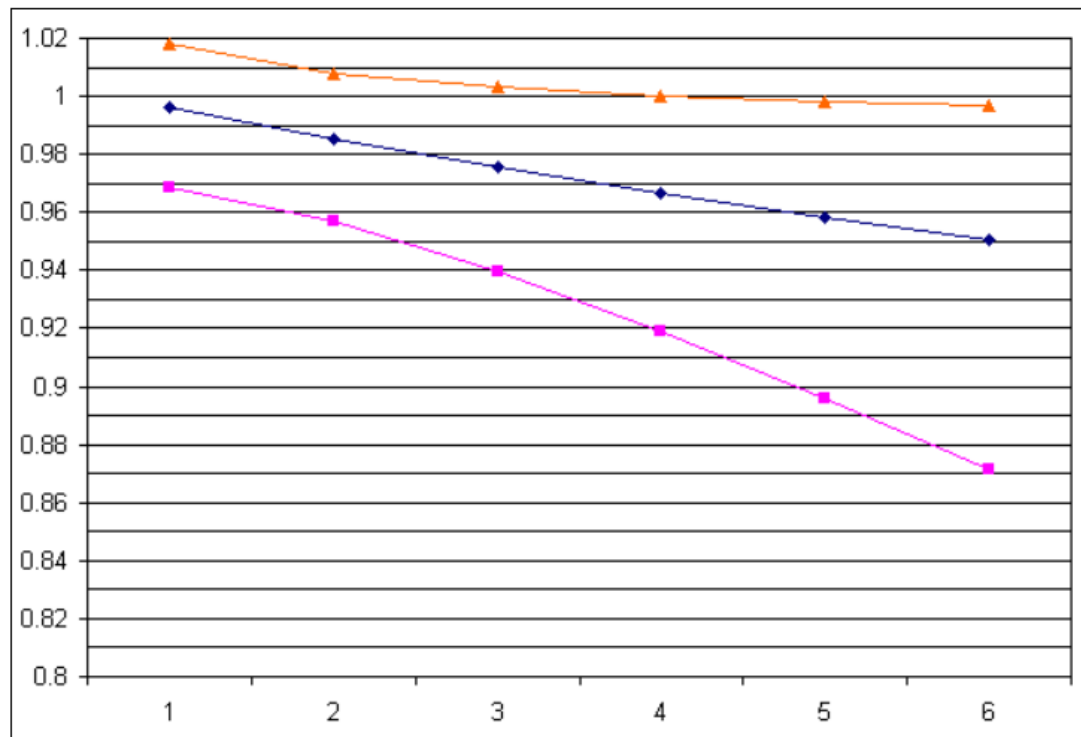


Figure 1.2 Evolution in time of the water meters' park efficiency

Fuente: How to Measure and Reduce the Water Meter Park Inefficiency?, Ferréol et al, 2005.

- **“Key Factors Affecting Water Meter Accuracy”**

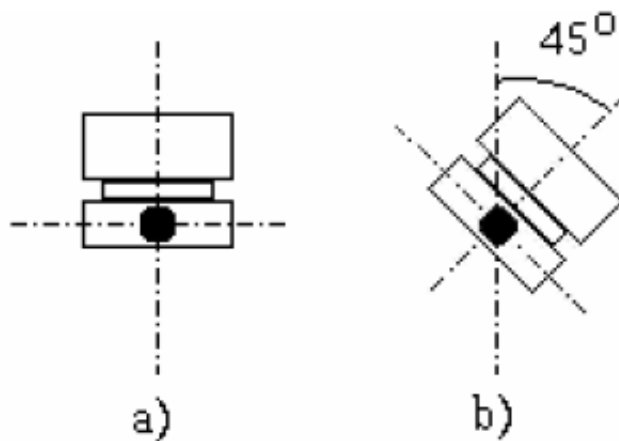
**Autores: Francisco Arregui, Enrique Cabrera Jr.,
Ricardo Cobacho, Jorge García-Serra.
Año de publicación: 2005**

Conclusiones a utilizar:

- ✓ Posición de montaje

A través de ensayos de medición controlada del caudal que pasaba a través de un medidor y variando la posición de montaje, los autores determinaron los porcentajes de error que presentaban las diferentes clases de instrumentos. Este sucedía porque la inclinación aumenta la fricción de las partes móviles del aparato lo que afecta a la metrología general del medidor, con consecuencias en el registro y en el caudal de inicio que detecta el medidor producido por el agua que pasa por el mismo. Además, este efecto tiene otra importante consideración, la cual es que progresivamente, se puede disminuir la vida útil del aparato, esto ya que las partes no trabajan apropiadamente o en la posición para las cuales estas fueron pensadas.

Figura 3.1: Posición correcta (a) y posición estudiada por Arregui et al (b).



Fuente: Arregui et al., 2005.

Tabla 3.3: Pérdidas generadas por la posición de montaje en 45°.

	Model 1 Class C	Model 2 Class B	Model 3 Class B	Model 4 Class C	Model 5 Class C
Horizontal mounting	1.5%	-0.6%	-5.7%	0.3%	0.2%
45° Mounting	-2.9%	-10.1%	-37.9%	-2.6%	-4.5%
Error Difference	4.4%	9.5%	32.2%	-2.9%	4.7%

Fuente: Arregui et al., 2005.

El estudio finalmente determinó que la influencia y la magnitud del agua consumida y no medida por este factor en consumidores pertenecientes a instalaciones domiciliarias pueden variar entre un 1% y un 4%.

- **“Understanding non-registration in domestic water meters”**

Autores: Pierre Mukheibir, Rodney Stewart, Damien Giurco, Kelvin O’Halloran
Año de publicación: 2012

Conclusiones a utilizar:

- ✓ Influencia del volumen total medido en el consumo no medido.

A través del montaje en serie y posterior comparación de resultados, se estudió la influencia que tenía la cantidad medida de agua potable total en el error de lectura que se generaba en la medición total. Se fue comparando a través del medidor patrón, la diferencia medida generada cada 500 m³ de agua que se hizo pasar por un sistema cerrado de prueba. Este ensayo trató de establecer un resultado más acotado del efecto que trae consigo en uso en las partes móviles y componentes mecánicos en los medidores. De aquella experiencia se obtuvo la tabla de resultados siguiente:

Tabla 3.4: Porcentaje de agua no contabilizada a través del rango total de volumen registrado.

Table 5. Percentage of non-registration associated with each range of total registered volume.							
Meter registration (kL)	0-500	501-1000	1001-1500	1501-2000	2001-2500	2501-3000	3000+
Under/over-registered % (results from meter testing)	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	-0.2%	-0.4%	-0.4%
Non-registered % (extrapolated from Tables 1 & 2)	-1.0%	-1.4%	-1.8%	-2.3%	-2.7%	-3.1%	-3.5%
Unregistered % (Combined)	-0.9%	-1.3%	-1.7%	-2.3%	-2.9%	-3.5%	-3.9%

Fuente: Mukheibir et al.,

CAPÍTULO 4: MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO 4: Marco Metodológico

4.1 Diseño de la investigación

Las particulares que identifican a la presente tesis la hacen catalogarse en básicamente estas áreas de clasificación: Exploratorio, Descriptivo y de carácter cuantitativo.

A través de la aplicación del estudio que se llevará a cabo mediante la aplicación en terreno de la revisión caso por caso y evaluación a través de una planilla que reunirá la información relevante, se pretenderá sentar las bases para la descripción y posterior análisis.

El periodo de tiempo corresponderá al mes de octubre y primera semana de noviembre del presente año en una muestra representativa de clientes de la empresa sanitaria de la ciudad de Viña del Mar.

4.2 Universo de estudio

La presente tesis considera como universo de estudio a los clientes de agua potable que pertenecen a la ciudad de Viña del Mar de la empresa sanitaria que tiene la concesión en el área; ESVAL. Según el informe de gestión sanitario de la Superintendencia de Servicios Sanitarios correspondiente al año 2008, los clientes que corresponden a la ciudad estudiada alcanzan la cifra de 106.088.

La ciudad será estudiada por sectores, delimitados por la misma municipalidad, el detalle de estos se observa en la siguiente tabla:

Tabla 4.1: Barrios de Viña del Mar donde se realizó el estudio

Barrio	Ubicación Geográfica	Comentarios
Centro	Entre el Estero Marga-Marga y el Par Vial Viana-Alvares	Es el barrio más importante de la ciudad, y el más antiguo, ya que en este sector, el fundador de la ciudad, don José Francisco Vergara, hizo el trazado que dio origen a la ciudad
Pob. Vergara	Entre Avenida 15 Norte y el Estero Marga-Marga	Es un sector residencial y comercial. Tiene mucha población (de clase media alta y alta) y los edificios más altos de toda la región

Reñaca	Al norte de la ciudad	Barrio turístico–residencial, uno de los más exclusivos dentro del Gran Valparaíso y Chile.
Achupallas	Entre Miraflores Alto, Gómez Carreño y Mirador de Reñaca	Residencias de clase media y media-baja,
Villa Dulce	Sector oriente de la ciudad	Se caracteriza por su pasado estrictamente relacionado con los trabajadores de la Refinería de Azúcar Crav
Chorrillos	Entre Forestal, el Centro y El Salto.	Barrio residencial, de clase media-alta en su parte baja, donde aún se mantienen antiguas y hermosas mansiones que reflejan el pasado lujoso y acomodado de este sector. La parte alta de Chorrillos es un sector de clase media-baja. Chorrillos se ha modernizado notablemente con la construcción del Metro Valparaíso y el nuevo par vial Viana-Álvarez.
Viña del Mar Alto	Entre subida Agua Santa y la Quinta Vergara	Barrio dormitorio y residencial de las clases media y alta
Recreo	En la meseta que limita con Valparaíso y la zona metropolitana	Uno de los Barrios más poblados de la ciudad. Barrio dormitorio y residencial de la clase media alta
Gómez Carreño	Entre Reñaca Bajo, Santa Inés, Achupallas y Glorias Navales	Es un barrio de clase media y media-baja. Se compone en una buena parte de poblaciones de funcionarios municipales, y de funcionarios de la Armada.
Santa Inés	Entre Gómez Carreño, el Plan, y la Costa.	Es un barrio de clase media y media-alta, netamente residencial. Es uno de los asentamientos más antiguos de la comuna.
Glorias Navales	Población ubicado al noreste de la ciudad de viña del mar, cerca del límite con la ciudad de concón	La población nace el 08 de febrero de 1971 como un campamento de iniciativa de pobladores venidos de los sectores de achupallas, Santa Inés y forestal
Miraflores	Al este de Viña del Mar, frente del Estero Marga-Marga, entre Viña Oriente, Miraflores Alto y el Plan	El Barrio residencial de clase alta de Viña del Mar en la zona cercana al estero y de clase media y media baja, en la parte alta

El Olivar	Ubicado en la zona oriente de la ciudad en el sector, en el límite con Quilpué	Se encuentra en un sector netamente residencial de Viña del Mar, teniendo como vecinos a Jardín Botánico Nacional de Viña del Mar, Villa Dulce, Condominio Milled, Condominio Jardín Botánico y Villa Hermosa.
Forestal Alto	Entre Chorrillos, Agua Santa y el centro	Barrio residencial, de clase media-baja, en donde se encuentran las poblaciones Las Torres, Puerto Aysén, Tranque Sur, Nieto, entre otras.
Nueva Aurora	Sector sur de la ciudad	Barrio residencial de clase media-baja, eminentemente de trabajadores

Fuente: Ilustre municipalidad de Viña del Mar, año 2002.

4.3 Unidades de Análisis

Estas unidades estuvieron compuestas por los clientes correspondientes domiciliarios de ESVAL, repartidos en la ciudad analizada y que no tuviesen medidores de agua potable superior a 25 mm.

4.4 Muestra del Estudio

4.4.1 Selección de la muestra

Tras un análisis de las posibilidades disponibles en los muestreos probabilísticos (Aleatorio simple, Aleatorio sistemático, Aleatorio estratificado y Aleatorio por conglomerados) se decidió utilizar un muestreo aleatorio estratificado sin reemplazo (MAE), ya que se pretende evaluar las características específicas en las instalaciones en distintos segmentos de la población, como lo son los barrios.

Además, se destaca que la muestra general será escogida a través del número total de viviendas de la ciudad y en cada barrio se estudiarán un número de casas que corresponde al porcentaje proporcional de la muestra total que aporta cada sector al universo de casas en la localidad.

Según el plan regulador de la municipalidad de Viña del Mar, este porcentaje queda representado por los valores:

Tabla 4.2: Participación de población y vivienda en la comuna.

COD SECTOR	NOM SECTOR	POBL_02	PART %	VIV_02	PART %
01	CENTRO	5.267	1,8%	2.861	2,9%
02	CASINO	6.825	2,4%	4.270	4,3%
03	POB VERGARA NORTE	6.775	2,4%	3.423	3,4%
04	RENACA	16.076	5,6%	8.750	8,8%
05	ACHUPALLAS	24.431	8,5%	7.046	7,1%
06	VILLA DULCE	11.229	3,9%	3.681	3,7%
07	CHORRILLOS	17.157	6,0%	5.762	5,8%
08	POB VERGARA SUR	6.828	2,4%	2.772	2,8%
09	CENTRO ORIENTE	3.173	1,1%	1.059	1,1%
10	VIÑA DEL MAR ALTO	11.062	3,9%	4.192	4,2%
11	RECREO	16.747	5,8%	6.081	6,1%
12	GOMEZ CARREÑO	9.399	3,3%	2.805	2,8%
13	SANTA INES	12.221	4,3%	3.806	3,8%
14	GLORIAS NAVALES	17.212	6,0%	5.133	5,2%
15	MIRAFLORES	20.440	7,1%	6.730	6,8%
16	EL OLIVAR	21.629	7,5%	6.574	6,6%
17	RENACA ALTO	33.442	11,7%	10.282	10,3%
18	QUINTA VERGARA	16.051	5,6%	4.942	5,0%
19	FORESTAL ALTO	10.178	3,5%	2.819	2,8%
20	NUEVA AURORA	11.011	3,8%	3.519	3,5%
21	RECREO ALTO	9.778	3,4%	3.112	3,1%
TOTAL COMUNA		286.931	100%	99.619	100%

Fuente: Ilustre Municipalidad de Viña del Mar, año 2002.

4.4.2 Condiciones de muestreo

Existen algunas características que deben cumplir nuestro estudio para así tener una validez desde la perspectiva técnica y estadística. Básicamente se trata de que la muestra que se quiere conseguir, y que por tanto, sus resultados sean representativos al universo, cumplan los siguientes requisitos:

- ✓ Debe ser una muestra aleatoria
- ✓ Debe ser de un tamaño mínimo apropiado
- ✓ Ser una muestra representativa de la población

El primer punto se obtiene cuando todas las casas u clientes de la población tienen la misma probabilidad de ser parte en la muestra.

El tamaño mínimo apropiado cuando las inferencias se pueden hacer en base a esta, tiene un error de estimación acotado, el cual es, generalmente alrededor del 5 %.

Una muestra representativa de una población es cuando las características más importantes de una población están presentes en la misma proporción o promedio de la muestra.

4.4.3 Tamaño de la muestra

Se utilizará la siguiente fórmula para calcular el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{Z^2 * N * P * Q}{(N * e^2) + (Z^2 * P * Q)}$$

Donde:

Z = 1.96 (valor asociado al error en la tabla de distribución normal)

N = 106.088 (cantidad de hogares de Viña del Mar, SISS 2013)

E = 0.05 (error absoluto o error de muestreo)

P = Q = (valor asociado a la varianza máxima del atributo medido)¹

Reemplazando con los valores, quedaría de la siguiente forma:

$$n = \frac{1,96^2 * 106.088 * 0,5 * 0,5}{(106.088 * 0,05^2) + (1,96^2 * 0,5 * 0,5)}$$

$$n = 383 \text{ clientes a estudiar}$$

¹ El cálculo de la muestra requiere contar con el valor de la varianza del atributo medido, o en su efecto, trabajar con el valor de la varianza máxima asignada a éste. En este caso se tomó como opción la varianza máxima.

Tabla 4.3: Tabla de distribución de muestras según sectores de Viña del Mar.

Sector	Población	Participación	Viviendas	Participación	Encuestas a realizar
Centro	5.267	1,84%	2.861	2,87%	11
Casino	6.825	2,38%	4.270	4,29%	16
Pob Vergara Norte	6.775	2,36%	3.423	3,44%	13
Reñaca	16.076	5,60%	8.750	8,78%	34
Achupallas	24.431	8,51%	7.046	7,07%	27
Villa Dulce	11.229	3,91%	3.681	3,70%	14
Chorrillos	17.157	5,98%	5.762	5,78%	22
Pob Vergara Sur	6.828	2,38%	2.772	2,78%	11
Centro oriente	3.173	1,11%	1.059	1,06%	4
Viña del Mar Alto	11.062	3,86%	4.192	4,21%	16
Recreo	16.747	5,84%	6.081	6,10%	23
Gómez Carreño	9.399	3,28%	2.805	2,82%	11
Santa Inés	12.221	4,26%	3.806	3,82%	15
Glorias Navales	17.212	6,00%	5.133	5,15%	20
Miraflores	20.440	7,12%	6.730	6,76%	26
El Olivar	21.629	7,54%	6.574	6,60%	25
Reñaca Alto	33.442	11,66%	10.282	10,32%	40
Quinta Vergara	16.051	5,59%	4.942	4,96%	19
Forestal Alto	10.178	3,55%	2.819	2,83%	11
Nueva Aurora	11.011	3,84%	3.519	3,53%	14
Recreo Alto	9.778	3,41%	3.112	3,12%	12
	286.931	100,00%	99.619	100,00%	383

Fuente: Ilustre Municipalidad de Viña del Mar, 2010.

4.4.4 Trabajo de Campo

La recolección de la información fue realizada entre los meses de Octubre y noviembre del año 2014. Se alternó la visita de los barrios a según su cercanía para hacer más óptimo el proceso.

La revisión de las condiciones de los medidores de agua en cada cliente de ESVAL fue hecha a través de una visita a individuos escogidos aleatoriamente dentro de la zona estudiada incluidas en el estudio.

El levantamiento de la información fue realizado entre las 10:00 am y las 17:00, instancia en la cual tras una breve explicación del aspecto general del motivo de la visita, se procedió a la verificación de los puntos establecidos en la ficha de revisión creada especialmente para el fin, en la cual se encuentra individualizados cada uno de los aspectos a estudiar. En la misma ficha, adjuntada a continuación, se encuentra una zona para el registro de la información paralela del cliente, que se obtenga desde la misma sanitaria.

FECHA: _____

INFORME TÉCNICO DE EVALUACIÓN EN TERRENO DE INSTALACIÓN DE MAP

ANTECEDENTES DEL CLIENTE	
SECTOR	
POBLACIÓN	
DIRECCIÓN	
COMUNA	VIÑA DEL MAR
NÚMERO DE CLIENTE	

ANTECEDENTES GENERALES DEL MEDIDOR INSTALADO			
NÚMERO			
LECTURA			
DIÁMETRO			
MARCA / MODELO			
TIPO DE MEDIDOR			
DIÁMETRO ARRANQUE			

CONDICIONES GENERALES DEL MEDIDOR INSTALADO			
	SI	NO	OBSERVACIONES
Medidor se encuentra a más de 1 mt de la línea de cierre			
Lugar y condiciones de la instalación facilita lectura por parte del personal de la sanitaria			
Medidor presenta problemas en el visor, ni obstáculos que dificulten su lectura			
Cuenta con nicho de protección en buenas condiciones y dimensionado para su diámetro			
La instalación cuenta con filtraciones a simple vista			
Medidor presenta inclinación en su instalación			

Artefactos	Cantidad	Datos obtenidos en ESVAL	
Inodoro Corriente		Año de instalación	
Baño Lluvia		Diámetro MAP	
Baño Tina		Marca	
Lavatorio		Diámetro de arranque	
Bidet			
Urinario Corriente			
Lavaplatos			
Lavadero de ropa			
Lavadora*			
Llave de Riego 13mm			
Llave de Riego 19mm			

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

CAPÍTULO 5: Resultados

Se ha realizado el 100% de las visitas en terreno, con un total de 386 medidores revisados en los distintos barrios de la ciudad.

Se ha marcado una clara tendencia en algunos factores a analizar. Recordemos que los parámetros a identificar en terreno corresponden a:

- ✓ Cantidad de m³ leídos
- ✓ Inclinação del medidor de agua potable

Esto, además de otras observaciones, como la existencia y estado del nicho de protección, la correspondencia en la instalación general al estándar actual, facilidad de lectura para el personal de la sanitaria, etc.

Asimismo, en una colaboración de la información de ESVAL, se corrobora el año de instalación de los medidores, recabando en el centro de datos privado de la sanitaria (4J) en donde a través de la dirección de la vivienda, se obtienen los datos de ése arranque y MAP.

En las siguientes páginas, se mostrarán las tablas que corresponde a la recopilación de datos obtenidos en las visitas y análisis visual de los medidores de agua potable realizados.

Cada tabla viene individualizada con el sector al que representa además de los resultados de las características analizadas.

Tabla 5.20: Resultados sector Centro Poniente

CENTRO PONIENTE					Presenta Inclinação?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m ³)	Si	No	
1	Calle Balmaceda # 470	19 mm	Mecánico, Clase B	2891		x	1986
2	Calle Balmaceda #381	13 mm	Mecánico, Clase B	1972	x		1993
3	Calle Balmaceda # 335	13 mm	Mecánico, Clase B	2977	x		1999
4	Libertad #465	13 mm	Mecánico, Clase B	1896		x	2001
5	Calle Britania #224	13 mm	Mecánico, Clase B	1775	x		1995
6	Von Schoeders #104	19 mm	Mecánico, Clase B	7749	x		1992
7	Von Schoeders #65	19 mm	Mecánico, Clase B	6673	x		1989
8	Arlegui #260	13 mm	Mecánico, Clase B	1799		x	2003
9	Traslaviña #153	19 mm	Mecánico, Clase B	2301		x	2001
10	Traslaviña #161-A	13 mm	Mecánico, Clase B	3067	x		1998
11	Calle Valparaíso 329	13 mm	Mecánico, Clase B	2890			2002

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.21: Resultados sector Centro Oriente

CENTRO ORIENTE					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Llay-Llay #1881	19 mm	Mecánico, Clase B	3674		x	1993
2	Victor de Silva #135	13 mm	Mecánico, Clase B	4071	x		1989
3	Diego Mitchel #1430	13 mm	Mecánico, Clase B	3156	x		1998
4	Diego Mitchel #109	13 mm	Mecánico, Clase B	2363		x	1995

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.22: Resultados sector Casino

Casino					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	5 poniente #473	13 mm	Mecánico, clase B	3954		x	1986
2	3 norte #170	13 mm	Mecánico, clase B	4625	x		1990
3	5 poniente #254	13 mm	Mecánico, clase B	2878	x		1990
4	Pasaje Montt #546, casa 6	13 mm	Mecánico, clase B	3014	x		1991
5	Pasaje Montt #86	19 mm	Mecánico, clase B	4513		x	1990
6	5 poniente #421	19 mm	Mecánico, clase B	1671	x		1989
7	Pasaje Montt #87	13 mm	Mecánico, clase B	3791		x	1986
8	Av. San Martín #545	19 mm	Magnético, clase B	232		x	1990
9	5 norte #85	13 mm	Mecánico, clase B	1076		x	1993
10	Pasaje Manuel Mont #14	13 mm	Mecánico, clase B	1227	x		1990
11	Pasaje Manuel Mont #85	19 mm	Mecánico, clase B	3295	x		1990
12	7 Norte #64	13 mm	Mecánico, clase B	3506	x		1986
13	Pasaje Manuel Mont #105	13 mm	Mecánico, clase B	1167	x		1986
14	Teniente Hernán Merino #39	13 mm	Mecánico, clase B	2523	x		1991
15	Teniente Hernán Merino #85	13 mm	Mecánico, clase B	4029		x	1990
16	7 Norte #71	13 mm	Mecánico, clase B	3541		x	1990

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.23: Resultados sector Reñaca

Reñaca					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Av. Punta Arenas #10	13 mm	Magnético, clase B	2339		x	1995
2	Talasia #240	13 mm	Magnético, clase B	1231	x		2001
3	Rodimentia #235	13 mm	Magnético, clase B	739		x	2003
4	Laurencia #310	13 mm	Magnético, clase B	1765		x	1999
5	Laurencia #285	19 mm	Magnético, clase B	1781		x	1995
6	Petalonia #350	13 mm	Mecánico, clase B	2603	x		1999
7	oxalix #67	13 mm	Mecánico, clase B	2864	x		1995
8	Nucela #128	13 mm	Mecánico, clase B	1265	x		2002
9	Los Zargazos #1278	19 mm	Mecánico, clase B	5675	x		2000
10	Los Zargazos #1168	13 mm	Mecánico, clase B	3761	x		1992
11	Pasaje 25 #201	13 mm	Mecánico, clase B	5621	x		1992
12	Central #13	13 mm	Mecánico, clase B	5489	x		1986
13	Central #1324	13 mm	Mecánico, clase B	6633	x		1992
14	Vicuña Mackenna #1170	19 mm	Mecánico, clase B	4964	x		2001
15	Vicuña Mackenna #1350	13 mm	Mecánico, clase B	2055	x		1999
16	Concha y Toro #225	19 mm	Mecánico, clase B	6161		x	2005
17	Martín de Salviatierra #1391	19 mm	Mecánico, clase B	4011		x	2007
18	Martín de Salviatierra #393	13 mm	Mecánico, clase B	1117	x		2003
19	Martín de Salviatierra #565	19 mm	Mecánico, clase B	3111	x		1995
20	Martín de Salviatierra #765	19 mm	Mecánico, clase B	2176	x		1997
21	Las Golondrinas #1980	19 mm	Mecánico, clase B	5171		x	2002
22	Los Tordos #60	19 mm	Mecánico, clase B	2166	x		1996
23	Las Perdices #250	13 mm	Mecánico, clase B	2050		x	2004
24	Bellavista #1335	13 mm	Mecánico, clase B	2856		x	1999
25	Bellavista #1590	13 mm	Mecánico, clase B	5387		x	2007
26	Las Cinerarias #1560	19 mm	Mecánico, clase B	3388	x		2003
27	Los Olivillos #721	19 mm	Mecánico, clase B	6603		x	1991
28	Las Fucsias #45	19 mm	Mecánico, clase B	2323	x		2005
29	Las Fucsias #85	19 mm	Mecánico, clase B	4058	x		2003
30	Bosques de Montemar	19 mm	Mecánico, clase B	6105	x		2001
31	Los Hibiscus #950	13 mm	Mecánico, clase B	3507		x	2002
32	Los abedules #975	13 mm	Mecánico, clase B	3389		x	2010
33	Los Abedules #950	19 mm	Mecánico, clase B	7971		x	2004
34	Las Hiedras #924	19 mm	Mecánico, clase B	3918		x	2000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.24: Resultados Sector Achupallas

Achupallas					¿Presenta Inclinação?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Anita Lizana #34	13 mm	Magnético, clase B	4902	x		1986
2	Ulises Poirier #30-B	13 mm	Magnético, clase B	4451	x		1986
3	Ulises Poirier #56	13 mm	Magnético, clase B	3457	x		1990
4	Luis Ayala #74	13 mm	Magnético, clase B	4415	x		1987
5	Manuel Guerrero #165	13 mm	Magnético, clase B	3275	x		1992
6	Luis Vicentini #104	13 mm	Magnético, clase B	1983	x		1998
7	Arturo Godoy #107	13 mm	Magnético, clase B	2678	x		1990
8	Quillén #179	13 mm	Magnético, clase B	3956		x	2002
9	Cachapoal # 477	13 mm	Magnético, clase B	1259	x		1994
10	Eloaiza #411	13 mm	Magnético, clase B	1801		x	2002
11	Calafquén #434	13 mm	Magnético, clase B	3163			1987
12	Calafquén #436	13 mm	Magnético, clase B	3591	x		1989
13	Larraguibel #587	13 mm	Magnético, clase B	1190	x		1994
14	Manuel Guerrero #352	13 mm	Magnético, clase B	3332	x		1993
15	Antonio Fernández #372	13 mm	Magnético, clase B	2532	x		1986
16	Antonio Fernández #601	13 mm	Magnético, clase B	1974	x		1993
17	Navarro # 608	13 mm	Magnético, clase B	3022	x		1995
18	Curiñanco #301	13 mm	Magnético, clase B	927	x		1986
19	Eleodoro Yáñez #222	13 mm	Magnético, clase B	1790	x		1987
20	Lira #163-D	13 mm	Magnético, clase B	2866	x		1996
21	Ancud #161	13 mm	Magnético, clase B	2118	x		1988
22	García Huidobro #38	13 mm	Magnético, clase B	3179		x	1990
23	Pucón #311	13 mm	Magnético, clase B	3786		x	1988
24	Óscar Cristi #274	13 mm	Magnético, clase B	1354	x		1994
25	Óscar Cristi #272	13 mm	Magnético, clase B	2135	x		1992
26	Quillén #201	13 mm	Magnético, clase B	2082	x		1991
27	Catemu #141-A	13 mm	Magnético, clase B	1184	x		1991

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.25: Resultados sector Villa Dulce

Villa Dulce					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Chacalluta #295	13 mm	Magnético, clase B	2486	x		1997
2	Curacaví #290	13 mm	Magnético, clase B	2852	x		1998
3	Curacaví #280	13 mm	Magnético, clase B	1280	x		1998
4	Petorca #221	13 mm	Magnético, clase B	5591	x		1986
5	Emilio Romero #221	13 mm	Magnético, clase B	6096	x		1989
6	Bucalemu #194	13 mm	Magnético, clase B	5177		x	1999
7	Rengo #181	13 mm	Magnético, clase B	1669	x		1990
8	Vicuña #159	13 mm	Magnético, clase B	3219		x	1999
9	Coinco #138	13 mm	Magnético, clase B	4863	x		1996
10	Loncoche #85	13 mm	Magnético, clase B	1143	x		1990
11	Arturo Merino Benítez #83	13 mm	Magnético, clase B	2491	x		1986
12	Carahue #21	13 mm	Magnético, clase B	1186	x		1986
13	Diego Portales #58	13 mm	Magnético, clase B	1174		x	1998
14	Navidad #68	13 mm	Magnético, clase B	2336	x		1988

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.26: Resultados sector Chorrillos

Chorrillos					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Cantera #468	13 mm	Magnético, clase B	6073	x		1992
2	Cantera #488	13 mm	Magnético, clase B	6253	x		1986
3	Aromo #495	13 mm	Magnético, clase B	2482		x	1989
4	Aromo #2448	13 mm	Magnético, clase B	1033	x		1991
5	Ladera #2666	13 mm	Magnético, clase B	6715	x		1990
6	Southern #739	13 mm	Magnético, clase B	1160		x	2003
7	Principal #42	13 mm	Magnético, clase B	4805	x		1996
8	Principal #60	13 mm	Magnético, clase B	5792	x		1994
9	Los Claveles #5	13 mm	Magnético, clase B	6321		x	1998
10	Doce de Diciembre #21	13 mm	Magnético, clase B	3518		x	1998
11	Los Suspiros #13	13 mm	Magnético, clase B	1476	x		1996
12	Itata #159	13 mm	Magnético, clase B	1133		x	2005
13	Lota #228	19 mm	Magnético, clase B	4207	x		1996
14	Valdivia #187	13 mm	Magnético, clase B	5593	x		1988
15	Las Torres #50	13 mm	Magnético, clase B	4511	x		1993
16	Achupallas #467	13 mm	Magnético, clase B	1463		x	2005
17	Valdés Vergara #472	13 mm	Magnético, clase B	4181		x	2005
18	Valdés Vergara #596	13 mm	Magnético, clase B	5020	x		1993
19	Laderas #2758	13 mm	Magnético, clase B	4309		x	2003
20	Valdés Vergara #2854	13 mm	Magnético, clase B	4441		x	2005
21	Laderas #2752	13 mm	Magnético, clase B	1145	x		1986

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.27: Resultados sector Población Vergara Norte

Población Vergara Norte					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	4 Oriente #824	13 mm	Mecánico, clase B	1365	x		1996
2	9 Norte #970	13 mm	Mecánico, clase B	1200	x		1986
3	9 Norte #805	13 mm	Mecánico, clase B	1468	x		1992
4	2 Oriente #885	13 mm	Mecánico, clase B	3673		x	1988
5	4 Oriente #1049	13 mm	Mecánico, clase B	2017		x	1992
6	12 Norte #947	13 mm	Mecánico, clase B	3621	x		1987
7	3 Oriente #1157	13 mm	Mecánico, clase B	1822		x	2000
8	1 1/2 Oriente #1252	13 mm	Mecánico, clase B	794	x		1989
9	13 Norte #1005	13 mm	Mecánico, clase B	1673	x		1993
10	4 172 Oriente #1176	13 mm	Mecánico, clase B	3292		x	1990
11	12 Norte #1245	13 mm	Mecánico, clase B	3815		x	1999
12	San Antonio #1048	13 mm	Mecánico, clase B	587	x		1989
13	San Antonio #1085	13 mm	Mecánico, clase B	2620		x	2001

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.28: Resultados sector Población Vergara Sur

Población Vergara Sur					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	6 poniente #285	13 mm	Mecánico, clase B	429		x	2008
2	2 norte #1072	13 mm	Mecánico, clase B	3038		x	1990
3	Calle Quillota #126	13 mm	Mecánico, clase B	4522	x		1989
4	1 norte #1167	13 mm	Mecánico, clase B	1179		x	2006
5	1 norte #1171	13 mm	Mecánico, clase B	4011		x	1986
6	5 poniente #59	13 mm	Mecánico, clase B	2697	x		2001
7	5 poniente #180	13 mm	Mecánico, clase B	4965	x		1994
8	5 1/2 Poniente #128	19 mm	Mecánico, clase B	1736		x	2000
9	5 Oriente #265	13 mm	Mecánico, clase B	481		x	2006
10	5 Oriente #285	13 mm	Mecánico, clase B	2963	x		1993
11	6 Oriente #255	13 mm	Mecánico, clase B	675		x	2010
12	6 Oriente #344	19 mm	Mecánico, clase B	1613	x		1995
13	7 Oriente #376	13 mm	Mecánico, clase B	2901	x		2001

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.29: Resultados sector de Viña del Mar Alto

Viña del Mar Alto					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Las Rosas #399	13 mm	Magnético, Clase B	1585	x		1995
2	San Miguel #375-A	13 mm	Magnético, Clase B	1420	x		1992
3	Victoria #215	13 mm	Magnético, Clase B	1483		x	2007
4	San Miguel #583	13 mm	Magnético, Clase B	3943	x		2000
5	Calle del Agua #490	13 mm	Magnético, Clase B	2200	x		1999
6	Gregorio Maraño #1023	13 mm	Magnético, Clase B	3183	x		1997
7	Orión #15	13 mm	Magnético, Clase B	4638		x	2008
8	Orión #11	13 mm	Magnético, Clase B	3083	x		1997
9	Logroño #1215	13 mm	Magnético, Clase B	1937	x		1988
10	Gregorio Maraño #1243	13 mm	Magnético, Clase B	1976	x		1990
11	Gregorio Maraño #1427	13 mm	Magnético, Clase B	5446		x	2006
12	Burgos #1481	13 mm	Magnético, Clase B	3918	x		1987
13	Cádiz #1631	13 mm	Magnético, Clase B	4413	x		1997
14	Toledo #1643	13 mm	Magnético, Clase B	4093	x		1997
15	Toledo #1289	13 mm	Magnético, Clase B	1598	x		1996
16	Gregorio Maraño #1662	13 mm	Magnético, Clase B	1690	x		1991

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.30: Resultados del sector Recreo

Recreo					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Habana #408	13 mm	Mecánico, clase B	2711	x		1996
2	Manuel Rodríguez #330	13 mm	Mecánico, clase B	5150	x		1995
3	Central #630	13 mm	Mecánico, clase B	3891	x		1999
4	José Manuel Balmaceda #308	13 mm	Mecánico, clase B	5604	x		1999
5	José Manuel Balmaceda #315	13 mm	Mecánico, clase B	3023	x		1990
6	París #710	13 mm	Mecánico, clase B	4558	x		1997
7	Arturo Prat #305	13 mm	Mecánico, clase B	3461	x		1989
8	Central #817	13 mm	Mecánico, clase B	1227		x	2004
9	Pedro Montt #325	13 mm	Mecánico, clase B	4765	x		1989
10	Pedro Montt #398	13 mm	Mecánico, clase B	5615	x		1998
11	París #875	13 mm	Mecánico, clase B	4312	x		1992
12	Condell #308	13 mm	Mecánico, clase B	3609	x		1994
13	Condell #294	13 mm	Mecánico, clase B	1187		x	2002
14	Lord Cochrane #367	13 mm	Mecánico, clase B	3818	x		1987
15	Lord Cochrane #395	13 mm	Mecánico, clase B	3295	x		1988
16	Alonso de Ercilla #1070	13 mm	Mecánico, clase B	4572	x		1996
17	Alonso de Ercilla #778	13 mm	Mecánico, clase B	4901	x		1988
18	Habana #840	13 mm	Mecánico, clase B	1867		x	2003
19	Calle del agua #174	13 mm	Mecánico, clase B	2067		x	2009
20	Calle del Agua #245	13 mm	Mecánico, clase B	5566	x		1989
21	Calle del Agua #75	13 mm	Mecánico, clase B	3506	x		1995
22	José Francisco Vergara #860	13 mm	Mecánico, clase B	2581		x	1994
23	José Francisco Vergara #900	13 mm	Mecánico, clase B	3245		x	1993

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.31: Resultados sector Gómez Carreño

Gómez Carreño					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	dos norte #4651	13 mm	Mecánico, clase B	1712	x		1986
2	Av. Pacífico #4465	13 mm	Mecánico, clase B	2104	x		1986
3	seis poniente #5534	13 mm	Mecánico, clase B	681		x	1986
4	seis poniente #5583	13 mm	Mecánico, clase B	1333		x	1986
5	Av. Pacífico #5585	13 mm	Mecánico, clase B	2602	x		1986
6	Av. Pacífico Norte #4445	13 mm	Mecánico, clase B	3505		x	1986
7	Av. Pacífico Norte #4457	13 mm	Mecánico, clase B	2167		x	1990
8	Av. Pacífico #4310	13 mm	Mecánico, clase B	2896	x		1990
9	José Panasia #55	14 mm	Mecánico, clase B	3756			1990
10	José Orrego #541	15 mm	Mecánico, clase B	1167			1989
11	Eusebio Pozo #90	16 mm	Mecánico, clase B	2440			1990

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.32: Resultados sector Santa Inés

Santa Inés					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	21 norte #1369	13 mm	Mecánico, clase B	1915	x		1995
2	Calle Ocho #2350	13 mm	Mecánico, clase B	6238	x		1994
3	22 norte #1340	13 mm	Mecánico, clase B	5570	x		1997
4	22 Norte #1345	13 mm	Mecánico, clase B	3953	x		1997
5	Calle Nueve #2420	13 mm	Mecánico, clase B	6163	x		1988
6	Calle Nueve #2352	13 mm	Mecánico, clase B	2874	x		1992
7	Maravillar #1320	13 mm	Mecánico, clase B	1227		x	2000
8	Maravillar #1352	13 mm	Mecánico, clase B	4629	x		1989
9	Calle Ocho #2206	13 mm	Mecánico, clase B	3645	x		1991
10	Pasaje 7 1/2 #76	13 mm	Mecánico, clase B	1668	x		1998
11	Calle 7 #42	13 mm	Mecánico, clase B	943		x	2005
12	20 Norte #1350	13 mm	Mecánico, clase B	2306	x		1994
13	Calle 5 #2220	13 mm	Mecánico, clase B	3328		x	1986
14	Calle 4 #2233	13 mm	Mecánico, clase B	2874	x		1986
15	Calle 3 #2246	13 mm	Mecánico, clase B	1519	x		1986

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.33: Resultados sector Glorias Navales

Glorias Navales					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Vicente Bustillo #125	13 mm	Mecánico, clase B	4062	x		1998
2	Vicente Bustillo #151	13 mm	Mecánico, clase B	4120	x		1989
3	calle principal #28	13 mm	Mecánico, clase B	1165	x		1999
4	Pasaje 8 #69	13 mm	Mecánico, clase B	2189	x		1986
5	Calle principal #51	13 mm	Mecánico, clase B	2002	x		1987
6	Teniente merino #16	13 mm	Mecánico, clase B	1989		x	1999
7	Teniente merino #78	13 mm	Mecánico, clase B	2151	x		1990
8	Barcaza Morel #104	13 mm	Mecánico, clase B	2520	x		1996
9	Barcaza Morel #4	13 mm	Mecánico, clase B	2864	x		1988
10	Submarino Thompson #8	19 mm	Mecánico, clase B	2624	x		1988
11	Jorge Montt #6	13 mm	Mecánico, clase B	3813		x	1997
12	Patrullero Lientur #7	13 mm	Mecánico, clase B	4023	x		1988
13	Crucero Latorre #3	13 mm	Mecánico, clase B	1881	x		1992
14	Transbordador Aquiles #4	13 mm	Mecánico, clase B	1616	x		1994
15	Patrullero Lautaro #44	13 mm	Mecánico, clase B	3543	x		1986
16	Destructor Orella #6	13 mm	Mecánico, clase B	2388	x		1987
17	Fragata Esmeralda #8	19 mm	Mecánico, clase B	2341		x	1998
18	Fragata Esmeralda #6	13 mm	Mecánico, clase B	3091	x		1991
19	Fragata Covadonga #5	13 mm	Mecánico, clase B	4016	x		1993
20	Fragata Covadonga #8	13 mm	Mecánico, clase B	1384		x	1997

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.34: Resultados Sector Miraflores

Miraflores					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Del manzano #3083	13 mm	Mecánico, Clase B	2610	x		1994
2	del manzano #2989	13 mm	Mecánico, Clase B	3354	x		1994
3	Del Roble #3318	13 mm	Mecánico, Clase B	2874	x		1986
4	Del Eoble #3373	13 mm	Mecánico, Clase B	2021		x	1997
5	Pasaje 22 #26	13 mm	Mecánico, Clase B	4041		x	1990
6	Pasaje 15 # 2953	13 mm	Mecánico, Clase B	3674	x		1989
7	Del Roble #3557	13 mm	Mecánico, Clase B	3551	x		1988
8	Del Roble #3759	13 mm	Mecánico, Clase B	3601	x		1986
9	Pasaje 23 #3019	13 mm	Mecánico, Clase B	1972	x		1991
10	Pasaje 25 #3024	13 mm	Mecánico, Clase B	3350		x	1997
11	Pasaje 26 #3857	13 mm	Mecánico, Clase B	2516	x		1987
12	Isabel #22	13 mm	Mecánico, Clase B	4071	x		1998
13	Irene #380	13 mm	Mecánico, Clase B	2512	x		1992
14	Irene #383	13 mm	Mecánico, Clase B	1333	x		1990
15	Rosario #422	13 mm	Mecánico, Clase B	2949		x	1994
16	Libertad #385	13 mm	Mecánico, Clase B	2251			1989
17	Rosa #287	13 mm	Mecánico, Clase B	4208		x	1996
18	Alicia #242	13 mm	Mecánico, Clase B	1678			1992
19	Lorena #177	13 mm	Mecánico, Clase B	1448		x	1998
20	Amelia #116	13 mm	Mecánico, Clase B	3156	x		1989
21	Amelia #123	13 mm	Mecánico, Clase B	2426	x		1989
22	Carmen #90	13 mm	Mecánico, Clase B	2219	x		1990
23	Carmen #98	13 mm	Mecánico, Clase B	2986	x		1995
24	Las Rejas #1066	13 mm	Mecánico, Clase B	2363	x		1991
25	Valenzuela #1115	13 mm	Mecánico, Clase B	2188		x	1995
26	Bellavista #1214	13 mm	Mecánico, Clase B	2848	x		1986

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.35: Resultados Sector El Olivar

El Olivar					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Río Petrohué #75	13 mm	Magnético, clase B	6975		x	1995
2	Río Petrohue #95	13 mm	Magnético, clase B	3959	x		1995
3	Río Cauces #16	13 mm	Magnético, clase B	7311	x		1990
4	Río Cauces #77	13 mm	Magnético, clase B	4291	x		1990
5	Río Medina #117	13 mm	Magnético, clase B	1250	x		1992
6	Río Frío #51	13 mm	Magnético, clase B	9564		x	1991
7	Río Frío #28	13 mm	Magnético, clase B	3207	x		1991
8	Río Ñuble #21	13 mm	Magnético, clase B	7878	x		1990
9	Calbuco #173	13 mm	Magnético, clase B	3316		x	1990
10	Antuco #26	13 mm	Magnético, clase B	1101		x	1990
11	Constitución #134	13 mm	Magnético, clase B	8504	x		1990
12	Constitución #122	13 mm	Magnético, clase B	6324	x		1990
13	Pucará #245	13 mm	Magnético, clase B	7460	x		1993
14	Guatacondo #142	13 mm	Magnético, clase B	8455	x		1994
15	Guatacondo #32	13 mm	Magnético, clase B	5032		x	1994
16	Timar #1	13 mm	Magnético, clase B	5285	x		1991
17	Tilviche #24	13 mm	Magnético, clase B	9756	x		1991
18	Parinacota #370	13 mm	Magnético, clase B	4339	x		1990
19	Chacarilla #56	13 mm	Magnético, clase B	3797	x		1993
20	Chacarilla #40	13 mm	Magnético, clase B	9398	x		1993
21	Huara #32	13 mm	Magnético, clase B	5517	x		1991
22	Mamiña #74	13 mm	Magnético, clase B	1228		x	1989
23	Chuzmiza #87	13 mm	Magnético, clase B	4605	x		1989
24	Chuzmiza #7	13 mm	Magnético, clase B	1085	x		1989
25	Millaray #73	13 mm	Magnético, clase B	9757	x		1992

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.36: Resultados sector Reñaca Alto

Reñaca Alto					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Pasaje 1 # 140, pob. Salvador Reyes	13 mm	Magnético, clase B	2716	x		1996
2	Los Pensamientos # 46	13 mm	Mecánico, clase B	2166		x	1998
3	Los pensamientos # 30	13 mm	Mecánico, clase B	2733	x		1993
4	Los pensamientos # 35	13 mm	Mecánico, clase B	2698		x	1993
5	Estero Chincolco #912	13 mm	Mecánico, clase B	1946	x		1998
6	Estero Putaendo #86	13 mm	Mecánico, clase B	1958	x		1998
7	Estero Chincolco #917	13 mm	Mecánico, clase B	2170	x		1998
8	Estero Chincolco # 926	13 mm	Mecánico, clase B	2377	x		1998
9	Río Rinihue #921	13 mm	Mecánico, clase B	2725	x		1998
10	Estero Putaendo #92	13 mm	Mecánico, clase B	2330	x		1995
11	Pasaje 6 #920	13 mm	Mecánico, clase B	740		x	1995
12	Pasaje 3 #156	13 mm	Mecánico, clase B	2739	x		1998
13	Pasaje 3 #111	13 mm	Mecánico, clase B	1253	x		1986
14	Río Rinihue #916	13 mm	Mecánico, clase B	8911	x		1986
15	Pasaje 2 #204	13 mm	Mecánico, clase B	1854	x		1990
16	Río Rinihue #926	13 mm	Mecánico, clase B	3137	x		1990
17	Río Rinihue #912	13 mm	Mecánico, clase B	939	x		1990
18	Pasaje 3 #66	13 mm	Mecánico, clase B	681		x	1998
19	Estero Alicachue	13 mm	Mecánico, clase B	1949	x		1998
20	Las Maravillas #1	13 mm	Mecánico, clase B	3160	x		2000
21	Las Maravillas #14	13 mm	Mecánico, clase B	4981			1993
22	Calle 1 #97	13 mm	Mecánico, clase B	2367	x		1990
23	Calle 1 #94	13 mm	Mecánico, clase B	1435		x	2005
24	Pasaje 3 #65	13 mm	Mecánico, clase B	3190	x		1990
25	Los Pensamientos #109	13 mm	Mecánico, clase B	1605	x		1998
26	Mar del Sur #145	13 mm	Mecánico, clase B	3859	x		1998
27	Las Dunas #315	13 mm	Mecánico, clase B	4049	x		1998
28	Los Océanos 100	13 mm	Mecánico, clase B	2690	x		1995
29	Lago Villarica #36	13 mm	Mecánico, clase B	1882	x		1998
30	Náutica #710	13 mm	Mecánico, clase B	3526	x		1986
31	Ensenada #11	13 mm	Mecánico, clase B	2093		x	1998
32	De la costa #610	13 mm	Mecánico, clase B	2634	x		1993
33	Punitaqui #1039	13 mm	Mecánico, clase B	2505		x	1990
34	Los canales #810	13 mm	Mecánico, clase B	3551		x	1998
35	Lago Villarica #1085	13 mm	Mecánico, clase B	2375	x		1998
36	Quillahue #3	13 mm	Mecánico, clase B	2609	x		1990
37	Angol #11	13 mm	Mecánico, clase B	2045	x		1998
38	Cuncumén #13	13 mm	Mecánico, clase B	2601		x	1990
39	Calle cinco #356	13 mm	Mecánico, clase B	3596	x		1998
40	Cétima #290	13 mm	Mecánico, clase B	1787	x		1995

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.37: Resultados sector Quinta Vergara

Quinta Vergara					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Egaña #394	13 mm	Mecánico, Clase B	3355	x		1993
2	Quito #445	13 mm	Mecánico, Clase B	2217	x		1995
3	Traslaviña #442	13 mm	Mecánico, Clase B	2289	x		1990
4	Traslaviña #448	13 mm	Mecánico, Clase B	3449	x		1992
5	Villanelo alto #720	13 mm	Mecánico, Clase B	3427		x	1992
6	Villanelo Alto #726	13 mm	Mecánico, Clase B	2567	x		1994
7	Villanelo alto #793	13 mm	Mecánico, Clase B	2175	x		1995
8	Villanelo alto #791	13 mm	Mecánico, Clase B	2851	x		1997
9	Occidental #188	13 mm	Mecánico, Clase B	1451	x		1989
10	Las rosas #318	13 mm	Mecánico, Clase B	2880		x	1993
11	San Miguel #349	13 mm	Mecánico, Clase B	1962		x	1998
12	San Miguel #351	13 mm	Mecánico, Clase B	1203	x		1991
13	San Miguel #440	13 mm	Mecánico, Clase B	1389	x		1994
14	San Enrique #440	13 mm	Mecánico, Clase B	2834	x		1990
15	Malfatti #533	13 mm	Mecánico, Clase B	2646	x		1992
16	Malfatti #591	13 mm	Mecánico, Clase B	2753		x	1992
17	Malfatti #590	13 mm	Mecánico, Clase B	2697	x		1991
18	Las Rosas #630	13 mm	Mecánico, Clase B	3516		x	1986
19	Las Rosas #620	13 mm	Mecánico, Clase B	2449	x		1986

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.38: Resultados sector Forestal Alto

Forestal Alto					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Manuel Villagra #952	13 mm	Mecánico, Clase B	1167	x		1986
2	Pasaje Nueve #91	13 mm	Mecánico, Clase B	2002	x		2000
3	Uruguay #10	13 mm	Mecánico, Clase B	2512	x		1991
4	Blanca Vergara #127	13 mm	Mecánico, Clase B	3156	x		1990
5	Blanca Vergara #1439	13 mm	Mecánico, Clase B	3879		x	1990
6	Blanca Vergara #1575	13 mm	Mecánico, Clase B	2997	x		1992
7	Blanca Vergara #1647	13 mm	Mecánico, Clase B	1756	x		1993
8	Blanca Vergara #58	13 mm	Mecánico, Clase B	1231	x		1992
9	La Paz #2179	13 mm	Mecánico, Clase B	2756	x		1992
10	La Paz #2186	13 mm	Mecánico, Clase B	1947		x	1986
11	La Paz #2105	13 mm	Mecánico, Clase B	2846		x	1986

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.39: Resultados sector Nueva Aurora

Nueva Aurora					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Villa Montes #17	13 mm	Mecánico, clase B	1717	x		2001
2	Pasaje 1 #59	13 mm	Mecánico, clase B	2216	x		2003
3	Villa Montes #2	19 mm	Mecánico, clase B	6698	x		1986
4	Villa Montes #73-b	13 mm	Mecánico, clase B	3571		x	1990
5	Pasaje 3 #81	13 mm	Mecánico, clase B	1954	x		1998
6	Los Poleos #16	13 mm	Mecánico, clase B	1820	x		2000
7	Pasaje 4 #87	13 mm	Mecánico, clase B	1546	x		1986
8	Villa Montes #102	13 mm	Mecánico, clase B	5658		x	1990
9	Las Palmeras #124	13 mm	Mecánico, clase B	5712		x	1987
10	Villa Montes #163	13 mm	Mecánico, clase B	4124		x	1991
11	Los Guindos #63	13 mm	Mecánico, clase B	1270	x		1990
12	Los Molles #213	13 mm	Mecánico, clase B	3610		x	1995
13	Los Alerces #19	13 mm	Mecánico, clase B	6124	x		1986
14	Los Alerces #74	13 mm	Mecánico, clase B	4004	x		1990

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.40: Resultados sector Recreo Alto

Recreo Alto					¿Presenta Inclinación?		Año de instalación
n°	Dirección	Diámetro	Tipo de medidor	Lectura (m³)	Si	No	
1	Camino Real #1964	13 mm	Mecánico, Clase B	2028	x		1992
2	Calle del agua #2097	13 mm	Mecánico, Clase B	3585	x		1987
3	Calle del Agua #2162	13 mm	Mecánico, Clase B	4442	x		1986
4	Viña del Mar #2267	13 mm	Mecánico, Clase B	1277		x	2003
5	Rodrigo de Triana #37	13 mm	Mecánico, Clase B	4059	x		1988
6	Lautaro #66	13 mm	Mecánico, Clase B	3686	x		1990
7	Lautaro #70	13 mm	Mecánico, Clase B	3247	x		1987
8	Francisco de Bilbao #80	13 mm	Mecánico, Clase B	3542	x		1989
9	Francisco de Bilbao 177-B	13 mm	Mecánico, Clase B	2071		x	2001
10	General Carreño #375	19 mm	Mecánico, Clase B	4033	x		1986
11	Alcalde Bernardo Uriarte #20	13 mm	Mecánico, Clase B	2741		x	1989
12	Juan Bayner #68	13 mm	Mecánico, Clase B	1437		x	2003

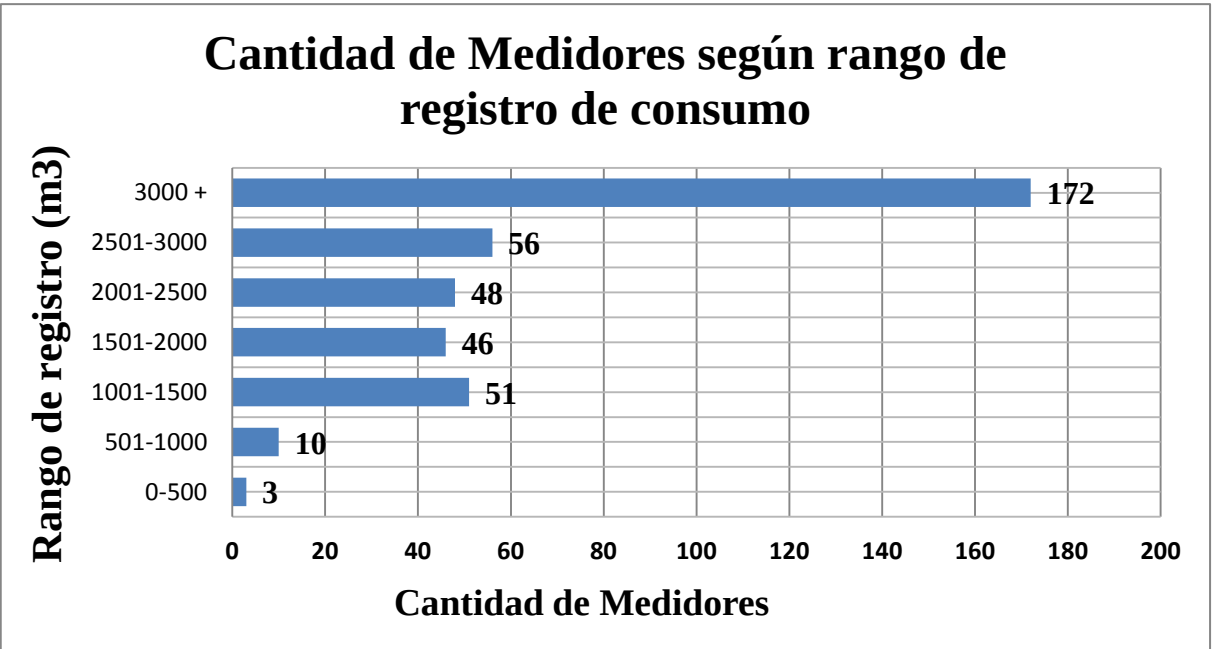
Fuente: Elaboración propia

5.1 Resultados totales

5.1.1 Volumen de Agua Medida

A través de la sumatoria de todos los casos analizados se concluye que gran parte de los medidores poseen un caudal medido ya superior a los 3000 m³, lo cual sugiere que sus piezas ya se encuentran gastadas. Sumados a esto, se verificó en terreno que algunos medidores llevaban tanto tiempo en uso, que ya había dado reiniciado su sistema de registro de medición.

Figura 5.2: Medidores cuantificados según su registro de consumo



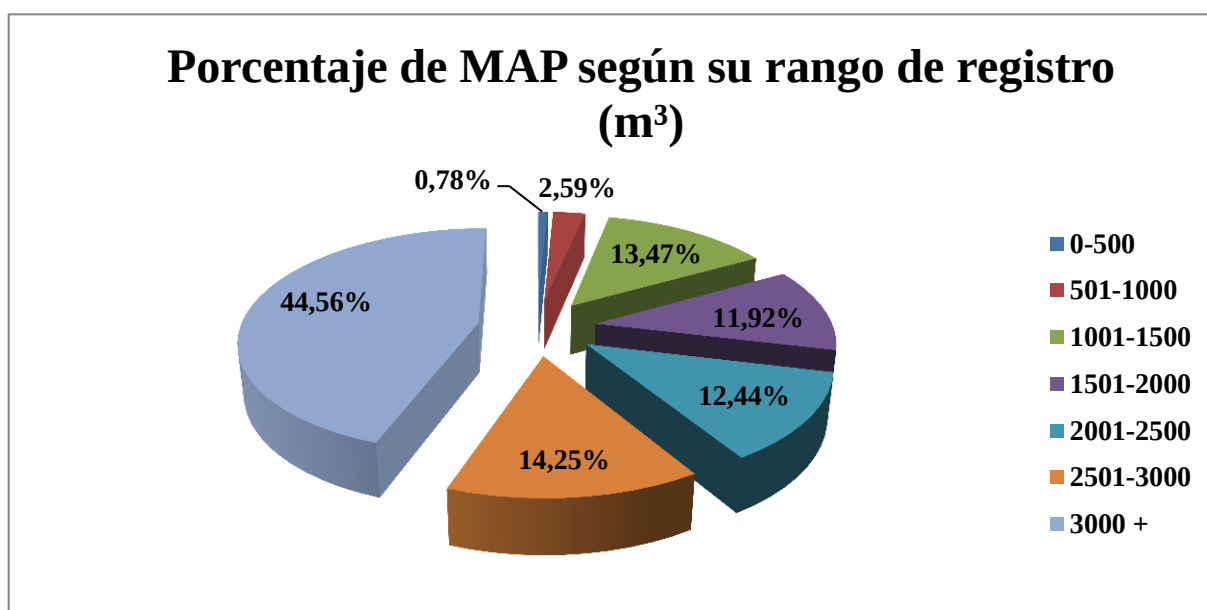
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.1: MAP con un registro cercano a lo máximo que le permite su capacidad



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.3: Representatividad porcentual de los MAP clasificados según su registro de consumo



Fuente: Elaboración propia

Figura 5 3: Medidor de Agua Potable ubicado en el sector de Reñaca Alto, de un sistema bastante antiguo y que aún continúa en funcionamiento.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.4: Otro ejemplo de un medidor con bastantes años en funcionamiento



Fuente: Elaboración Propia

5.1.2 Posición del Montaje

Este punto presenta una de las más claras tendencias, ya que gran parte de los medidores de agua se encuentran girados respecto al eje de posición de las tuberías en 45° e incluso, en ocasiones muy raras en 90° .

Figura 5.5: Medidor girado



Fuente: Elaboración Propia

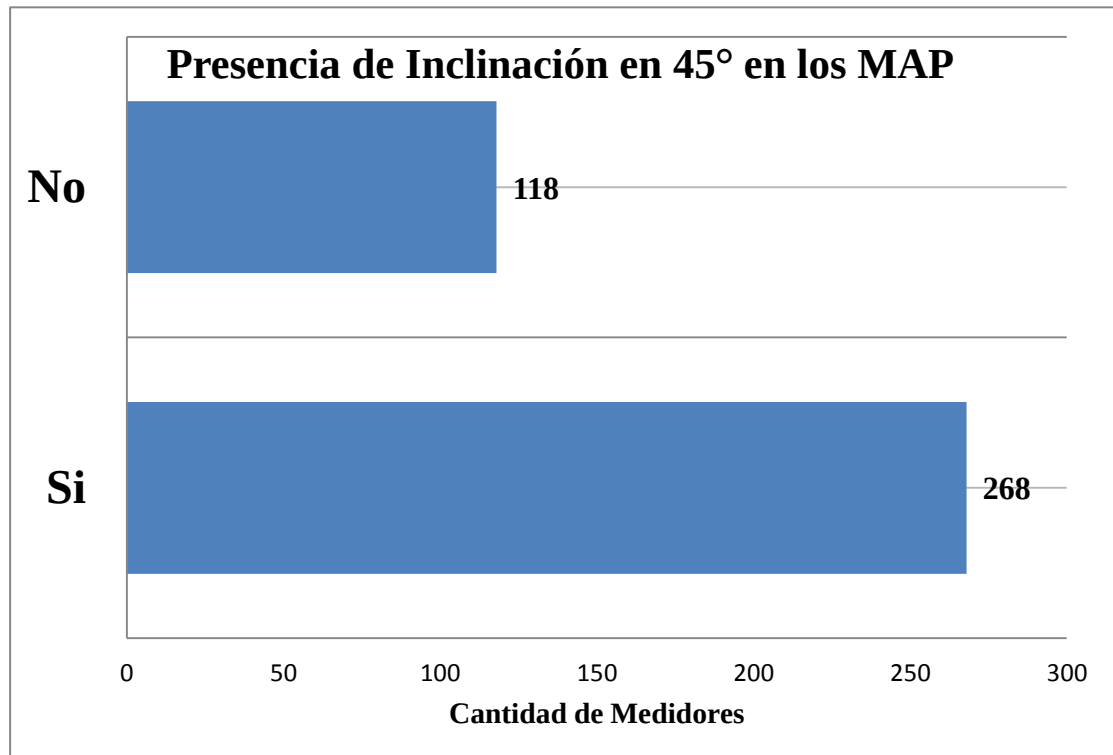
La situación anterior, se concibe en el hecho de que se pensaba que, de esa forma de instalación, se facilitaba la lectura por parte de los trabajadores de la sanitaria. Sin embargo, no se tomaba en cuenta las recomendaciones de instalación que sugería llevar a cabo la empresa fabricante del medidor. Este problema se ve con especial recurrencia en medidores antiguos, ya que antes los requisitos de instalación eran mínimos y este tipo de observaciones no era motivo de rechazo en la instalación como lo es ahora.

Figura 5.6: MAP girado en ángulo



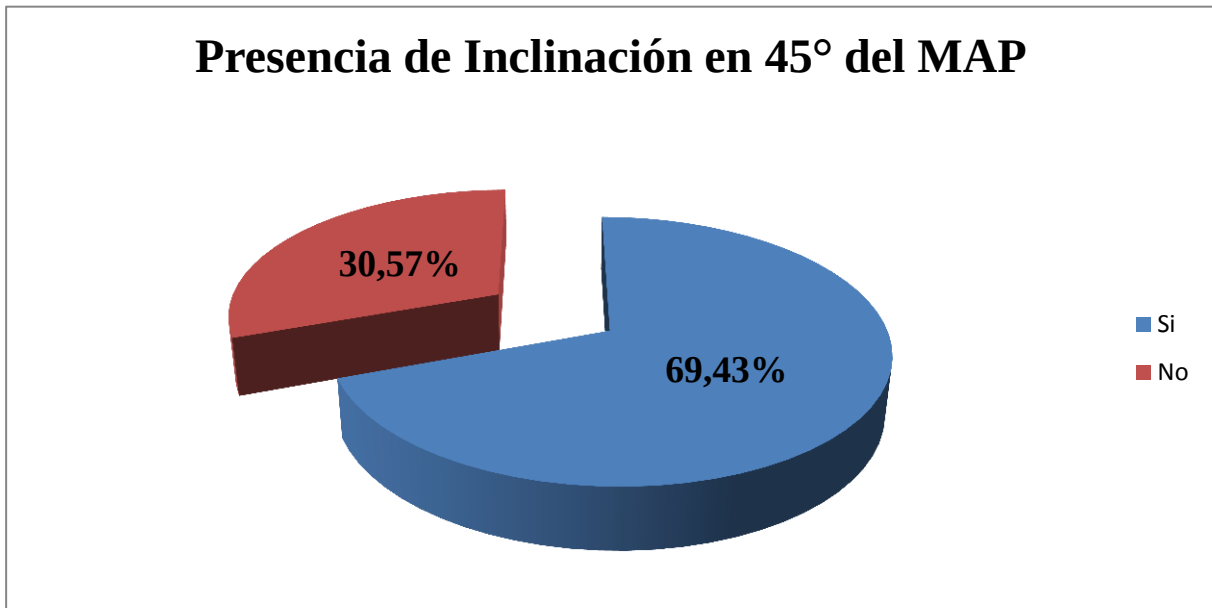
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.7: Cantidad de Medidores girados respecto a su eje en 45°.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.8: Participación porcentual de MAP girados respecto a su eje



Fuente: Elaboración Propia

5.1.3 Análisis de resultados

Básicamente, en terreno, existieron 2 posibilidades de combinación errores de los fenómenos estudiados:

- Map girado en 45° + Instalación de más de 6 años + Rango de m³ leídos
- Instalación de más de 6 años + Rango de m³ leídos

Podemos darnos cuenta que hubo un fenómeno que se dio en un 100% de los casos; de los medidores consultados todos llevaban más de 6 años en uso, lo que condiciona su error en el total de la muestra.

El resumen de las peculiaridades encontradas se detalla en la tabla a continuación:

Tabla 5.22: Detalle de medidores con fenómenos estudiados

Detalle de N° de Medidores con Fenómenos Estudiados*			
		Girado en 45°	
		SI	NO
Rango de m ³ registrados	0 - 500	0	3
	501 - 1000	4	6
	1001 - 1500	32	19
	1501 - 2000	35	11
	2001 - 2500	35	13
	2501 - 3000	42	13
	3001 - +	120	53
	Subtotal	268	118
Total		386	

*El 100% de las muestras estudiadas presentaron una instalación de más de 6 años de antigüedad.

Fuente: Elaboración propia.

Como ya se detalló con anterioridad, cada particularidad estudiada aporta un porcentaje de error en la lectura del agua potable que circula por los engranajes del MAP. Dada la presencia de las posibles combinatorias de los fenómenos se elaboró la tabla a continuación en donde se detalla el porcentaje de error que, en sumatoria, afecta a la lectura del medidor.

Tabla 1: Detalle porcentaje de pérdida generada por combinación de fenómenos estudiados

Porcentaje de pérdida generado por la combinatoria de cada fenómeno presente en los MAP*								
		A+B+C	A	B	C	A+B	A	B
Rango de m³ registrados	0 - 500	-9,90%	-0,90%	-5,00%	-4,00%	-5,90%	-0,90%	-5,00%
	501 - 1000	-10,30%	-1,30%	-5,00%	-4,00%	-6,30%	-1,30%	-5,00%
	1001 - 1500	-10,70%	-1,70%	-5,00%	-4,00%	-6,70%	-1,70%	-5,00%
	1501 - 2000	-11,30%	-2,30%	-5,00%	-4,00%	-7,30%	-2,30%	-5,00%
	2001 - 2500	-11,90%	-2,90%	-5,00%	-4,00%	-7,90%	-2,90%	-5,00%
	2501 - 3000	-12,50%	-3,50%	-5,00%	-4,00%	-8,50%	-3,50%	-5,00%
	3001 - +	-12,90%	-3,90%	-5,00%	-4,00%	-8,90%	-3,90%	-5,00%

*El 100% de las muestras estudiadas presentaron una instalación de más de 6 años de antigüedad

A: % agregado por rango de registro

B: % agregado por año de instalación

C: % agregado por giro de MAP

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla nos da el sostén para poder realizar las estimaciones del consumo real que la ciudad de Viña del Mar generó y gastó efectivamente. Al mismo tiempo, se denota que se debe tener un especial cuidado en obtener las estimaciones a partir de lo que aporta en porcentaje cada MAP con sus particularidades de instalación. Es por esto que se debe separar las tablas en la influencia que genera cada grupo individualizado en el porcentaje representativo del total.

Las cifras oficiales, de conocimiento público a través de las publicaciones de la superintendencia de servicios sanitarios (SISS), nos detallan el comportamiento de la población respecto al consumo de agua. La tabla a continuación especifica lo dicho anteriormente:

Tabla 2: Detalle de consumo promedio del año 2014

Consumo Promedio Año 2014 Clientes Residenciales Ciudad de Viña del Mar			
Mes	Clientes Residenciales	Consumo (M³)	Promedio Consumo (M³/Cliente/Mes)
Enero	106.088	1.516.508	14,29
Febrero	106.088	1.689.576	15,93
Marzo	106.088	1.551.408	14,62
Abril	106.088	1.354.794	12,77
Mayo	106.088	1.347.023	12,70
Junio	106.088	1.229.136	11,59
Julio	106.088	1.131.216	10,66
Agosto	106.088	1.216.948	11,47
Septiembre	106.088	1.187.185	11,19
Octubre	106.088	1.280.873	12,07
Noviembre	106.088	1.409.895	13,29
Diciembre	106.088	1.444.709	13,62

Fuente: SISS, 2014.

Con estos valores facturados, podemos estimar la cantidad total de agua consumida y facturada por la muestra estudiada de 386 clientes durante el año 2014, la cual se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 3: Consumo total año 2014

Mes	Promedio Consumo Facturado (M³/Cliente/Mes)	Subtotal mensual (m³)	Total anual (m³)
Enero	14,29	5.517,80	59.523
Febrero	15,93	6.147,50	
Marzo	14,62	5.644,78	
Abril	12,77	4.929,40	
Mayo	12,70	4.901,13	
Junio	11,59	4.472,20	
Julio	10,66	4.115,92	
Agosto	11,47	4.427,85	
Septiembre	11,19	4.319,56	
Octubre	12,07	4.660,44	
Noviembre	13,29	5.129,89	
Diciembre	13,62	5.256,56	

Fuente: Elaboración Propio.

De la misma forma, estos promedios de consumo facturados, dan la posibilidad de poder estimar los consumos reales de la muestra de 386 clientes, aumentando proporcionalmente a la sumatoria de errores que nos dan las combinatorias de fenómenos encontrados en terreno. Es así que, en el caso de los MAP que tienen una instalación de más de 6 años y el error sumado por la cantidad de metros cúbicos leídos, la tabla modificada quedaría de la siguiente manera:

Tabla 4: Consumo real mensual considerando rango de registro de MAP y años de instalación.

Promedio consumo real mensual considerando rango de registro del MAP y años de instalación								
Mes	Promedio Consumo Facturado (M ³ /Cliente/Mes)	Rango de m ³ registrados						
		0 - 500	501 - 1000	1001 - 1500	1501 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	3001 - +
Enero	14,29	15,14	15,20	15,25	15,34	15,42	15,51	15,57
Febrero	15,93	16,87	16,93	16,99	17,09	17,18	17,28	17,34
Marzo	14,62	15,49	15,55	15,60	15,69	15,78	15,87	15,93
Abril	12,77	13,52	13,58	13,63	13,70	13,78	13,86	13,91
Mayo	12,70	13,45	13,50	13,55	13,62	13,70	13,78	13,83
Junio	11,59	12,27	12,32	12,36	12,43	12,50	12,57	12,62
Julio	10,66	11,29	11,33	11,38	11,44	11,51	11,57	11,61
Agosto	11,47	12,15	12,19	12,24	12,31	12,38	12,45	12,49
Septiembre	11,19	11,85	11,90	11,94	12,01	12,07	12,14	12,19
Octubre	12,07	12,79	12,83	12,88	12,96	13,03	13,10	13,15
Noviembre	13,29	14,07	14,13	14,18	14,26	14,34	14,42	14,47
Diciembre	13,62	14,42	14,48	14,53	14,61	14,69	14,78	14,83

Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma, cuando además de las condiciones anteriores, los promedios de consumo facturado mensual, se aumentan con los porcentajes de la condición anterior (más de 6 años instalado + rango de metros cúbicos leídos) y a esto se le suma el error producido por la condición de que, el medidor se encuentra girado respecto al eje horizontal en 45°, los consumos reales, o sea, el consumo facturado aumentado por los porcentajes de la sumatoria de errores quedaría de la siguiente manera:

Tabla 5.27: Promedio consumo real mensual, considerando rango de registro del MAP, años de instalación y MAP girado en 45°.

Promedio consumo real mensual considerando rango de registro del MAP, años de instalación y MAP girado en 45°								
Mes	Promedio Consumo Facturado (M³/Cliente/Mes)	Rango de m³ registrados						
		0 - 500	501 - 1000	1001 - 1500	1501 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	3001 - +
Enero	14,29	15,71	15,77	15,82	15,91	16,00	16,08	16,14
Febrero	15,93	17,50	17,57	17,63	17,73	17,82	17,92	17,98
Marzo	14,62	16,07	16,13	16,19	16,28	16,36	16,45	16,51
Abril	12,77	14,03	14,09	14,14	14,21	14,29	14,37	14,42
Mayo	12,70	13,95	14,01	14,06	14,13	14,21	14,28	14,34
Junio	11,59	12,73	12,78	12,83	12,90	12,96	13,03	13,08
Julio	10,66	11,72	11,76	11,80	11,87	11,93	12,00	12,04
Agosto	11,47	12,61	12,65	12,70	12,77	12,84	12,91	12,95
Septiembre	11,19	12,30	12,34	12,39	12,46	12,52	12,59	12,63
Octubre	12,07	13,27	13,32	13,37	13,44	13,51	13,58	13,63
Noviembre	13,29	14,61	14,66	14,71	14,79	14,87	14,95	15,00
Diciembre	13,62	14,97	15,02	15,08	15,16	15,24	15,32	15,37

Fuente: Elaboración Propia.

Ahora, si bien ya tenemos la variación que se ha generado en los promedios de consumo facturados, esto nos da pie para estimar las cantidades de agua reales que se han consumido.

Esto se obtendrá a través de los consumos promedios aumentados por los porcentajes de error de los fenómenos estudiados, y multiplicados por los clientes que tienen esas condiciones.

Es así, por ejemplo, si existen 6 clientes, que su medidor se encuentra con un registro entre 501 y 1000 m³ leídos, con más de 6 años instalados, y su medidor no se encuentra girado respecto al eje horizontal su error será de 6,3 %. En abril, el consumo facturado promedio de los clientes de Viña del Mar, fue de 12,77 m³, pero si rectificamos con los porcentajes de errores, el consumo real será de 13,58 m³. Ahora, el consumo facturado de los 6 cliente en abril fue de $6 \times 12,77 \text{ m}^3 = 76,62 \text{ m}^3$, pero el consumo real de esos mismos clientes fue de $6 \times 13,58 \text{ m}^3 = 81,48 \text{ m}^3$.

De esta forma se realizaron dos tablas considerando las dos posibles condiciones que se podían dar en terreno. Ellas se detallan a continuación:

Tabla 5: Consumo real considerando rango de registro del MAP y años de instalación

Consumo real considerando rango de registro del MAP y años de instalación										
Mes	Promedio Consumo Facturado (M³/Cliente/Mes)	Rango de m³ registrados							Subtotal mensual	Total anual
		0 - 500	501 - 1000	1001 - 1500	1501 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	3001 - +		
Enero	14,29	45,41	91,17	289,80	168,72	200,51	201,63	825,05	1.822,30	19.658
Febrero	15,93	50,60	101,58	322,87	187,98	223,40	224,64	919,21	2.030,27	
Marzo	14,62	46,46	93,27	296,47	172,60	205,13	206,27	844,04	1.864,24	
Abril	12,77	40,57	81,45	258,90	150,73	179,13	180,13	737,07	1.627,98	
Mayo	12,70	40,34	80,98	257,41	149,87	178,10	179,09	732,85	1.618,64	
Junio	11,59	36,81	73,90	234,88	136,75	162,52	163,42	668,71	1.476,98	
Julio	10,66	33,88	68,01	216,17	125,86	149,57	150,40	615,44	1.359,32	
Agosto	11,47	36,44	73,16	232,55	135,39	160,91	161,80	662,08	1.462,34	
Septiembre	11,19	35,55	71,37	226,87	132,08	156,97	157,84	645,89	1.426,57	
Octubre	12,07	38,36	77,01	244,77	142,51	169,36	170,30	696,86	1.539,15	
Noviembre	13,29	42,22	84,76	269,43	156,86	186,42	187,45	767,05	1.694,19	
Diciembre	13,62	43,26	86,86	276,08	160,73	191,02	192,08	785,99	1.736,03	

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 5.29: Consumo real considerando ambos fenómenos estudiados.**

Consumo real considerando ambos fenómenos identificados en terreno										
Mes	Promedio Consumo Facturado (M³/Cliente/Mes)	Rangos de m³ registrados							Subtotal mensual (m³)	Total anual (m³)
		0 - 500	501 - 1000	1001 - 1500	1501 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	3001 - +		
Enero	14,29	0,00	63,07	506,38	556,85	559,86	675,43	1.936,66	4.298,25	46.367
Febrero	15,93	0,00	70,27	564,17	620,40	623,75	752,51	2.157,68	4.788,78	
Marzo	14,62	0,00	64,52	518,03	569,67	572,74	690,97	1.981,23	4.397,17	
Abril	12,77	0,00	56,34	452,38	497,47	500,16	603,40	1.730,14	3.839,90	
Mayo	12,70	0,00	56,02	449,79	494,62	497,29	599,94	1.720,22	3.817,88	
Junio	11,59	0,00	51,12	410,42	451,33	453,77	547,44	1.569,67	3.483,75	
Julio	10,66	0,00	47,05	377,73	415,38	417,62	503,83	1.444,62	3.206,21	
Agosto	11,47	0,00	50,61	406,35	446,86	449,27	542,01	1.554,11	3.449,20	
Septiembre	11,19	0,00	49,37	396,41	435,93	438,28	528,75	1.516,10	3.364,85	
Octubre	12,07	0,00	53,27	427,70	470,33	472,87	570,48	1.635,74	3.630,39	
Noviembre	13,29	0,00	58,63	470,78	517,71	520,50	627,95	1.800,51	3.996,08	
Diciembre	13,62	0,00	60,08	482,40	530,49	533,35	643,45	1.844,97	4.094,75	

Fuente: Elaboración propia.

De las dos tablas anteriores, podemos observar que la muestra que corresponde a los 118 clientes con el consumo corregido respecto a su rango de registro de MAP y el año de instalación, consumen realmente 19.658 m³ de agua. En diferencia de lo aquello, los

resultados de los 268 clientes que tienen el consumo corregido por el error atribuido a el rango de registro, año de instalación mayor a 6 años y MAP girado en 45°, consumen 46.367 m³.

Para generar una comparativa más aterrizada, de la misma forma anterior, se puede establecer los consumos facturados a los clientes. Con esto tendremos una forma directa de observar y cuantificar cual es la diferencia que se da por la influencia de los fenómenos estudiados.

Estos datos finalmente, nos aclaran, la diferencia aproximada que existe entre los valores de consumos facturados y valores reales de consumo, existiendo una diferencia de 9.023 m³ de agua en la muestra representativa de la ciudad de Viña del Mar, durante el año 2014. Esto significa que la empresa sanitaria, dejó de facturar alrededor de un 9,85 % respecto a lo que realmente facturó.

Pero, ¿Qué más podemos concluir de esta investigación?, ¿Se justifica el cambio de medidores de agua potable con los resultados encontrados?

En un breve ejercicio, encontraremos respuesta a este cuestionamiento que surge luego de establecer los porcentajes de pérdidas generados por los medidores.

Partiremos realizando el ejercicio de determinar el consumo anual por tipo de consumidor (dependiendo de los fenómenos presentes). Para esto, trabajamos en las tablas 5.27 y 5.26, en donde, a los valores de consumo promedio mensuales que la empresa sanitaria facturó les restamos los valores promedios mensuales reales, que fueron estimados gracias a nuestra rectificación por el error existente en la lectura.

Con la información recolectada mensualmente, se procedió a multiplicar el consumo en metros cúbicos extras que se generarían al momento de eliminar los desmedros con el valor económico por metro cúbico de agua potable (consumo) y por tratamiento. El valor de ambos servicios, consumo y tratamiento, corresponde en sumatoria a **\$1.159,53**, esta cifra fue obtenida en el estudio tarifario 2013 de ESVL, valor que se aplicaría finalmente en 2014.

El resumen de ambos casos que reúnen los clientes tipos según la presencia de los fenómenos estudiados se presentan a continuación:

Tabla 5.30: Cálculo de la influencia económica en el consumo real mensual considerando rango de registro del MAP, años de instalación y MAP girado en 45°.

Cálculo de la influencia económica en el consumo real mensual considerando rango de registro del MAP, años de instalación y MAP girado en 45°								
Mes	Promedio Consumo Facturado (M³/Ciente/Mes)	Rango de m³ registrados						
		0 - 500	501 - 1000	1001 - 1500	1501 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	3001 - +
Enero	14,29	1,42	1,47	1,53	1,62	1,70	1,79	1,84
Febrero	15,93	1,58	1,64	1,70	1,80	1,90	1,99	2,05
Marzo	14,62	1,45	1,51	1,56	1,65	1,74	1,83	1,89
Abril	12,77	1,26	1,32	1,37	1,44	1,52	1,60	1,65
Mayo	12,70	1,26	1,31	1,36	1,43	1,51	1,59	1,64
Junio	11,59	1,15	1,19	1,24	1,31	1,38	1,45	1,49
Julio	10,66	1,06	1,10	1,14	1,20	1,27	1,33	1,38
Agosto	11,47	1,14	1,18	1,23	1,30	1,37	1,43	1,48
Septiembre	11,19	1,11	1,15	1,20	1,26	1,33	1,40	1,44
Octubre	12,07	1,20	1,24	1,29	1,36	1,44	1,51	1,56
Noviembre	13,29	1,32	1,37	1,42	1,50	1,58	1,66	1,71
Diciembre	13,62	1,35	1,40	1,46	1,54	1,62	1,70	1,76
CONSUMO EXTRA ANUAL (M³)		15,27	15,88	16,50	17,43	18,35	19,28	19,89
MONTO ANUAL FACTURADO EXTRA		\$ 17.702	\$ 18.417	\$ 19.132	\$ 20.205	\$ 21.278	\$ 22.351	\$ 23.066

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5.31: Cálculo de la influencia económica en el consumo real mensual considerando rango de registro del MAP, años de instalación.

Cálculo de la influencia económica en el consumo real mensual considerando rango de registro del MAP y años de instalación								
Mes	Promedio Consumo Facturado (M³/Ciente/Mes)	Rango de m³ registrados						
		0 - 500	501 - 1000	1001 - 1500	1501 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	3001 - +
Enero	14,29	0,84	0,90	0,96	1,04	1,13	1,22	1,27
Febrero	15,93	0,94	1,00	1,07	1,16	1,26	1,35	1,42
Marzo	14,62	0,86	0,92	0,98	1,07	1,16	1,24	1,30
Abril	12,77	0,75	0,80	0,86	0,93	1,01	1,09	1,14
Mayo	12,70	0,75	0,80	0,85	0,93	1,00	1,08	1,13
Junio	11,59	0,68	0,73	0,78	0,85	0,92	0,98	1,03
Julio	10,66	0,63	0,67	0,71	0,78	0,84	0,91	0,95
Agosto	11,47	0,68	0,72	0,77	0,84	0,91	0,98	1,02
Septiembre	11,19	0,66	0,71	0,75	0,82	0,88	0,95	1,00
Octubre	12,07	0,71	0,76	0,81	0,88	0,95	1,03	1,07
Noviembre	13,29	0,78	0,84	0,89	0,97	1,05	1,13	1,18
Diciembre	13,62	0,80	0,86	0,91	0,99	1,08	1,16	1,21
CONSUMO EXTRA ANUAL (M³)		9,10	9,71	10,33	11,26	12,18	13,11	13,72
MONTO ANUAL FACTURADO EXTRA		\$ 10.549	\$ 11.265	\$ 11.980	\$ 13.053	\$ 14.126	\$ 15.198	\$ 15.914

Fuente: Elaboración Propia.

Ahora, nos queda responder el natural cuestionamiento;

- ¿Se justifica el cambio de medidores de agua potable con los resultados encontrados?
- ¿En cuántos años tenemos el retorno de la inversión que significa realizar la renovación de un medidor de agua potable en Viña del Mar?

Para responder las preguntas, primero debemos establecer el valor de lo que significa realizar el cambio del medidor. Para esto, se presenta a continuación un análisis de precio unitario de la partida:

Tabla 5.32: Análisis de Precio Unitario Instalación de un MAP.

Instalación de medidor de agua potable	unidad	cantidad	precio unitario	
Medidor de agua 1/2" Rosca diferenciada.	unidad	1,00	\$ 24.840	\$ 24.840
Gásfiter c/leyes sociales	HH	0,50	\$ 10.000	\$ 5.000
				\$ 29.840
GASTOS GENERALES	20%			\$ 5.968
UTILIDADES	10%			\$ 2.984
SUBTOTAL 1				\$ 38.792
IVA	19%			\$ 7.371
TOTAL COSTO DE INSTALACIÓN POR UNIDAD				\$ 46.163

Fuente: Elaboración Propia

Si ahora, realizamos el ejercicio de calcular el retorno de la inversión realizada por cambiar un medidor, dividiendo el monto de la instalación del medidor con el monto de recuperación anual por concepto de eliminación del error por los fenómenos estudiados, surge la siguiente tabla:

Tabla 5.33: Años de devolución de la inversión por el cambio del MAP.

AÑOS DE DEVOLUCIÓN DE INVERSIÓN POR CAMBIO DE MAP			
		Girado en 45°	
		SI	NO
Rango de m³ registrados	0 - 500	2,61	4,38
	501 - 1000	2,51	4,10
	1001 - 1500	2,41	3,85
	1501 - 2000	2,28	3,54
	2001 - 2500	2,17	3,27
	2501 - 3000	2,07	3,04
	3001 - +	2,00	2,90
*El 100% de las muestras estudiadas presentaron una instalación de más de 6 años de antigüedad.			

Fuente: Elaboración Propia.

A modo de ejemplo, un medidor que presenta más de 6 años de antigüedad, girado en 45° y con un consumo de entre 1001 y 1500 m³, la inversión tiene una tasa de retorno de **2,41 años**.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones

La producción y distribución de agua potable se realiza a través de un sistema de compleja administración, y por ende, el control que se pueda llevar a cabo por las pérdidas, procede en una dificultosa tarea.

Sin embargo, es de trascendental importancia, disminuir la brecha entre el recurso producido y el recurso facturado. Acortar esta diferencia, potencia de gran modo el mayor éxito que podamos obtener del ejercicio productivo.

Es ESVAL, una empresa que, en estos momentos, se ubica en el tercer lugar porcentual de agua no registrada, rosando una productividad del 60%, por lo que deja a su administración la gran tarea de reducir estas pérdidas a lo mínimo posible.

Parte de esta labor, que se esclarece de la nebulosa que implica este 40% de pérdidas, viene dado por la respuesta que se ha dado a través del avance de la presente investigación y las conclusiones que finalmente se obtuvieron, donde, de este valor total de pérdidas, se pudo calcular que, en los consumos domiciliarios, se produce una merma al sistema de un 9,85% por concepto de fallas en la micro-medición.

Respondiendo al objetivo general, la eficiencia de la medición a nivel domiciliario en la ciudad de Viña del Mar, por lo tanto, alcanza un 90,85%.

Esto quiere decir, que por cada 100 lts de agua que se produce y se transporta para el consumo de los clientes de la ciudad de Viña del Mar, se factura y cobran solamente 90,15 lts, dejándose de percibir por conceptos de mermas relacionadas con condiciones de los medidores de agua o errores en su instalación, 9,85 lts del vital líquido.

Respecto a los objetivos específicos, se obtuvo la influencia teórica que presentan las variables estudiadas en su combinación. Esto se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6.1: Detalle porcentaje de pérdida generada por combinación de fenómenos estudiados

Porcentaje de pérdida generado por la combinatoria de cada fenómeno presente en los MAP*								
		A+B+C	A	B	C	A+B	A	B
Rango de m ³ registrados	0 - 500	-9,90%	-0,90%	-5,00%	-4,00%	-5,90%	-0,90%	-5,00%
	501 - 1000	-10,30%	-1,30%	-5,00%	-4,00%	-6,30%	-1,30%	-5,00%
	1001 - 1500	-10,70%	-1,70%	-5,00%	-4,00%	-6,70%	-1,70%	-5,00%
	1501 - 2000	-11,30%	-2,30%	-5,00%	-4,00%	-7,30%	-2,30%	-5,00%
	2001 - 2500	-11,90%	-2,90%	-5,00%	-4,00%	-7,90%	-2,90%	-5,00%
	2501 - 3000	-12,50%	-3,50%	-5,00%	-4,00%	-8,50%	-3,50%	-5,00%
	3001 - +	-12,90%	-3,90%	-5,00%	-4,00%	-8,90%	-3,90%	-5,00%

*El 100% de las muestras estudiadas presentaron una instalación de más de 6 años de antigüedad

A: % agregado por rango de registro

B: % agregado por año de instalación

C: % agregado por giro de MAP

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la conveniencia de proceder con un programa más agresivo de renovación de medidores de agua potable, es claro que traería dividendos positivos al mediano plazo, como se observa en la tabla 5.33 los años de retorno de la inversión que significa realizar un cambio de un medidor, varía entre los 2 y los 4,38 años, lo que a nivel de empresa es un periodo bastante racional de espera, considerando que esta medida sería puntual y traería beneficios sostenidos en el tiempo.

Finalmente, queda destacar que se estimó, conforme las observaciones encontradas en terreno, los rangos de pérdidas que se producen en el sistema en comparación de agua consumida y no medida. Este rango, corresponde a un 9,85%

6.1 Propuesta de Futuras Investigaciones

En cualquier investigación que se desarrolle con sangre, sudor y lágrimas, se obtienen resultados que ayudan de sobremanera a esclarecer la nebulosa donde se encontraban las respuestas que se observaba en un comienzo de aquel épico viaje. Al ahondarse en un tema específico, al adquirir nuevos conocimientos expandiendo los límites de conocimiento personal, se trazan nuevos caminos que recorrer. Es por esto, que si bien, uno suma conocimiento focalizado en dar respuesta al trabajo realizado, quedan líneas de investigación, pequeños trazos que abren la sed de investigación nuevamente.

En este sentido, durante el desarrollo de la presente tesis, la primera línea investigativa que se cruzó fue la comprobación de los estudios señalados como ejes de la investigación. Sería conveniente, comprobar si los resultados expuestos por otros autores en lejanas partes del mundo. Es por esto, que nació la incertidumbre de si tiene algún efecto diferencial acá en Chile si se replicara la investigación. De lo anterior, nos queda cuestionarnos:

- ¿Cuál es la influencia en el error de medición del paso del tiempo en los medidores de agua potable en Chile?
La idea, sería conseguir medidores en una empresa sanitaria que hayan sido retirados del mercado recientemente, y realizarle pruebas de cuál es su calidad de medición, así sabríamos cuál es la influencia de particularidades exclusivas de Chile como la presencia de sales en la composición química del agua, esto a través de pruebas de funcionamiento con un medidor patrón instalado en un circuito cerrado de prueba.
- Influencia de los hábitos de consumo en las pérdidas por consumo no facturado de agua potable.
Debido al uso de los medidores y a la pérdida de su capacidad y sensibilidad a los caudales bajos de consumos, se podría establecer la influencia de la edad de los medidores a la sensibilidad de su caudal de inicio.

BIBLIOGRAFÍA

- NCh 691 of. 1998, “Agua potable – Conducción, regulación y distribución”.
- NCh 1730 of. 2002, “Medidores para agua potable, tipo velocimétrico hasta 10 m³/hr de caudal nominal – Especificaciones y ensayos.
- NCh 3274 of. 2014, “Medición de caudal de agua en tuberías cerradas completamente llenos – Medidores para agua potable fría y agua caliente – Parte 1 Especificaciones.
- J. Pocas Martins, 2009, “Water loss reduction and change management”.
- Francisco Arregui, Enrique Cabrera, Ricardo Cobacho y Jorge García-Serra, Instituto de Tecnología del agua, Universidad de Valencia, (2005), “Keys factors affecting water meter accuracy”.
- Fantozzi, Criminisi, Fontanazza, Lambert, “Investigation into under-registration of customer meters in Palermo (Italy) and the effect of introducing unmeasured flow reducers”.
- Inga Briliute, andrius Bonckus, Gediminas Zygmantas, (2008), “Influence of installation effects on the performance of residential water-meters”.
- Lajos Hovány, “Error in water meter measuring at water flow rate exceeding Q min.”
- Betta, Cascetta, Palombo, (2002), “Cold potable water measurement by means of a combination meter”.
- Bernardo Gómez Moreno, (1981) “Instalación de medidores en edificios multifamiliares e industriales”.
- Gobierno Federal de México, (2001), “Guía práctica para la selección y adquisición de macromedidores para fuentes de abastecimiento de agua potable”.
- Luis García Gutiérrez, “Teoría de la medición de caudales y volúmenes de agua e instrumental necesario disponible en el mercado”.
- Roxana Aranda Ovalle, (2003) “Métodos de Muestreo”.
- Tamayo y Tamayo, Mario. El Proceso de la Investigación científica. Editorial Limusa S.A. México.1997.