



REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
UNIDAD DE FISCALIZACIÓN

ACCIÓN DE APOYO
“GUIA DE CONTROL DE
EXTRACCIONES PARA DIFERENTES
USUARIOS”

INFORME FINAL

SIT N° 268

REALIZADO POR:

ABSA INGENIEROS S.A.

SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2011

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

***Ministro de Obras Públicas
Ingeniero Civil Industrial
Sr. Laurence Golborne Riveros***

***Director General de Aguas
Abogado
Sr. Matías Desmadryl Lira***

***Jefe Unidad de Fiscalización
Biólogo Marino
Sr. Francisco Riestra Miranda***

***Inspector Fiscal
Ingeniero Agrónomo
Sr. Marco Soto Fernández***

ABSA INGENIEROS S.A.

***Jefe de Proyecto
Ingeniero Civil
Sr. Olaff Vargas Aguilera***

***Coordinador de Proyecto
Ingeniero Ambiental
Sr. Luis Meléndez Farías***

***Profesionales de Proyecto
Ingeniero Civil, Sr. Luis Vilte Bellido
Ingeniero Civil, Sr. Jorge Jara Guerrero
Ingeniero Civil, Sr. Luis Mejías Cordero
Ingeniero Civil, Sr. Mauricio Bustos N.
Ingeniero Civil, Sr. Manuel Cárdenas V.
Abogado, Sr. Juan Fuentes Díaz***

Índice de Contenidos

1	ANTECEDENTES	8
2	INTRODUCCIÓN	9
3	PROPUESTA GUÍA EQUIPOS DE MEDICIÓN DE FLUJOS EN TUBERÍAS CERRADAS PARA DIFERENTES USUARIOS	10
3.1	Categorías de caudal establecidas	10
3.2	Estándares.....	11
3.3	Proyectos Tipo.....	13
3.4	Sistemas de Transmisión Remota.....	16
3.4.1	Sistema de Lectura Automática Remota por Emisor-Receptor de radio y transmisión de datos por MODEM radio, línea telefónica o satelital	16
4	INFORMACION DE APOYO REFERENTE A MEDIDORES DE FLUJO EN TUBERIAS CERRADAS	22
4.1	Clasificación según su forma de instalación.....	22
4.1.1	Medidores portátiles	22
4.1.2	Medidores de inserción.....	23
4.1.3	Medidores de Carrete.....	24
4.1.4	Cuadro comparativo	25
4.2	Clasificación según el método de medición.....	25
4.2.1	Flujómetro de turbina mecánico	25
4.2.2	Medidor de Flujo Ultrasónico	26
4.2.3	Flujómetro electromagnético.....	27
4.2.4	Otros.....	29
4.3	Error de Medición.....	32
4.4	Vida útil del medidor	34
4.5	Distancia mínima entre flujómetro y singularidades	34
4.6	Ubicación del medidor	36
4.7	Otros aspectos a considerar.....	36
4.7.1	Diámetro del medidor	36
4.7.2	Presión máxima de trabajo	37
4.7.3	Calidad del agua	37
4.7.4	Aire.....	38
4.7.5	Temperatura ambiente.....	39
4.7.6	Bypass	39
4.7.7	Otras consideraciones	39
4.7.8	Protección del medidor de flujo.	42
5	PROPUESTA GUÍA EQUIPOS DE MEDICIÓN DE FLUJOS EN CANALES ABIERTOS PARA DIFERENTES USUARIOS	43

5.1	Categorías de Caudal Establecidas.....	43
5.2	Estándares.....	43
5.3	Proyectos Tipo.....	44
5.4	Sistemas de Transmisión Remota.....	46
5.4.1	Sistema de Lectura Automática Remota por Emisor-Receptor de radio y transmisión de datos por MODEM radio, línea telefónica o satelital	46
6	INFORMACIÓN DE APOYO REFERENTE A MEDIDORES DE FLUJO EN CANALES ABIERTOS	53
6.1	Factores Para La Elección Del Tipo De Medidor De Fluido	53
6.2	Clasificación de Medidores de Caudal	53
6.2.1	Vertederos de labio fino.	53
6.2.2	Canal Parshall.....	53
6.2.3	Compuertas	54
6.2.4	Medidores por ultrasonido	54
6.3	Tipos de Medidores de Caudal.....	54
6.3.1	Caudalímetro por ultrasonidos.....	54
6.3.2	Medidor de caudal mediante área Velocidad con medición de Nivel 55	
6.3.3	Medidor de caudal mediante área Velocidad con medición de Radar Doppler	55
6.3.4	Medición de Caudal mediante el uso de Vertederos	56
6.3.5	Medición de Caudal mediante el uso de Canaleta Parshall.....	61
6.3.6	Medición de Caudal mediante el uso de Compuertas.....	64
6.4	Parámetros de Selección	67
6.4.1	Error de Medición.....	67
6.4.2	Velocidad de flujo	67
7	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS MEDIDORES DE FLUJO EN TUBERÍAS CERRADAS Y CANALES ABIERTOS.....	68
8.	ANEXOS.....	69
8.1	Anexo N° 1: Estándares de Equipo de Medición	69
8.2	Anexo N° 2: Proyectos Tipo Mínimos.....	70
8.3	Anexo N° 3: Ficha Técnica Estándares de Equipo de Medición	71
8.4	Anexo N° 4: Formulario Proyecto de Control de Extracciones.....	72

Índice de Ilustraciones

Ilustración 3-1 Zonificación para distintos rangos de caudales.....	10
Ilustración 3-2 Principio de Funcionamiento.....	17
Ilustración 3-3 Concentrador	19
Ilustración 3-4 Transmisor.....	20
Ilustración 3-5 Esquema General del Sistema de Transmisión Remota de la DGA...	21
Ilustración 4-1 Medidores Portátiles	23
Ilustración 4-2 Medidores de Inserción	23
Ilustración 4-3 Posicionamiento Medidores de Inserción.....	24
Ilustración 4-4 Medidor de Carrete	24
Ilustración 4-5 Flujómetro de Turbina	26
Ilustración 4-6 Flujómetro Ultrasónico	26
Ilustración 4-7 Flujómetro Electromagnético.....	28
Ilustración 4-8 Caudalímetro Coriolis	29
Ilustración 4-9 Caudalímetro Tipo Giratorio.....	30
Ilustración 4-10 Caudalímetros Discos Ovalados.....	30
Ilustración 4-11 Caudalímetro Rotámetro	31
Ilustración 4-12 Caudalímetro Torbellino.....	31
Ilustración 4-13 Ubicación del Medidor.....	36
Ilustración 4-14 Posiciones Correctas de Instalación de Flujómetros.....	41
Ilustración 4-15 Posiciones Incorrectas de Instalación de Flujómetros.....	41
Ilustración 4-16 Protección del Medidor de Flujo	42
Ilustración 5-1 Principio de Funcionamiento.....	48
Ilustración 5-2 Concentrador	50
Ilustración 5-3 Transmisor.....	51
Ilustración 5-4 Esquema General del Sistema de Transmisión Remota de la DGA...	52
Ilustración 6-1 Tipos de vertederos.....	53
Ilustración 6-2 Canal Parshall	54
Ilustración 6-3 Ultrasonidos	54
Ilustración 6-4 Medición de Nivel.....	55
Ilustración 6-5 Medición de Radar	55
Ilustración 6-6 Instalación Vertedero.....	57
Ilustración 6-7 Vertedero Rectangular.....	57
Ilustración 6-8 Vertedero Trapezoidal o Cipolletti	58
Ilustración 6-9 Vertedero Trapezoidal o Cipolletti	60
Ilustración 6-10 Medidor canal Parshall	62
Ilustración 6-11 Sección canal Parshall	62
Ilustración 6-12 Medidor de Caudal por Compuertas	65

Índice de Tablas

Tabla 3-1 Categorías y Rango de Caudales de Estudio para Zona I	11
Tabla 3-2 Categorías y Rango de Caudales de Estudio para Zona II	11
Tabla 4-1 Cuadro Comparativo	25
Tabla 4-2 Cuadro Comparativo	32
Tabla 5-1 Categorías y Rango de Caudales de Estudio para Zona I	43
Tabla 5-2 Categorías y Rango de Caudales de Estudio para Zona II	43
Tabla 6-1 Caudal para Vertederos Rectangulares	58
Tabla 6-2 Caudal para Vertederos Trapezoidales	59
Tabla 6-3 Caudal Para Vertederos Triangulares.....	61
Tabla 6-4 Geometría de los canales Parshall.....	63
Tabla 6-5 Características de descarga de canales Parshall	63
Tabla 6-6 Caudales de medición a través de compuertas.....	66
Tabla 6-7 Rangos de error de medición	67

1 ANTECEDENTES

En todo el país, existe una gran presión por la extracción de sus recursos hídricos para el desarrollo de las actividades productivas que podría llevar a una sobreexplotación de los acuíferos y de las aguas superficiales, por extracciones no autorizadas y/o extracciones por sobre los derechos constituidos, generando entre otros efectos:

- disminución de niveles freáticos
- disminución de caudales de vertientes y ríos
- deterioro de la calidad de las aguas

Lo anterior puede implicar los siguientes impactos:

- Imposibilidad física total o parcial de ejercer los derechos de aprovechamientos de aguas impidiendo el desarrollo regional y nacional.
- Deterioro o destrucción de ecosistemas, perdiéndose biodiversidad y su valor turístico.

Luego, para evitar la sobreexplotación de los recursos hídricos y sus efectos indeseados, se requiere que las extracciones de aguas sean solo aquellas avaladas por los respectivos derechos de aprovechamiento de aguas, lo que implica fiscalizar las extracciones no autorizadas y controlar que las extracciones autorizadas se estén realizando de acuerdo a lo indicado en los respectivos derechos de aprovechamientos de aguas.

Actualmente se han impulsado fuertemente las funciones de fiscalización, realizando investigaciones tanto de oficio como generadas por denuncias ciudadanas, tomando medidas administrativas, además de remitir los infracciones para que se apliquen las multas y sanciones respectivas a quienes extraen aguas sin contar con derechos de aprovechamiento.

Por otro lado, la Dirección General de Aguas (DGA) está impulsando el control de las extracciones de aguas de quienes son titulares de derechos de aprovechamiento. Para ello, en una primera etapa, se está ordenando a los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de mayores caudales de sectores prioritarios de las regiones del norte del país, que instalen medidores de caudal de sus extracciones y remitan periódicamente dicha información a la DGA.

Lo anterior implica que los titulares de derechos de aprovechamiento a quienes se ha ordenado control de extracciones deben presentar proyectos para dichos propósitos que posteriormente deben ser revisados y aprobados por la DGA.

Dado que los recursos humanos y materiales son finitos y no permiten actualmente el control de todo el universo de usuarios es necesario ir avanzando parcialmente empezando con los usuarios de mayores caudales para posteriormente abarcar usuarios medianos y pequeños.

2 INTRODUCCIÓN

Estas guías tienen por objeto definir características estándares mínimas para medidores de flujo de caudales y sus instalaciones en tuberías cerradas y canales abiertos, que permitan tener mediciones confiables de los caudales extraídos según la magnitud de sus derechos.

Además se presentan estándares Medio y Superior que no son obligatorios y que podrán ser implementados por los usuarios de acuerdo a sus capacidades e intereses.

3 PROPUESTA GUÍA EQUIPOS DE MEDICIÓN DE FLUJOS EN TUBERÍAS CERRADAS PARA DIFERENTES USUARIOS

3.1 Categorías de caudal establecidas

En vista que lo que se quiere es definir estándares mínimos para los distintos usuarios en relación a su caudal, previo a definir los estándares se procede a definir 3 categorías de usuarios:

- Usuarios con Caudales de Extracción Grandes (en adelante Grandes)
- Usuarios con Caudales de Extracción Medianos (en adelante Medianos)
- Usuarios con Caudales de Extracción Pequeños (en adelante Pequeños)

Dado que el agua tiene distinto valor económico en las distintas regiones del país en relación con las actividades en las cuales puede ser empleada y su grado de escasez, se han definido dos zonas, Zona I: que abarca desde la Región XV a Región Metropolitana y Zona II: que abarca desde la Región VI a la Región XII, como lo muestra la siguiente ilustración.

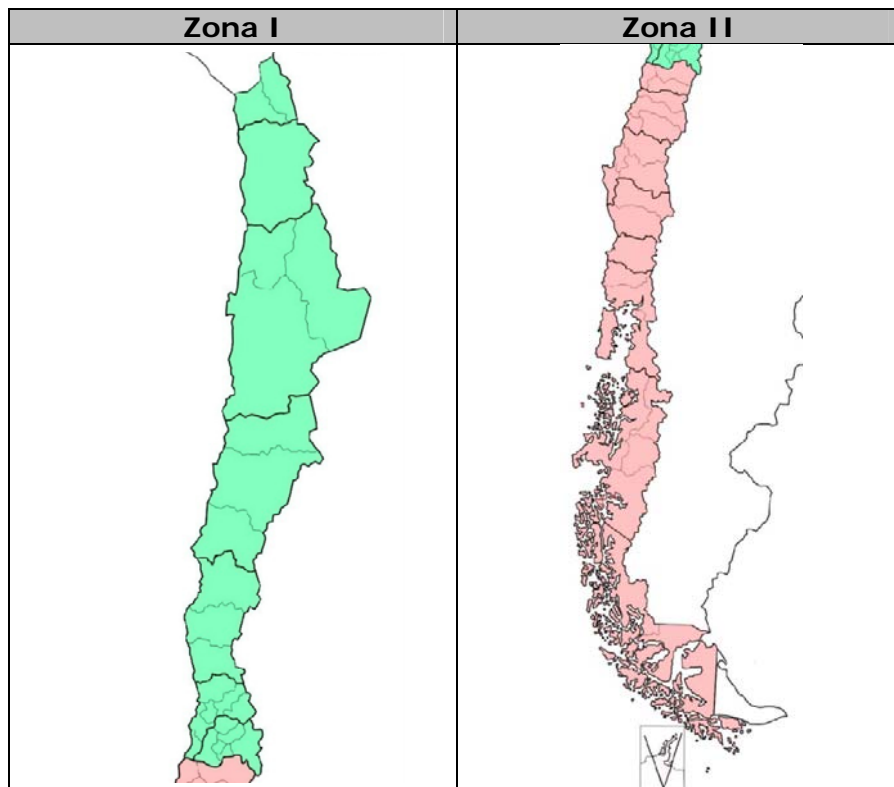


Ilustración 3-1 Zonificación para distintos rangos de caudales

En la Tabla 3-1 se presentan los rangos de caudales para las 3 categorías para la Zona 1 y en la Tabla 3-2 lo mismo para la Zona 2.

Tabla 3-1 Categorías y Rango de Caudales de Estudio para Zona I

Categoría	Caudal
Grandes	>50 l/s
Medianos	10–50 l/s
Pequeños	<10 l/s

Tabla 3-2 Categorías y Rango de Caudales de Estudio para Zona II

Categoría	Caudal
Grandes	>50 l/s
Medianos	20–50 l/s
Pequeños	<20 l/s

El rango de caudal definido para la categoría Grandes, corresponde mayoritariamente a derechos de aprovechamiento de aguas empleados en minería, industria y gran agricultura. La categoría Medianos corresponde mayoritariamente a derechos usados en agricultura. Por último la categoría Pequeños corresponde mayoritariamente a derechos usados en pequeña agricultura incluso de subsistencia.

3.2 Estándares

Para cada categoría se establecen 3 estándares: Mínimo, Medio y Superior. El Estándar Mínimo contempla las características mínimas que exigirá el Servicio. El Estándar Medio se refiere a un sistema de medición de calidad mayor al Mínimo. El Estándar Superior es uno de alto nivel que incluye la transmisión de los datos en tiempo real a una central que puede ser del propio titular, de una empresa externa o en su futuro de la organización de usuarios que correspondiera. Tanto el Estándar Medio como el Superior no son obligatorios y queda a decisión del titular implementarlo de acuerdo a sus capacidades e intereses.

Como estos estándares se establecen para cada una de las categorías se tienen los 9 estándares siguientes:

- Estándar Superior para caudales grandes
- Estándar Medio para caudales grandes
- Estándar Mínimo para caudales grandes
- Estándar Superior para caudales medianos
- Estándar Medio para caudales medianos
- Estándar Mínimo para caudales medianos
- Estándar Superior para caudales pequeños
- Estándar Medio para caudales pequeños
- Estándar Mínimo para caudales pequeños

Para los distintos estándares se ha elaborado una Ficha Técnica que contiene las características que debe cumplir el sistema de medición:

- Tipo de flujómetro
- Rango de caudal que debe poder medir
- Máximo porcentaje de error de medición
- Certificado de calibración
- Cámara de protección
- Mantenimiento
- Manual del equipo
- Ubicación del flujómetro en la tubería
- Distancia mínima entre flujómetro y singularidad en tubería (tanto aguas arriba como aguas abajo)
- Sistema de Transmisión Remota
- Medidor de nivel

Los 9 estándares se presentan en el Anexo 1.

Cualquiera sea el estándar de equipo de medición que se implemente deberán seguirse las siguientes indicaciones generales:

- La instalación del equipo de medición debe ser cercana a la captación de agua, pues lo que se requiere es medir en términos efectivos el caudal de agua subterránea extraída desde dicho punto.
- El equipo de medición debe instalarse aguas abajo de la bomba.
- No se aprobarán aquellos proyectos de sistemas de medición de caudales en que el equipo de medición se pretenda instalar en tuberías verticales con salida libre como tampoco aquellos proyectos en que el equipo de medición se pretenda instalar en los puntos más altos de un sistema de tuberías.
- El equipo de medición debe instalarse en un tramo con tubería completamente llena.
- La distancia mínima entre el flujómetro y una singularidad (codo, válvula mariposa, curva, etc.) debe estar de acuerdo a la indicada por el fabricante, o en su defecto no debe ser mayor a 10 diámetros.
- El flujómetro debe ubicarse en un tramo horizontal de tubería. Eventualmente podría ubicarse en un tramo de tubería con flujo ascendente
- El flujómetro no debe ubicarse en las partes más altas de un sistema de tuberías ya que ahí puede acumularse aire.

3.3 Proyectos Tipo

A continuación se explica lo que debe contener un Proyecto de Control de extracciones a presentar en la Dirección General de Aguas para su revisión y aprobación.

Las partes de un proyecto serían las siguientes:

- a. Información del Pozo
 - Número Identificador de la resolución de control de extracciones. Corresponde al número al que está asociado el derecho de aprovechamiento en la resolución que ordena el control de extracciones.
 - Nombre del pozo.
- b. Información del Titular
 - Nombre
 - Representante Legal (cuando corresponda)
 - Dirección. Idealmente dentro de los límites urbanos de la ciudad donde se encuentra la oficina de la Dirección General de Aguas donde se presenta el proyecto.
 - Teléfono
 - Email
- c. Datos del derecho
 - Caudal
 - Tipo (consuntivo o no consuntivo)
 - Ejercicio (permanente o eventual; continuo, discontinuo o alternado)
 - Región
 - Comuna
 - Coordenada Norte. La que se indica en el documento que acredita dominio.
 - Coordenada Este. La que se indica en el documento que acredita dominio.
 - Datum. El que se indica en el documento que acredita dominio.
 - Huso. El que se indica en el documento que acredita dominio.
 - Dominio. Acá se debe indicar como se acredita el dominio, puede ser: Resolución DGA, Sentencia Judicial y/o Inscripción en CBR.
 - Resolución DGA. Indicar Número y fecha
 - Sentencia Judicial. Indicar Causa y fecha
 - Datos del Conservador de Bienes Raíces:
Conservador de Bienes Raíces
Número
Fojas
Año

d. Mapa de ubicación general

En el cual se posicione el pozo. Puede ser una imagen extraída de Google Earth donde se identifique el pozo y algunos lugares de referencia (poblados, carreteras, etc.).

e. Plano

A escala adecuada, que detalle las distancias respectivas de la instalación del equipo de medición y sus accesorios. En éste se deben identificar claramente los siguientes aspectos:

- Punto de captación de agua
- Bomba
- Flujómetro
- Singularidades aguas arriba y aguas abajo más próximas al equipo de medición, tales como codos, válvulas, curvas, o cualquier otra singularidad.
- Bypass en caso que el proyecto lo contemple.

f. Características de la instalación

- Distancia entre flujómetro y obra de captación
- Distancia entre flujómetro y singularidad aguas arriba
- Tipo de singularidad aguas arriba
- Distancia entre flujómetro y singularidad aguas abajo
- Tipo de singularidad aguas abajo
- Diámetro de la tubería donde se instalará el equipo de medición
- Disposición de la tubería donde se ubica flujómetro (horizontal o vertical. Si es vertical indicar si el flujo es ascendente o descendente).
- Bypass en caso que el proyecto lo contemple. Se deja presente que la instalación del bypass no corresponde a una exigencia, sin embargo, en caso que sí se considere, éste bypass deberá disponer su propio flujómetro por lo que deberá indicarse los mismo que se señala en "Características del medidor".

g. Características del medidor:

- Tipo de equipo de medición: mecánico, ultrasonido, electromagnético u otro.
- Marca y Modelo. Si el titular ya hubiera adquirido el medidor además deberá indicar su número de serie, de lo contrario deberá informarlo en el plazo que se indique en la resolución de aprobación.
- Porcentaje de error asociado al caudal del derecho de aprovechamiento de aguas, para lo cual deberá proporcionar la curva de error o tabla de donde se pueda extraer.
- Rango de caudal que puede medir.
- Indicar si tiene sello de seguridad.
- Rango de temperatura a la que puede medir y el rango de temperatura del lugar de instalación.

- h. Características relativas a la bomba:
 - Marca, modelo y potencia (HP) de la bomba.
 - Profundidad a la que está instalada la bomba.
 - Diámetro de la tubería a la salida de la bomba.
- i. Manual del equipo de medición (en los estándares que corresponda).
- j. Certificado de Calibración (en los estándares que corresponda).
- k. Cámara de Protección (en los estándares que corresponda).
- l. Mantenimiento (en los estándares que corresponda).
- m. Sistema de Transmisión Remota (en los estándares que corresponda).
- n. Sistema de medición de Nivel
- o. Idealmente adjuntar fotografías del pozo, flujómetro, bomba y sistema de medición de nivel.
- p. Idealmente adjuntar copia de documento que acredita dominio del derecho.

En el Anexo 2 se presentan Proyectos Tipo Mínimos para cada una de las 3 categorías de caudal.

Los titulares podrían presentar su proyecto de Control de Extracciones llenando el Formulario que se presenta en el Anexo 4 y adjuntando los documentos que correspondan según el estándar respectivo.

3.4 Sistemas de Transmisión Remota

Sistema de Lectura Automática Remota

Los sistemas de Lectura Automática Remota (LAR) pueden dividirse en tres categorías.

- Primera generación de LAR por sistemas alámbricos.
- Sistema de LAR por Emisor-Receptor de radio.
- Sistema de LAR por Emisor-Receptor de radio y transmisión de datos por MODEM radio, línea telefónica o satelital.

3.4.1 Sistema de Lectura Automática Remota por Emisor-Receptor de radio y transmisión de datos por MODEM radio, línea telefónica o satelital

El sistema descrito a continuación pertenece a la tercera categoría y corresponde al más alto desarrollo tecnológico en la lectura y monitoreo y gestión de medidores de flujo. El sistema permite la medición continua de caudales y se puede usar para control de extracciones de aguas desde las fuentes o medición de consumo doméstico, comercial e industrial.

Esto se logra mediante una red de transmisores de radio conectada a los contadores de los usuarios y reportando a repetidores locales y concentradores regionales. Este último a su vez transfiere la información, organizada y seleccionada, vía MODEM a un Centro de Control de Lectura donde es analizada y procesada para la realización de los procesos de gestión.

Ventajas

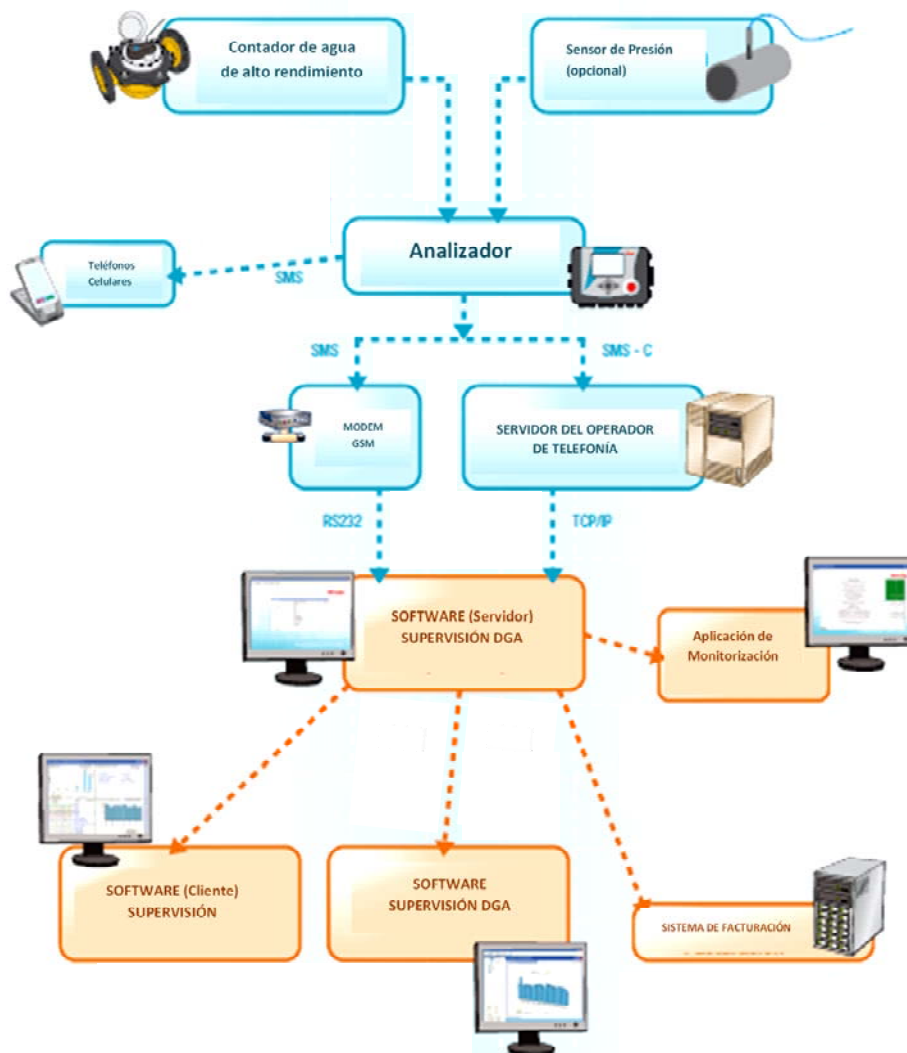
- Se accede a la lectura de la totalidad de los contadores enlazados a la red.
- Se puede adaptar a medidores ya instalados.
- La instalación es inalámbrica. Bajo costo de instalación. No se requieren obras civiles.
- Los transmisores pueden detectar manipulaciones indebidas a estos y a los lectores de pulso.
- El centro de control detecta rápidamente contadores con fallas.
- Por su elevado nivel de servicio, el Centro de Control detecta escapes o fugas en las líneas de suministro, reduciendo pérdidas y/o costos de funcionamiento y operación.
- Identificación de lecturas erróneas y fugas, permitiendo la acción preventiva en la reducción de pérdidas.
- El sistema es modular permitiendo la inclusión programada de nuevos sectores y usuarios.

Principio de Funcionamiento

1. Los registros del flujómetro son enviados por una señal de pulsos a un Transmisor.

2. Cada transmisor envía por radio la información de uno o varios flujómetros a un Repetidor local.
3. Cada Repetidor envía por radio la información de hasta 500 medidores al Concentrador regional.
4. Cada Concentrador almacena la información y transfiere la información de los medidores al Centro de Control de Lectura con el intervalo de tiempo que se establezca. La transmisión se realiza por MODEM, radio, línea telefónica o satélite. El concentrador almacena una copia de seguridad de alto nivel de organización, análisis y redundancia.
5. El Centro de Control solicita la información a los concentradores regionales en los intervalos especificados para su uso.
6. Recibida la información en el Centro de Control, un programa de administración puede ejecutar las siguientes acciones:
 - Actualizar el registro de lectura del contador.
 - Comparar los datos con las lecturas anteriores.
 - Realizar informes sobre anomalías.
 - Realizar informes sobre averías y activar alarmas.

Ilustración 3-2 Principio de Funcionamiento



Centro de Control

El sistema de Lectura Automática puede utilizarse con muchas lecturas programadas para periodos fijos u horas predefinidas.

La instalación del sistema es de tipo modular, siendo así posible incluir posteriormente sectores adicionales según se requiera. El software del Centro de Control puede proveer variedad de informes según los requerimientos.

Funciones posibles:

- Centro de información y servicios a los usuarios.
- Transmisión de lecturas a un ordenador central.
- Informes sobre lecturas anormales y desviaciones del estándar.
- Localización de fugas en redes de distribución.
- Informe de fugas en redes internas de usuarios.
- Detalle automático de consumo y distribución. Perfiles de consumo.

Comunicación:

- La comunicación entre el Centro de Control y los Concentradores es por MODEM, por conexión analógica, celular o satelital.
- Los concentradores transfieren la información al Centro de Control cuando son solicitados por éste.
- La transmisión de datos puede tener una velocidad de 1000 contadores en 50 segundos.

También puede tener un proceso de examen lógico de datos acumulados, en cuanto se completa la comunicación, que incluye pruebas de razonabilidad, para producir:

- Actualización de registros de consumo individual y regional.
- Comprobación de los datos de las nuevas lecturas contra las antiguas.
- Generación de informes dependiendo del tipo de avería.
- Preparación de avisos a los usuarios de acuerdo a los requerimientos del suministrador.
- Transferencia de las lecturas al ordenador central en intervalos prefijados de tiempo: horas, días, meses, etc.

Concentrador

Es el enlace regional del sistema de lectura de contadores y está situado en la red de distribución del suministrador. El concentrador recibe las lecturas que son transmitidas vía radio desde los Repetidores y los Transmisores.

El concentrador ejecuta una comprobación de autenticidad de los datos, identificando errores y desvíos, archiva un diario de incidencias, errores, y desvío de datos, el cual facilita la localización y reparación de fallos. A su vez, crea bases de datos en archivos históricos con las lecturas de cada usuario.

Ilustración 3-3 Concentrador



Repetidor

El repetidor es un retransmisor de radio que opera con el Concentrador para crear un sistema de expansión escalonado y seguro. Se utiliza para ampliar la cobertura del concentrador, minimizando los costos de infraestructura. El repetidor es un emisor receptor de radio que enlaza los transmisores con el concentrador.

Operación.

- Los repetidores están instalados al final para recolectar la información de todos los transmisores de su cobertura.
- Para aplicaciones de baja densidad, un repetidor sencillo puede ofrecer una cobertura hasta de 80 medidores dependiendo del tipo de construcción y del trazado del proyecto.
- Los repetidores incorporan un software de características avanzadas que minimizan el cruce o choque de comunicaciones de radio.

Descripción.

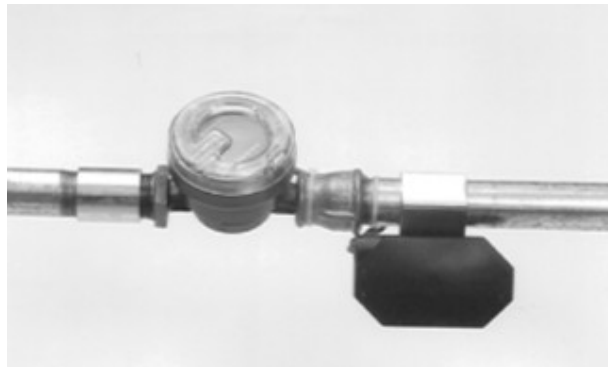
- La información es recibida de los transmisores e inmediatamente transmitida al concentrador.
- La información es revisada y validada por algoritmos de reconocimientos de error.
- En circunstancias especiales, los repetidores pueden trabajar en cascada para maximizar el área de cobertura.
- Alimentación por Energía Solar puede ser utilizada para la operación del sistema.

- Los Repetidores suministran al sistema una importante fuente de información y datos, para permitirle un desempeño confiable en el análisis.

Transmisor

Es el primer enlace del sistema de lectura de contadores.

Ilustración 3-4 Transmisor



Descripción:

- Pueden conectarse según la referencia: uno, hasta 4 y hasta 10 contadores.
- Obtiene los datos del contador por una señal de pulsos y los transmite vía radio.
- Es una unidad independiente que no requiere fuente de energía, ni infraestructura especial para su instalación.
- Significativo ahorro de costos cuando se utiliza en múltiples medidores.

Características:

- Fácil y rápida interface con medidores de salida magnética de pulsos.
- Acumula la información, la almacena y la transmite.
- El suministrador define el periodo de transmisión de datos.

Transmisión Satelital

Eventualmente el Servicio podría considerar la transmisión satelital (la misma que emplea el Servicio para redes hidrometeorológicas) de las mediciones de algún titular si éstas fueran de gran relevancia para la región. Para estos casos el flujómetro debe tener al menos dos salidas: una señal de 4 a 20 mA (correspondiente al caudal instantáneo), y una señal de pulso (totalizador). Para este último caso (pulso), se debe considerar además si la salida es de 12 o 24 V (puede requerir un relé para conectarla al logger utilizado generalmente por la DGA (Axsys MPU).

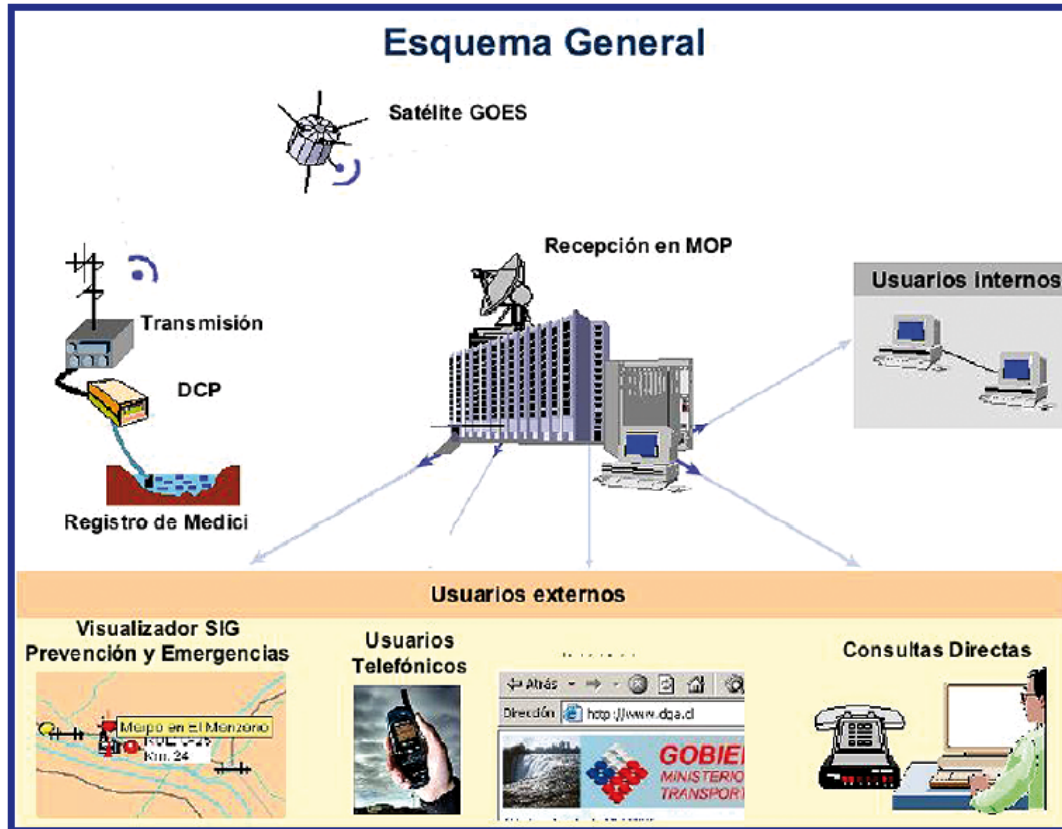
La DGA desarrolló un software especial, necesario para la captura y edición de los datos de las estaciones con transmisión satelital. Este sistema computacional ofrece diversos productos a los usuarios, como son la consulta de datos, sistema de alerta hidrológico, informes detallados y

sinópticos de datos que interesen, servicio de pantallas rotativas, actualización de los datos cada 15 minutos, entre otras prestaciones.

Los datos en tiempo real son proporcionados principalmente a los usuarios a través de internet, en la página web <http://dgasatel.moptt.cl/>

El sistema de transmisión remota que posee la DGA, funciona de acuerdo al siguiente esquema.

Ilustración 3-5 Esquema General del Sistema de Transmisión Remota de la DGA



4 INFORMACION DE APOYO REFERENTE A MEDIDORES DE FLUJO EN TUBERIAS CERRADAS

Muchos dispositivos se encuentran disponibles en el mercado para la medición de flujo en cañerías cerradas. Algunos de ellos miden el caudal en forma directa, mientras que otros miden la velocidad promedio del flujo, el cual puede convertirse a caudal utilizando $\text{Caudal} = \text{Área} \times \text{Velocidad}$. Asimismo, algunos de ellos proporcionan mediciones primarias directas, mientras que otros requieren calibración o la aplicación de un coeficiente de descarga a la salida observada del dispositivo.

Dentro de la variada gama de equipos existentes, los medidores de flujo o flujómetros de canal cerrado más utilizados son equipos que permiten la medición de la velocidad media del flujo de agua que pasa por la sección en la cual están instalados, con lo cual, conociendo el diámetro de la sección, podemos determinar el caudal o flujo de agua que pasa. En general, podemos clasificarlos según su forma de instalación y el método de medición.

4.1 Clasificación según su forma de instalación

Según su forma de instalación, podemos distinguir 3 tipos de flujómetros:

- Portátiles
- Inserción
- Carrete

A continuación se indican las principales características para cada uno de estos tipos de flujómetros.

4.1.1 Medidores Portátiles

Los medidores portátiles son dispositivos de medición que generalmente incluyen dos o más sensores, los cuales se adosan a la parte exterior de la tubería, y evidentemente, pueden ser removidos en cualquier momento, posibilitando la alteración de la medición del totalizador. Por otro lado, la medición depende del estado de la tubería en la que se instalen los sensores. Cabe señalar además que estos dispositivos son fácilmente reseteables y manipulables, por lo que no son recomendables como un sistema de control que realice el propio titular del derecho y que luego informe a la Dirección General de Aguas. Un beneficio de este tipo de medidores es que su costo es independiente del diámetro de tubería que se desee medir. Su precisión es baja (se ven afectados por la instalación de los sensores a las distancias adecuadas, estado de la tubería, es necesario conocer las características del momento en la tubería), comparativamente con los medidores de carrete, no obstante, resultan ser una herramienta muy útil para mediciones propias del Servicio en terreno.

Ilustración 4-1 Medidores Portátiles



4.1.2 Medidores de Inserción

Este tipo de medidor, corresponde a un dispositivo de forma tubular, de fácil instalación, el cual se inserta en la tubería a medir. Existen distintos tipos, según el método de medición. Si consideramos un medidor de con método de medición electromagnético, que es de los más precisos, el equipo de inserción es bastante menos preciso que el de carrete principalmente por dos motivos:

- Se inserta a 1/4 del diámetro del tubo ya que a esa distancia del borde se genera una "velocidad promedio". A diferencia, el de carrete mide efectivamente la velocidad promedio.
- Entrega una señal proporcional (4-20 mA) a la velocidad y uno debe convertir ese valor a flujo volumétrico (caudal), generándose error o imprecisión vía señal 4-20mA y en el cálculo del área de la tubería. En el caso del de carrete todos los ítems anteriores están resueltos, con un diámetro conocido y calibrado y una electrónica que calcula y totaliza directamente.

Ilustración 4-2 Medidores de Inserción

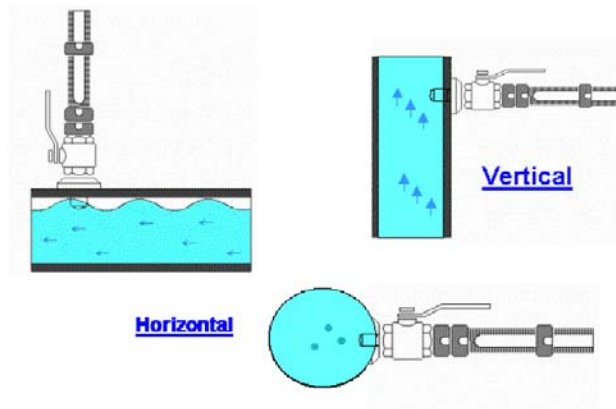


Conforme a lo anterior, si se busca una medida económica (sobre todo en diámetros grandes) en que la precisión no es primordial, los equipos de inserción cumplen un buen papel.

Adicionalmente, un equipo de inserción tiene las siguientes desventajas para los propósitos de la Dirección General de Aguas:

- Es fácil de retirar de la tubería, dependiendo de su forma de fijación (la medición puede ser fácilmente manipulable por el usuario)
- La medición dependerá de las condiciones de la tubería en la que sea instalado (podrían incluso ser condiciones no conocidas, como espesor y diámetro interno de la tubería, lo que llevaría a errores de medición).
- Al estar inserto $\frac{1}{4}$ del diámetro del tubo, constituye una obstrucción al paso de objetos que pudiese transportar el flujo, además es más susceptible a desgaste en caso que no sea agua limpia.
- No se pueden instalar en tuberías que no sean de fierro o acero ya que no tienen forma de generar tierra. (esto elimina tuberías de cemento, pvc. y tuberías con algún tipo de recubrimiento interno).

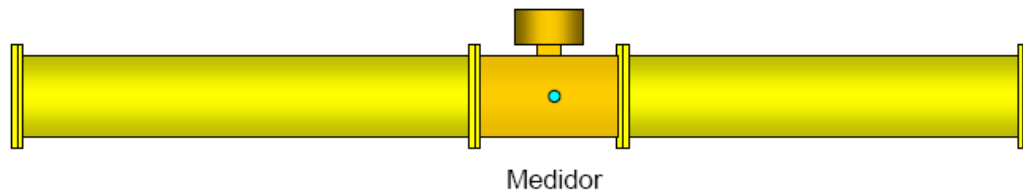
Ilustración 4-3 Posicionamiento Medidores de Inserción



4.1.3 Medidores de Carrete

Un flujómetro de carrete es un dispositivo en el cual los sensores forman parte integral de un tubo (o carrete), el cual se instala en un tramo de tubería. Este tipo de equipos es mucho más preciso y con una medida más consistente que los dos anteriores, es menos factible de ser manipulado sin dejar evidencias de ello.

Ilustración 4-4 Medidor de Carrete



4.1.4 Cuadro Comparativo

A continuación se presenta un breve cuadro comparativo para este tipo de clasificación:

Tabla 4-1 Cuadro Comparativo

Ítem\Tipo de Medidor	Carrete	Portátil	Inserción
Precisión	Alta	Baja	Media
Posibilidad de manipulación de datos por el usuario	Menor	Altamente factible	Medianamente factible
Influencia estado interior de la tubería	Escasa	Alta	Alta
Influencia estado exterior de la tubería	Escasa	Alta	Escasa
Partes físicas dentro de la tubería	Sólo en los mecánicos	No	Sí
Costo versus diámetro	Proporcional	No depende del diámetro	No depende del diámetro

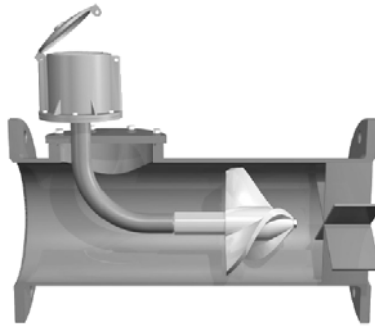
Respecto a la categorización anteriormente indicada, para los propósitos de la Dirección General de Aguas se recomienda la aceptación sólo de los del tipo Carrete, dado principalmente a que existen menores posibilidades que éstos sean intervenidos por el titular.

4.2 Clasificación según el método de medición

4.2.1 Flujómetro de Turbina Mecánico

En este tipo de flujómetro, el agua fluye a la cámara de medición donde se provoca la revolución de un rotor de múltiples aletas. Este tipo de medidor consta de una longitud de tubería en el centro de la cual hay un rotor de paletas múltiple, montado sobre cojinetes, para que pueda girar con facilidad. La energía cinética del fluido circulando hace girar el rotor con una velocidad angular que, en el margen lineal del medidor, es proporcional a la velocidad media axial del fluido, y por lo tanto, al caudal volumétrico. Generalmente las lecturas de flujo se obtienen por un cople magnético que transmite las rotaciones del rotor hacia el registro sellado. El cople magnético se realiza por un tornillo en ángulo recto que conecta el rotor con el eje de transmisión vertical. Un imán conectado al eje vertical lo rodea. Por el cople magnético, la rotación del rotor se transmite a un imán seguidor que lo transmite al engranaje del medidor.

Ilustración 4-5 Flujómetro de Turbina



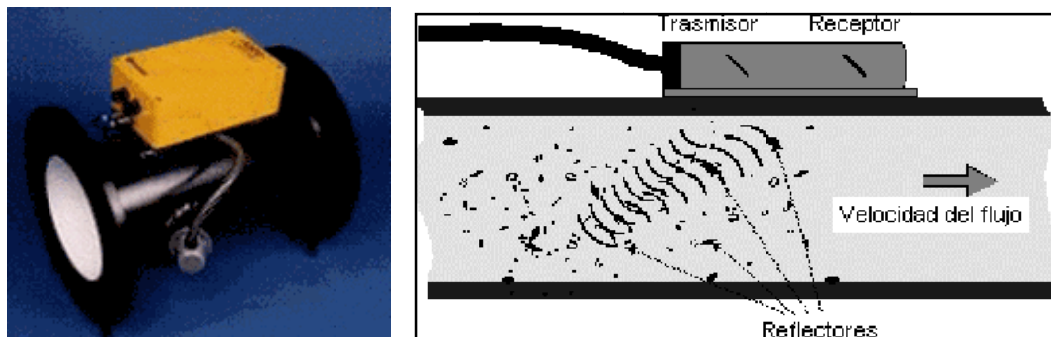
Los medidores de turbina mecánicos son muy afectados por las partículas del fluido. Este deterioro debido al uso, es un particular problema que conlleva una permanente pérdida de presión del sistema de medida.

A diferencia de los otros dos tipos de flujómetros que a continuación se describirán, para los medidores mecánicos de turbina se requiere un filtro para asegurar el acondicionamiento óptimo del flujo y la protección del elemento de medición.

4.2.2 Medidor de Flujo Ultrasónico

Consta de unas sondas, que trabajan por pares, como emisor y receptor. La placa piezo-cerámica de una de las sondas es excitada por un impulso de tensión, generándose un impulso ultrasónico que se propaga a través del medio líquido a medir, esta señal es recibida en el lado opuesto de la conducción por la segunda sonda que lo transforma en una señal eléctrica.

Ilustración 4-6 Flujómetro Ultrasónico



El convertidor de medida determina los tiempos de propagación del sonido en sentido y contrasentido del flujo en un medio líquido y calcula su velocidad de circulación a partir de ambos tiempos (recordar el típico

ejercicio de física respecto a movimiento relativo de un barco que debe cruzar un río). A partir de la velocidad se determina el caudal.

Hay dos tipos de medidores de flujo por ultrasonidos:

- Efecto Doppler: Miden los cambios de frecuencia causados por el flujo del líquido. Se colocan dos sensores, cada uno a un lado del flujo a medir, y se envía una señal de frecuencia conocida a través del líquido. Sólidos, burbujas y discontinuidades en el líquido harán que el pulso enviado se refleje, pero como el líquido que causa la reflexión se está moviendo la frecuencia del pulso que retorna también cambia y ese cambio de frecuencia será proporcional a la velocidad del líquido.
- Tiempo de Tránsito: Tienen transductores colocados a ambos lados del flujo. Su configuración es tal que las ondas de sonido viajan entre los dispositivos con una inclinación de 45 grados respecto a la dirección de flujo del líquido. La velocidad de la señal que viaja entre los transductores aumenta o disminuye con la dirección de transmisión y con la velocidad del líquido que está siendo medido. Tendremos dos señales que viajan por el mismo elemento, una a favor de la corriente y otra en contra de manera que las señales no llegan al mismo tiempo a los dos receptores. Se puede hallar una relación diferencial del flujo con el tiempo transmitiendo la señal alternativamente en ambas direcciones. La medida del caudal se realiza determinando el tiempo que tardan las señales en viajar por el flujo.

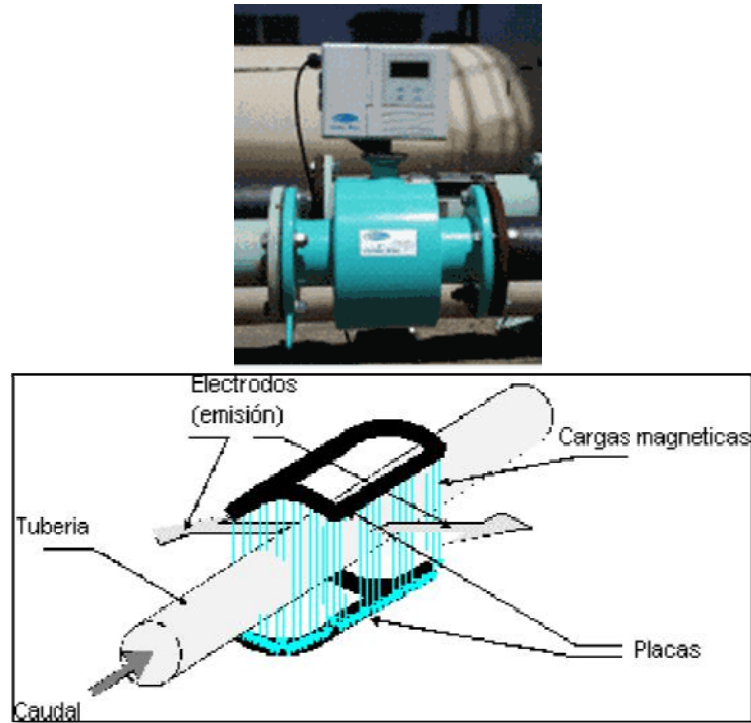
Características:

- Las medidas no se ven afectadas por la presencia de sustancias químicas, partículas contaminantes.
- Tienen un alto rango dinámico
- Las medidas son independientes de la presión y del líquido a medir
- No se producen pérdidas de presión debido al medidor
- No hay riesgos de corrosión en un medio agresivo
- El diámetro de la tubería no influye en su costo ni en su rendimiento.
- En tuberías de gran diámetro es el más económico pero para tuberías de pequeño diámetro el costo es relativamente alto
- Su instalación es muy simple y económica.
- Su precisión no es muy alta.

4.2.3 Flujómetro Electromagnético

Su principio de medida está basado en la Ley de Faraday, la cual expresa que al pasar un fluido conductivo a través de un campo magnético, se produce una fuerza electromagnética, directamente proporcional a la velocidad del mismo, de donde se puede deducir también el caudal.

Ilustración 4-7 Flujómetro Electromagnético



Está formado por un tubo, revestido interiormente con material aislante. Sobre dos puntos diametralmente opuestos de la superficie interna se colocan dos electrodos metálicos, entre los cuales se genera la señal eléctrica de medida. En la parte externa se colocan los dispositivos para generar el campo magnético, y todo se recubre de una protección externa, con diversos grados de seguridad.

El flujo completamente sin obstrucciones es una de las ventajas de este medidor. El fluido debe ser ligeramente conductor debido a que el medidor opera bajo el principio de que cuando un conductor en movimiento corta un campo magnético, se induce un voltaje.

Los componentes principales incluyen un tubo con un material no conductor, dos bobinas electromagnéticas y dos electrodos, alejados uno del otro, montados a 180° en la pared del tubo. Los electrodos detectan el voltaje generado en el fluido. Puesto que el voltaje generado es directamente proporcional a la velocidad del fluido, una mayor velocidad de flujo genera un voltaje mayor. Su salida es completamente independiente de la temperatura, viscosidad, gravedad específica o turbulencia. Los tamaños existentes en el mercado van desde 5 mm hasta varios metros de diámetro.

Ventajas:

- No genera pérdidas de carga (aplicables a procesos que fluyen por gravedad o en fluidos cercanos al punto de vaporización).

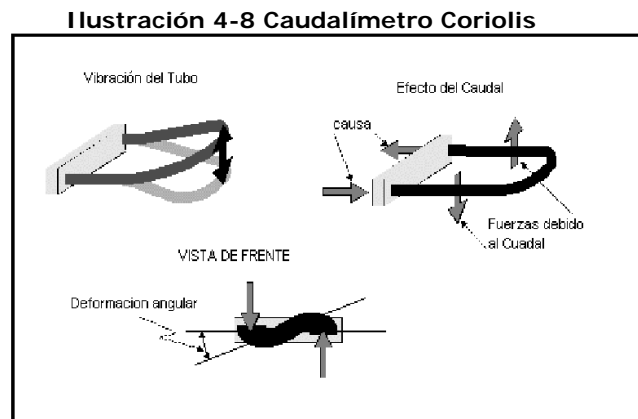
- Dado que el parámetro censado a través de la tubería es velocidad promedio, se aplica tanto a flujo laminar como turbulento y no depende de la viscosidad.
- Como la tubería puede ser de cualquier material no conductor, con lo que se le puede dar buena resistencia a la corrosión.
- Apto para la medición de barro.
- Permite la medición de caudales bi-direccionales.
- No tiene partes móviles, por lo que es confiable y de bajo mantenimiento.
- Su precisión es relativamente alta.

Desventajas:

- Si el fluido a medir produce depósitos sobre los electrodos, la medición será errónea.
- Su costo es relativamente alto.
- No es utilizable en gases por la baja conductividad.

4.2.4 Otros

➤ **Caudalímetro Masivo. Por el principio de Coriolis**



Ventajas:

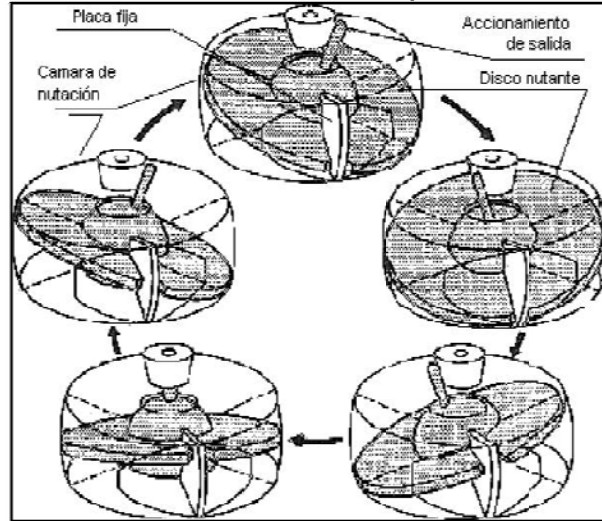
- Su salida es lineal con el flujo másico.
- No requiere compensación por variaciones de temperatura o presión
- Es adecuado para casos de viscosidad variable
- Permite la medición de caudales másicos de líquidos difíciles de medir: adhesivos, nitrógeno líquido, etc.

Desventajas:

- Es muy voluminoso.
- No es apto para caudales elevados.

➤ **Medidores de Caudal de Tipo Nutante**

Ilustración 4-9 Caudalímetro Tipo Giratorio



Ventajas:

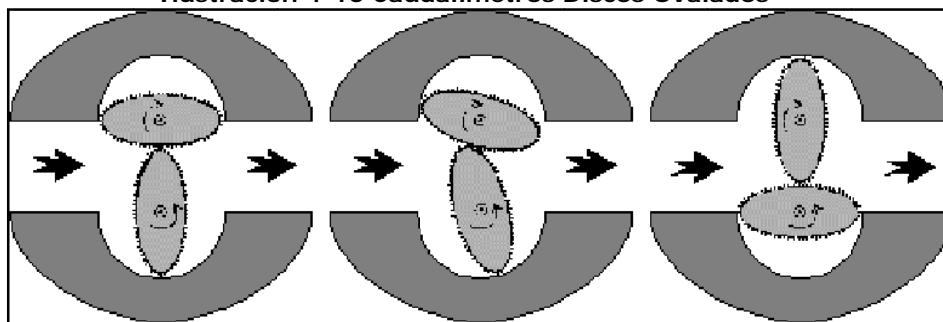
- Muy difundido y comprobado.
- Muy económico.
- Simple y de bajo mantenimiento.

Desventajas:

- Es el de menor precisión de los instrumentos de desplazamiento positivo.
- No se fabrica para tuberías de gran tamaño.
- El par disponible para el accionamiento de accesorios mecánicos es muy limitado.

➤ **Caudalímetro de Ruedas Ovaladas**

Ilustración 4-10 Caudalímetros Discos Ovalados



Ventaja:

- Muy buena precisión para pequeños caudales.

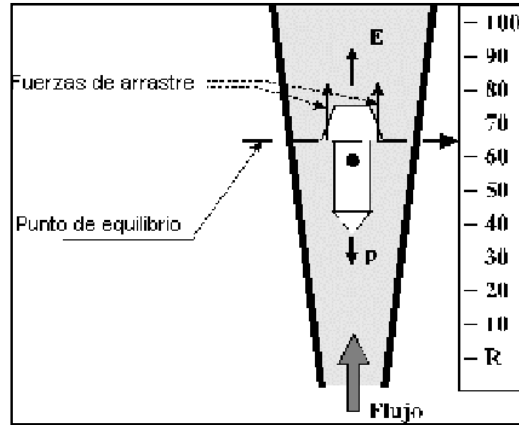
Desventajas:

- Alto costo originado por las tolerancias mecánicas.
- Muy sensible a la presencia de sólidos en suspensión.

➤ **Rotámetros**

El efecto de la viscosidad sobre la indicación es despreciable, pero el efecto del tipo de fluido debe ser adecuadamente calibrado.

Ilustración 4-11 Caudalímetro Rotámetro



Ventajas:

- Es económico para caudales bajos y tuberías con diámetros menores a 2"
- Cubre un rango amplio de caudales.
- Sirve para líquidos y gases.
- Provee una información visual directa.
- La caída de presión es baja. Instalación y mantenimiento simple.

Desventajas:

- No es sencillo ni económico obtener señal eléctrica a partir de la indicación.
- Se incrementa mucho su costo para tuberías de diámetro grande.
- No se consiguen rotámetros para tuberías grandes.
- Debe instalarse en sentido vertical de modo que el caudal sea ascendente.
- Son de baja precisión.

➤ **Medición de Caudal Tipo Vortex**

Ilustración 4-12 Caudalímetro Torbellino



Ventajas:

- Muy buena tolerancia sin importar las condiciones del proceso.
- Sin partes móviles, confiable y de bajo mantenimiento.
- Salida digital (conveniente para interfaces a PC).

- Independiente de la densidad y viscosidad del fluido.
- Se instala en cualquier posición.

Desventajas:

- Es afectado por fluidos abrasivos que puedan deformar el generador de torbellinos.
- Es afectado por los fluidos capaces de generar depósitos en la obstrucción.
- Su costo es relativamente alto.

Tabla 4-2 Cuadro Comparativo

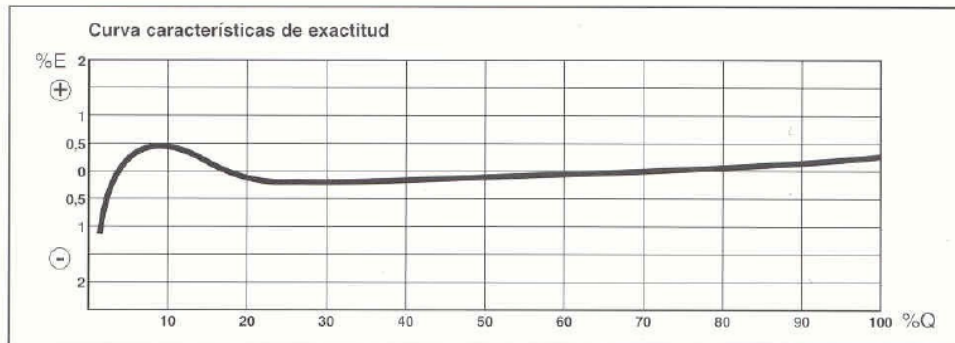
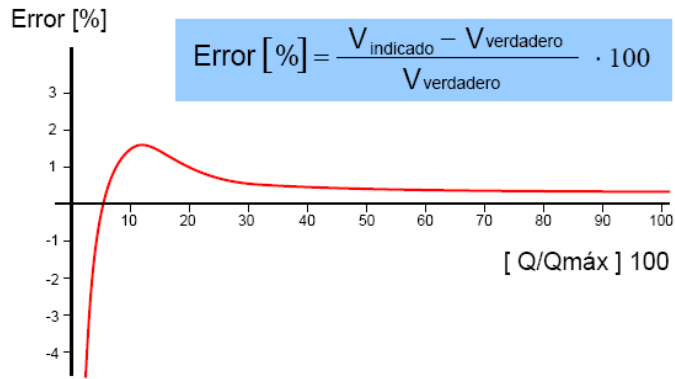
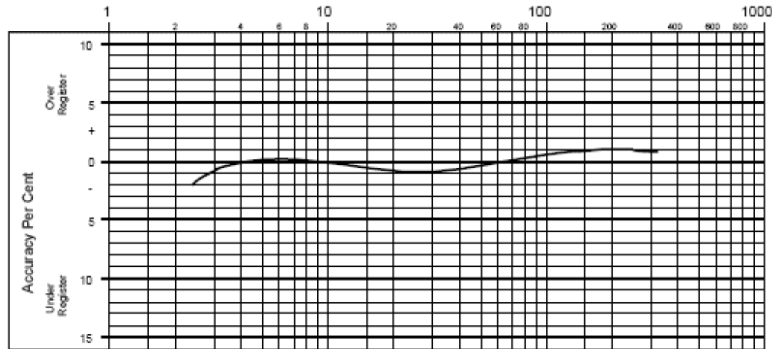
Tecnología	Tipo de Fluido	Perdida de Carga	Precisión %	Efecto de la Viscosidad	Costo Relativo
Electro-magnéticos	Líquidos y barros conductores	Nula	0,5%	Nulo	Alto
Ultrasónico	Líquidos y Barros	Nula	5%	Nulo	Alto
Turbina	Líquidos Limpios	Alta	0,5%	Alto	Alto
Rotámetro	Líquidos	Media	1 – 5%	Nulo	Bajo
Discos Ovalados	Líquidos (limpios, viscosos, corrosivos)	Media	0.5%	Nulo	Medio
Disco Giratorio	Líquidos (limpios, viscosos de bajo valor)	Muy Alta	0.5 - 2%	Alto	Bajo
Torbellino	Líquidos limpios o sucios Gases	Media	1%	Nulo	Alto
Coriolis	Líquidos Viscosos, Fluidos Negros y Gases	Baja	0,4%	Nulo	Alto

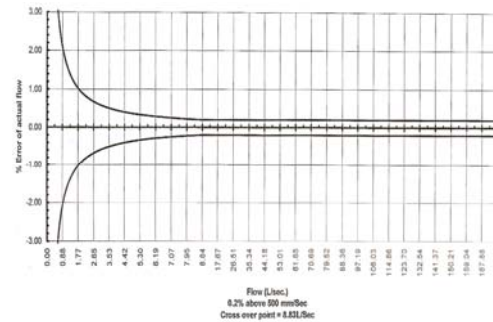
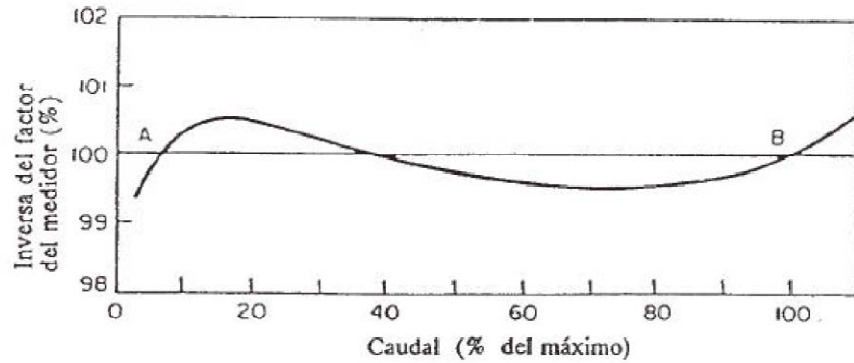
4.3 Error de Medición

Para predecir las características de comportamiento de un medidor, es necesario que sea calibrado en fábrica, de modo que la relación entre la medición obtenida y el volumen de fluido que efectivamente ha circulado, haya sido determinada experimentalmente. Lo anterior da como resultado una curva de calibración o curva de error, la cual dependerá del medidor adquirido.

Existen diferentes tipos de curvas de error, algunas correlacionan porcentaje de error versus velocidad de flujo, otro porcentaje de error versus caudal real, otro porcentaje de error versus un caudal porcentual referido a un caudal máximo. Lo importante es que cualquiera sea la forma de presentación de la curva se pueda obtener de ella el porcentaje de error para el caudal del derecho de aprovechamiento en cuestión. A

continuación se presentan algunos ejemplos de curva de error para distintos tipos de medidores de flujo:





4.4 Vida útil del medidor

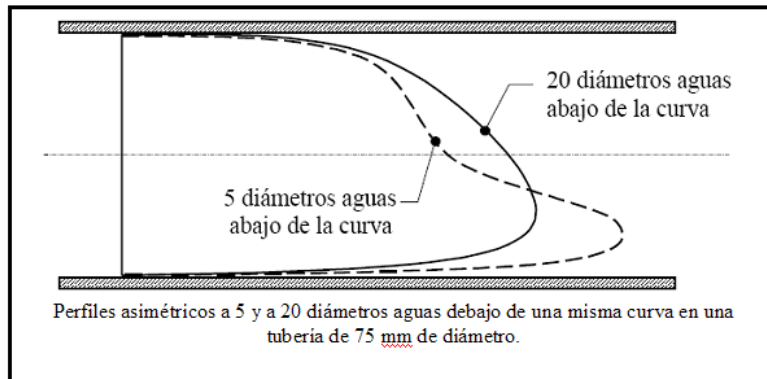
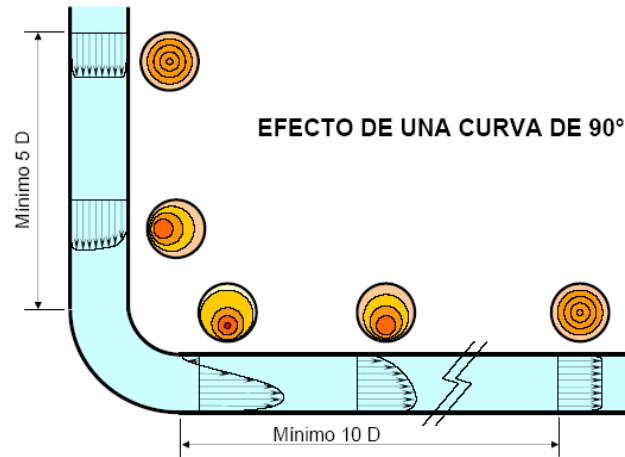
Como cualquier equipo tecnológico, los medidores de flujo se descalibran y dañan, según las condiciones y el período de uso. Dado lo anterior se recomienda una calibración luego de 2 años de uso para los flujómetros mecánicos y de 3 años para los ultrasónicos y electromagnéticos. Sin embargo, estos periodos pudieran ser distintos dependiendo de las condiciones en que funcionará el medidor (material particulado, calidad del agua), si el medidor es nuevo o antiguo, etc.

4.5 Distancia mínima entre flujómetro y singularidades

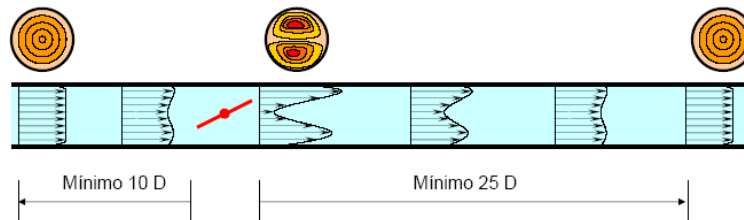
La distancia entre el flujómetro y las singularidades (codos, válvulas mariposa, curvas, cambios de sección, etc.) tanto aguas arriba como aguas abajo debe ser la recomendada por el fabricante. En caso de no disponerse de las distancias permisibles aguas arriba y abajo a piezas especiales según fabricante, éstas deberían proyectarse a una distancia superior a 10 diámetros a ambos lados del flujómetro.

Estas distancias son importantes ya que el perfil de velocidades puede distorsionarse debido a la presencia de singularidades.

A continuación se presentan los efectos de algunas piezas especiales sobre el perfil de velocidades dentro de una tubería:



EFFECTO DE UNA VÁLVULA MARIPOSA



Los ejemplos anteriores demuestran la importancia de respetar las distancias exigidas por el proveedor respecto a las piezas especiales, para poder obtener una adecuada precisión. Cabe recordar que los medidores de flujo señalados miden una velocidad media, la cual evidentemente se verá distorsionada con cualquiera de estas modificaciones del perfil de velocidades, produciendo un error en la medición del caudal.

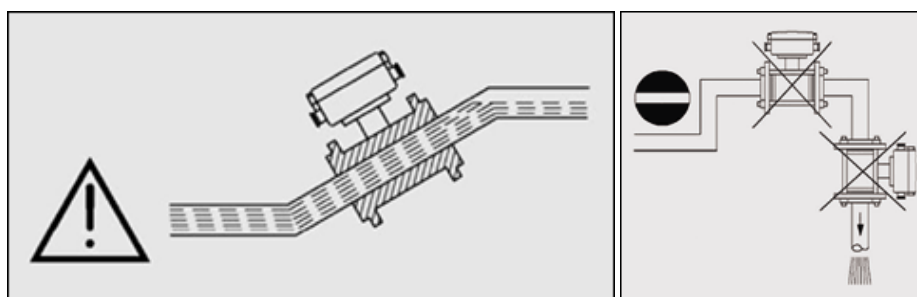
4.6 Ubicación del medidor

Dado que las conducciones de agua generalmente poseen filtraciones en su recorrido, se recomienda que la instalación del equipo de medición sea cercana a la captación de agua o al pozo, ya que lo que se quiere medir es el caudal de agua extraída. No obstante a lo anterior, se debe tener en cuenta que existen condiciones que podrían justificar la instalación a una mayor distancia (condición de tubería llena, seguridad de los equipos, espacio de instalación, etc.).

El medidor no debe instalarse en la succión de la bomba, para evitar daños en el revestimiento interno del equipo por el efecto vacío (resistencia de los materiales), debiendo quedar aguas abajo de la bomba.

Como condición primordial para una correcta medición, el tubo debe estar siempre completamente lleno de líquido, por lo cual se deberán evitar montajes en tuberías verticales con salida libre y montajes en los puntos más altos de los sistemas de tuberías, para evitar las posibles acumulaciones de aire.

Ilustración 4-13 Ubicación del Medidor



Para asegurar la condición de tubo totalmente lleno, una solución práctica y muy difundida consiste en instalar aguas abajo del medidor un "camello" o "sifón invertido".

4.7 Otros aspectos a considerar

4.7.1 Diámetro del medidor

Para seleccionar el diámetro del medidor, se debe considerar que la velocidad del flujo sea tal que minimice los errores de medición. En este sentido, la velocidad mínima de trabajo es de 0,5 m/s, mientras que la máxima puede alcanzar 10 a 12 m/s (aunque no se recomiendan velocidades superiores a 5 m/s, pues pueden implicar mediciones inestables).

Para la generalidad de los casos (más recomendado), el diseño del diámetro del cuerpo del medidor debe ser tal que la velocidad de trabajo

se encuentre entre 1 y 3 m/s, de tal forma de minimizar el error de medición.

A partir del diámetro del medidor propuesto se puede calcular la velocidad y revisar si está en el rango aceptable.

Cuando los líquidos transportan sólidos en suspensión, es recomendable trabajar entre 3 y 5 m/s, para evitar sedimentaciones en la tubería y en el interior del cuerpo medidor.

Debe procurarse, mientras se cumplan estos rangos, de utilizar un medidor de diámetro lo más cercano al de la tubería matriz.

El proveedor generalmente es el que suele recomendar el rango de velocidades óptimo (y el diámetro del flujómetro), dependiendo del diámetro de la tubería y del caudal medido.

Respecto al rango de caudales indicado por el proveedor para el flujómetro (mínimo y máximo), es recomendable que la unidad opere entre un 50 y un 90% de dicho rango, para minimizar el error de medición.

4.7.2 Presión Máxima de Trabajo

En ciertos casos, las presiones internas son tales que podrían provocar una rotura en la tubería, y lógicamente también podrían hacerlo en el medidor. Dado lo anterior, se debería verificar que la presión máxima de trabajo sea menor a la presión admisible del medidor (considerando siempre un factor de seguridad). El valor de la presión admisible, generalmente puede ser encontrado en el manual del flujómetro.

Adicionalmente a lo anterior, en aquellos casos en que el diseño considere un medidor de flujo mecánico, se debe considerar que éstos producen una pérdida de carga que puede ser considerable, e incluso aumentar si el agua posee una gran cantidad de partículas que puedan provocar la obstrucción del medidor o del filtro.

4.7.3 Calidad del Agua

Los factores principales de calidad del agua que pueden influir en una correcta medición del flujo, según sea el tipo de medidor utilizado, son los siguientes:

4.7.3.1 Conductividad:

Para el caso de los flujómetros electromagnéticos, debemos fijarnos que el líquido sea conductor. Como regla general, se puede usar esta tecnología con líquidos desde los 5 $\mu\text{s}/\text{cm}$; sin embargo, dependiendo de la aplicación y características del equipo, se puede igualmente trabajar con rangos muchísimo menores.

4.7.3.2 Sólidos transportados:

Las partículas que conduce el fluido tienen directa incidencia en la medición, producto de las deposiciones que pueden ocurrir en el tubo o en el cuerpo del medidor, así como las obstrucciones en aquellos

medidores con partes móviles en su interior. Esta condición, generalmente afecta a los medidores del tipo mecánico.

4.7.3.3 Aguas incrustantes:

Si el medidor no tiene un recubrimiento interno adecuado, y las aguas conducidas son incrustantes, pueden producirse protuberancias internas, las cuales deformarán el perfil de velocidades e induciendo un área de escurrimiento errónea, provocando errores en la medición. Esta condición, generalmente afecta a los medidores del tipo mecánico, dado que los ultrasónicos y electromagnéticos de carrete generalmente poseen un recubrimiento interno.

4.7.3.4 Aguas corrosivas:

Si el medidor no tiene un recubrimiento interno adecuado, y las aguas conducidas son corrosivas, pueden producirse secciones irregulares en el interior de la tubería, las cuales deformarán el perfil de velocidades e induciendo un área de escurrimiento errónea, provocando errores en la medición. Esta condición, generalmente afecta a los medidores del tipo mecánico, dado que los ultrasónicos y electromagnéticos de carrete generalmente poseen un recubrimiento interno.

4.7.3.5 TDS:

Es necesario conocer la cantidad de sólidos totales disueltos (TDS), de tal manera de poder seleccionar correctamente la velocidad de flujo con la cual se diseñará el diámetro del cuerpo del medidor. (En general se debe considerar que la velocidad se encuentre entre 1 y 3 m/s, pero cuando los líquidos transportan una gran cantidad de sólidos en suspensión, es recomendable trabajar entre 3 y 5 m/s, para evitar sedimentaciones en la tubería y en el interior del cuerpo medidor).

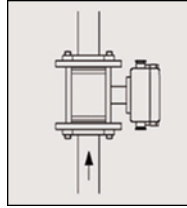
4.7.4 Aire

La presencia de aire durante la medición es perjudicial para la medición del flujo, cualquiera sea el tipo de equipo utilizado. Los flujómetros descritos en este documento, miden velocidad, la cual se multiplica por el área de escurrimiento, dando el volumen por unidad de tiempo o caudal. Si hay burbujas, teóricamente el líquido no está en toda el área, por lo cual se produce un error.

Los medidores Electromagnéticos, así como los mecánicos, miden sin problema en presencia de aire, aunque éste igualmente introduce un error en la medición, el cual puede llegar a ser importante, dependiendo de la cantidad de burbujas y su tamaño.

En el caso de los ultrasónicos, se produce el mismo error que los magnéticos y los mecánicos, pero además las burbujas atenúan la señal, por lo cual hay un punto en que dejan de medir (como estimación, entre 2 a 4 % de burbujas).

Para evitar estos efectos una buena práctica consiste en instalar válvulas de aire. Por otro lado, se recomienda tener un flujo ascendente, lo que ayuda a evitar que burbujas de aire o gas en el líquido puedan influenciar en la medición



4.7.5 Temperatura ambiente

Si el medidor estará en un ambiente con cambios extremos de temperatura es importante evaluar que las instalaciones y sobre todo el medidor sea resistente a ello, siendo adecuado revisar el rango de trabajo propuesto por el fabricante. De no ser apto para ello el proyecto de instalación debería incluir los elementos de protección térmicas (casetas de protección, etc.) del medidor contra dichos cambios extremos de temperatura, para evitar congelamiento del fluido transportado y rotura o falla de piezas, especialmente en medidores mecánicos.

En el caso de tuberías subterráneas en terrenos susceptibles de congelamiento, se debe evitar la instalación en su estrato saturado.

4.7.6 Bypass

Como una buena práctica de instalación, para efectos de la operación de la línea, se suele instalar un bypass en el tramo en el cual se ubica el medidor de flujo, especialmente cuando se trata de medidores mecánicos, en los cuales el filtro previo que frecuentemente se instala se bloquea, requiriendo una intervención que implica cortar, o al menos disminuir el flujo en gran cantidad de casos.

Para el caso de los medidores electromagnéticos y ultrasónicos, no se hace necesaria la instalación de dicho bypass.

4.7.7 Otras consideraciones

- Montajes en tuberías de gran tamaño: Para velocidades de flujo demasiado bajas, puede ser necesario reducir el diámetro del tubo magnético para obtener velocidades más altas.
- Evitar las vibraciones excesivas
- Considerar las pérdidas de cargas si se hacen reducciones respecto al diámetro de línea

- Válvulas, de regulación o cierre, deben instalarse siempre después del medidor para asegurar tubería llena de líquido y en otros casos evitar el vacío que deteriora el recubrimiento interno del medidor.
- Para el caso de los medidores ultrasónicos y electromagnéticos, la toma a tierra correcta, es una de las premisas más importantes para la medida precisa del caudal. No debe transmitir tensiones parasitarias de otros aparatos eléctricos. Los cables montados entre el captador y las tuberías metálicas, deben asegurar un buen contacto. Se debe asegurar a través de la toma a tierra, que no exista ningún potencial complementario que falsee las lecturas.
- En instalaciones que por razón del caudal a medir, deba montarse un medidor de diámetro inferior al de la tubería, se debe efectuar dicha reducción siempre con un ángulo inferior a 8°, para evitar turbulencias que falseen las lecturas.
- Se debe preferir un equipo con medios de seguridad (clave o sello de seguridad).

4.7.7.1 *Velocidad de Flujo*

La velocidad mínima de flujo es de 0,5 m/s, la velocidad máxima de flujo no deberá exceder de 10 m/s, para evitar sedimentaciones en la tubería y en el interior del medidor, se considera que el valor adoptado de velocidad se encuentre entre 3 y 5 m/s, este valor dependerá del diámetro de tubería a emplear.

4.7.7.2 *Instalación y montaje del equipo medidor de flujo*

La instalación y montaje de los medidores es relativamente simple. Sin embargo, deben tomarse las siguientes precauciones:

- Cuando se ponen en funcionamiento nuevas instalaciones, o después de que se han hecho reformas, se debe dejar drenar el sistema antes de instalar los medidores.
- Al pasar el líquido por el medidor, no debe alterarse ninguna de las características físicas del fluido.
- El medidor debe limpiarse cuidadosamente antes de instalarse.
- Los medidores no deben instalarse en el punto más alto de la tubería, donde puede acumularse aire.
- Los medidores siempre deben estar llenos de agua. En el caso de salida libre, aguas abajo del medidor, la tubería debe elevarse hasta la cabeza del mismo.
- Al instalar un medidor en la tubería, se debe tener el cuidado de que las juntas de las bridas no se proyecten en la tubería.
- El medidor debe instalarse correctamente en relación al sentido del flujo del líquido.
- El medidor debe ubicarse concéntricamente a la tubería, sin forzar el medidor ni la tubería.

- En el lugar donde se instala el medidor debe existir siempre una presión superior a la diferencial producida por el medidor.
- El medidor debe colocarse en un tramo de tubería libre de perturbaciones en el flujo, tales como pulsaciones u ondulaciones.
- El medidor debe ubicarse en el eje horizontal de la tubería, entre dos tramos rectos y cilíndricos, en los cuales no haya obstrucciones o derivaciones, aunque no haya flujo de agua de/o para tales derivaciones. Las únicas conexiones que se admiten, en el caso de los medidores diferenciales, son los drenajes y las tomas de presión.
- El medidor debe instalarse entre dos bridas de la tubería.
- Cuando existen conexiones y/o accesorios en la tubería, se debe asegurar entre éstos y el medidor una tubería rectilínea del mismo diámetro del medidor.
- La distancia entre el flujómetro y las singularidades (codos, válvulas mariposa, curvas, etc.) tanto aguas arriba como aguas abajo debe ser la recomendada por el fabricante. En caso de no disponerse de las distancias permisibles aguas arriba y abajo a piezas especiales según fabricante, las longitudes mínimas de la tubería entre el flujómetro y las singularidades es de 10 diámetros.

A continuación se muestra las posiciones apropiadas e inapropiadas, en la instalación del medidor de Flujo a considerar.

Ilustración 4-14 Posiciones Correctas de Instalación de Flujómetros

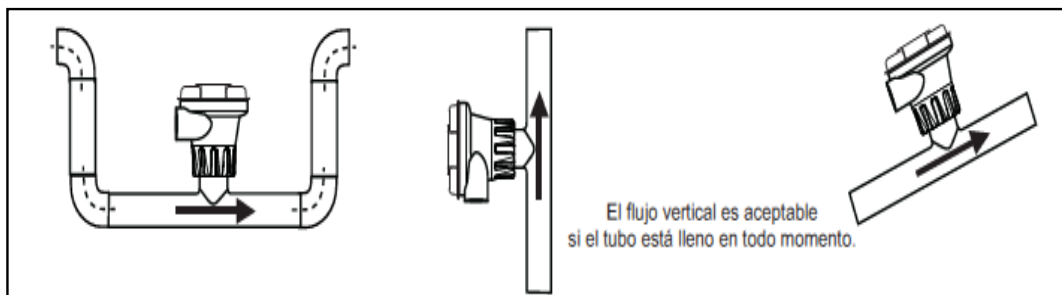
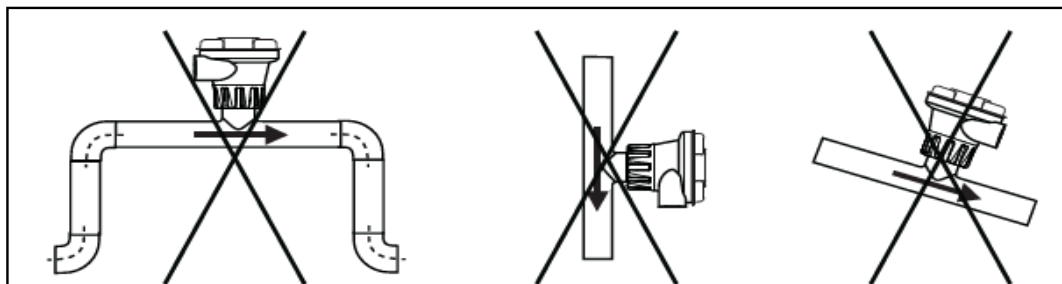


Ilustración 4-15 Posiciones Incorrectas de Instalación de Flujómetros



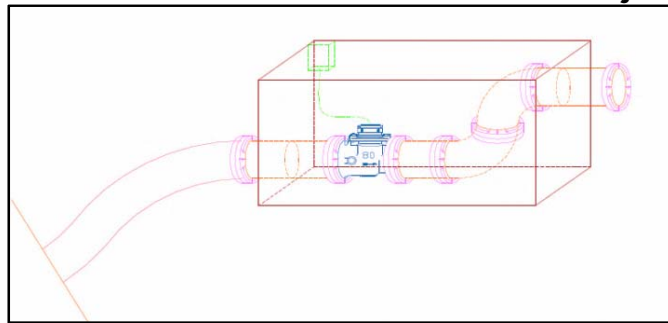
4.7.8 Protección del medidor de flujo.

En algunos casos se considera necesario la instalación de una cámara tipo homogenizada con el objetivo de proteger y agrupar el equipo de medida, en un recinto de difícil acceso que eviten manipulaciones y actos de vandalismo.

La materialidad puede ser prefabricada de hormigón, o bien en albañilería de ladrillos, esta última más económica y fácil de realizar en lugares remotos, dentro de la cual se instalará el equipo de medida conectado a la tubería. Esta tubería formará a la salida del contador una curva en "S" (ver imagen) para asegurar el llenado de la sección de medida en el contador. La alternativa de uso de una válvula de regulación es más cara y exige una mayor distancia a contador.

En la arqueta o cámara se incorporará todo el equipamiento necesario de modo que en el momento en que se coloque la cámara de protección en un punto, el sistema estará activo y dispuesto para comenzar a registrar el paso de agua por el contador sin necesidad de una posterior actuación de puesta en marcha, calibración o cualquier otra maniobra.

Ilustración 4-16 Protección del Medidor de Flujo



5 PROPUESTA GUÍA EQUIPOS DE MEDICIÓN DE FLUJOS EN CANALES ABIERTOS PARA DIFERENTES USUARIOS

5.1 Categorías de Caudal Establecidas

En vista que lo que se quiere es definir estándares mínimos para los distintos usuarios en relación a su caudal, previo a definir los estándares se procede a definir 3 categorías de usuarios:

- Usuarios con Caudales de Extracción Grandes (en adelante Grandes)
- Usuarios con Caudales de Extracción Medianos (en adelante Medianos)
- Usuarios con Caudales de Extracción Pequeños (en adelante Pequeños)

Dado que el agua tiene distinto valor económico en las distintas regiones del país en relación con las actividades en las cuales puede ser empleada y su grado de escasez, se han definido dos zonas, Zona I: que abarca desde la Región XV a Región Metropolitana y Zona II: que abarca desde la Región VI a la Región XII, como lo muestra la ilustración 1.

Tabla 5-1 Categorías y Rango de Caudales de Estudio para Zona I

Categoría	Uso de Caudal
Grandes	>100 l/s
Medianos	5–100 l/s
Pequeños	<5 l/s

Tabla 5-2 Categorías y Rango de Caudales de Estudio para Zona II

Categoría	Uso de Caudal
Grandes	>200 l/s
Medianos	10–200 l/s
Pequeños	<10 l/s

5.2 Estándares

Para cada categoría se establecen 3 estándares: Mínimo, Medio y Superior. El Estándar Mínimo contempla las características mínimas que exigirá el Servicio. El Estándar Medio y el Estándar Superior son de mayor calidad sucesivamente. Tanto el Estándar Medio como el Superior no son obligatorios y quedan a decisión del titular implementarlo de acuerdo a sus capacidades e intereses.

Para los distintos estándares se ha elaborado una Ficha Técnica que contiene las características que debe cumplir el sistema de medición:

- Tipo de Caudalímetro
- Rango de caudal que debe poder medir
- Máximo porcentaje de error de medición
- Certificado de calibración
- Mantenimiento
- Registro continuo
- Sistema de Transmisión Remota

Para todos los estándares deberán seguirse las siguientes indicaciones de montaje:

- Para equipos de medición de tipo parshall, debe instalarse después de un tramo recto de canal, de al menos 10 veces el ancho del fondo del canal.
- Para equipos de medición de tipo vertedero, la cara de aguas arriba debe ser instalada verticalmente y el borde de la placa debe estar cuidadosamente conformado.

Los 9 estándares se presentan en el Anexo 3.

5.3 Proyectos Tipo

A continuación se explica lo que debe contener un Proyecto de Control de extracciones a presentar en la Dirección General de Aguas para su revisión y aprobación.

Las partes de un proyecto serían las siguientes:

- a. Información del Punto de captación
 - Número Identificador de la resolución de control de extracciones. Corresponde al número al que está asociado el derecho de aprovechamiento en la resolución que ordena el control de extracciones.
 - Nombre del cauce superficial.
- b. Información del Titular
 - Nombre
 - Representante Legal (cuando corresponda)
 - Dirección. Idealmente dentro de los límites urbanos de la ciudad donde se encuentra la oficina de la Dirección General de Aguas donde se presenta el proyecto.
 - Teléfono
 - Email
- c. Datos del derecho

- Caudal
 - Tipo (consuntivo o no consuntivo)
 - Ejercicio (permanente o eventual; continuo, discontinuo o alternado)
 - Región
 - Comuna
 - Coordenada Norte. La que se indica en el documento que acredita dominio.
 - Coordenada Este. La que se indica en el documento que acredita dominio.
 - Datum. El que se indica en el documento que acredita dominio.
 - Huso. El que se indica en el documento que acredita dominio.
 - Dominio. Aquí se debe indicar como se acredita el dominio, puede ser: Resolución DGA, Sentencia Judicial y/o Inscripción en CBR.
 - Resolución DGA. Indicar Número y fecha
 - Sentencia Judicial. Indicar Causa y fecha
 - Datos del Conservador de Bienes Raíces:
Conservador de Bienes Raíces
Número
Fojas
Año
- d. Mapa de ubicación general
En el cual se posicione el punto de captación. Puede ser una imagen extraída de Google Earth donde se identifique el canal y algunos lugares de referencia (poblados, carreteras, etc.).
- e. Plano
A escala adecuada, que detalle las distancias respectivas de la instalación del equipo de medición y sus accesorios. En éste se deben identificar claramente los siguientes aspectos:
- Punto de captación de agua
 - Caudalímetro
- f. Características de la instalación
- Distancia entre Caudalímetro y obra de captación
 - Sección del canal.
- g. Características del caudalímetro:
- Tipo de caudalímetro: parshall, vertedero (indicando el tipo), compuerta.
 - Tipo de Sección
- h. Manual del equipo de medición (en los estándares que corresponda).
- i. Certificado de Calibración (en los estándares que corresponda).
- j. Mantenimiento (en los estándares que corresponda).
- k. Sistema de Registro Continuo (en los estándares que corresponda).

- l. Sistema de Transmisión Remota (cuando se considere).
- m. Idealmente adjuntar fotografías del punto de captación y flujómetro.
- n. Idealmente adjuntar copia de documento que acredita dominio del derecho.

A continuación se presente Formularios Tipo para la presentación de proyectos de Control de Extracciones de agua para canales abiertos

Los titulares podrían presentar su proyecto de Control de Extracciones llenando los Formularios que se presentan en el Anexo 4 (ya sea para Canaleta Parshall, vertederos o compuertas) y adjuntando los documentos que correspondan según el estándar respectivo.

5.4 Sistemas de Transmisión Remota

Sistema de Lectura Automática Remota

Los sistemas de Lectura Automática Remota (LAR) pueden dividirse en tres categorías.

- Primera generación de LAR por sistemas alámbricos.
- Sistema de LAR por Emisor-Receptor de radio.
- Sistema de LAR por Emisor-Receptor de radio y transmisión de datos por MODEM radio, línea telefónica o satelital.

5.4.1 Sistema de Lectura Automática Remota por Emisor-Receptor de radio y transmisión de datos por MODEM radio, línea telefónica o satelital

El sistema descrito a continuación pertenece a la tercera categoría y corresponde al más alto desarrollo tecnológico en la lectura y monitoreo y gestión de medidores de flujo. El sistema permite la medición continua de caudales y se puede usar para control de extracciones de aguas desde las fuentes o medición de consumo doméstico, comercial e industrial.

Esto se logra mediante una red de transmisores de radio conectada a los contadores de los usuarios y reportando a repetidores locales y concentradores regionales. Este último a su vez transfiere la información, organizada y seleccionada, vía MODEM a un Centro de Control de Lectura donde es analizada y procesada para la realización de los procesos de gestión.

Ventajas

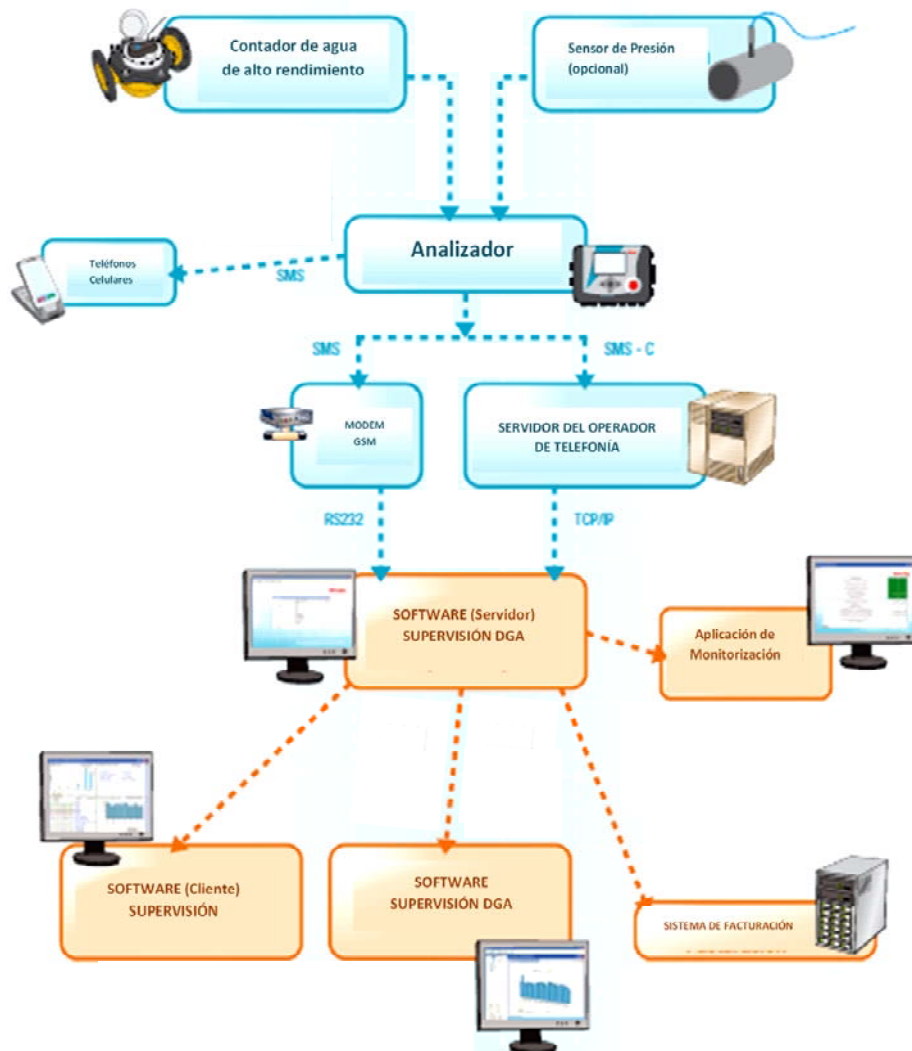
- Se accede a la lectura de la totalidad de los contadores enlazados a la red.

- Se puede adaptar a medidores ya instalados.
- La instalación es inalámbrica. Bajo costo de instalación. No se requieren obras civiles.
- Los transmisores pueden detectar manipulaciones indebidas a estos y a los lectores de pulso.
- El centro de control detecta rápidamente contadores con fallas.
- Por su elevado nivel de servicio, el Centro de Control detecta escapes o fugas en las líneas de suministro, reduciendo pérdidas y/o costos de funcionamiento y operación.
- Identificación de lecturas erróneas y fugas, permitiendo la acción preventiva en la reducción de pérdidas.
- El sistema es modular permitiendo la inclusión programada de nuevos sectores y usuarios.

Principio de Funcionamiento

7. Los registros del flujómetro son enviados por una señal de pulsos a un Transmisor.
8. Cada transmisor envía por radio la información de uno o varios flujómetros a un Repetidor local.
9. Cada Repetidor envía por radio la información de hasta 500 medidores al Concentrador regional.
10. Cada Concentrador almacena la información y transfiere la información de los medidores al Centro de Control de Lectura con el intervalo de tiempo que se establezca. La transmisión se realiza por MODEM, radio, línea telefónica o satélite. El concentrador almacena una copia de seguridad de alto nivel de organización, análisis y redundancia.
11. El Centro de Control solicita la información a los concentradores regionales en los intervalos especificados para su uso.
12. Recibida la información en el Centro de Control, un programa de administración puede ejecutar las siguientes acciones:
 - Actualizar el registro de lectura del contador.
 - Comparar los datos con las lecturas anteriores.
 - Realizar informes sobre anomalías.
 - Realizar informes sobre averías y activar alarmas.

Ilustración 5-1 Principio de Funcionamiento



Centro de Control

El sistema de Lectura Automática puede utilizarse con muchas lecturas programadas para periodos fijos u horas predefinidas. La instalación del sistema es de tipo modular, siendo así posible incluir posteriormente sectores adicionales según se requiera. El software del Centro de Control puede proveer variedad de informes según los requerimientos.

Funciones posibles:

- Centro de información y servicios a los usuarios.
- Transmisión de lecturas a un ordenador central.
- Informes sobre lecturas anormales y desviaciones del estándar.
- Localización de fugas en redes de distribución.
- Informe de fugas en redes internas de usuarios.
- Detalle automático de consumo y distribución. Perfiles de consumo.

Comunicación:

- La comunicación entre el Centro de Control y los Concentradores es por MODEM, por conexión analógica, celular o satelital.
- Los concentradores transfieren la información al Centro de Control cuando son solicitados por éste.
- La transmisión de datos puede tener una velocidad de 1000 contadores en 50 segundos.

También puede tener un proceso de examen lógico de datos acumulados, en cuanto se completa la comunicación, que incluye pruebas de razonabilidad, para producir:

- Actualización de registros de consumo individual y regional.
- Comprobación de los datos de las nuevas lecturas contra las antiguas.
- Generación de informes dependiendo del tipo de avería.
- Preparación de avisos a los usuarios de acuerdo a los requerimientos del suministrador.
- Transferencia de las lecturas al ordenador central en intervalos prefijados de tiempo: horas, días, meses, etc.

Concentrador

Es el enlace regional del sistema de lectura de contadores y está situado en la red de distribución del suministrador. El concentrador recibe las lecturas que son transmitidas vía radio desde los Repetidores y los Transmisores.

El concentrador ejecuta una comprobación de autenticidad de los datos, identificando errores y desvíos, archiva un diario de incidencias, errores, y desvío de datos, el cual facilita la localización y reparación de fallos. A su vez, crea bases de datos en archivos históricos con las lecturas de cada usuario.

Ilustración 5-2 Concentrador



Repetidor

El repetidor es un retransmisor de radio que opera con el Concentrador para crear un sistema de expansión escalonado y seguro. Se utiliza para ampliar la cobertura del concentrador, minimizando los costos de infraestructura. El repetidor es un emisor receptor de radio que enlaza los transmisores con el concentrador.

Operación.

- Los repetidores están instalados al final para recolectar la información de todos los transmisores de su cobertura.
- Para aplicaciones de baja densidad, un repetidor sencillo puede ofrecer una cobertura hasta de 80 medidores dependiendo del tipo de construcción y del trazado del proyecto.
- Los repetidores incorporan un software de características avanzadas que minimizan el cruce o choque de comunicaciones de radio.

Descripción.

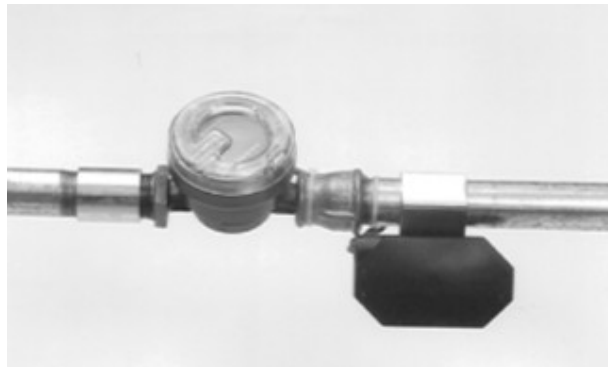
- La información es recibida de los transmisores e inmediatamente transmitida al concentrador.
- La información es revisada y validada por algoritmos de reconocimientos de error.
- En circunstancias especiales, los repetidores pueden trabajar en cascada para maximizar el área de cobertura.
- Alimentación por Energía Solar puede ser utilizada para la operación del sistema.

- Los Repetidores suministran al sistema una importante fuente de información y datos, para permitirle un desempeño confiable en el análisis.

Transmisor

Es el primer enlace del sistema de lectura de contadores.

Ilustración 5-3 Transmisor



Descripción:

- Pueden conectarse según la referencia: uno, hasta 4 y hasta 10 contadores.
- Obtiene los datos del contador por una señal de pulsos y los transmite vía radio.
- Es una unidad independiente que no requiere fuente de energía, ni infraestructura especial para su instalación.
- Significativo ahorro de costos cuando se utiliza en múltiples medidores.

Características:

- Fácil y rápida interface con medidores de salida magnética de pulsos.
- Acumula la información, la almacena y la transmite.
- El suministrador define el periodo de transmisión de datos.

Transmisión Satelital

Eventualmente el Servicio podría considerar la transmisión satelital (la misma que emplea el Servicio para redes hidrometeorológicas) de las mediciones de algún titular si éstas fueran de gran relevancia para la región. Para estos casos el flujómetro debe tener al menos dos salidas: una señal de 4 a 20 mA (correspondiente al caudal instantáneo), y una señal de pulso (totalizador). Para este último caso (pulso), se debe considerar además si la salida es de 12 o 24 V (puede requerir un relé para conectarla al logger utilizado generalmente por la DGA (Axsys MPU).

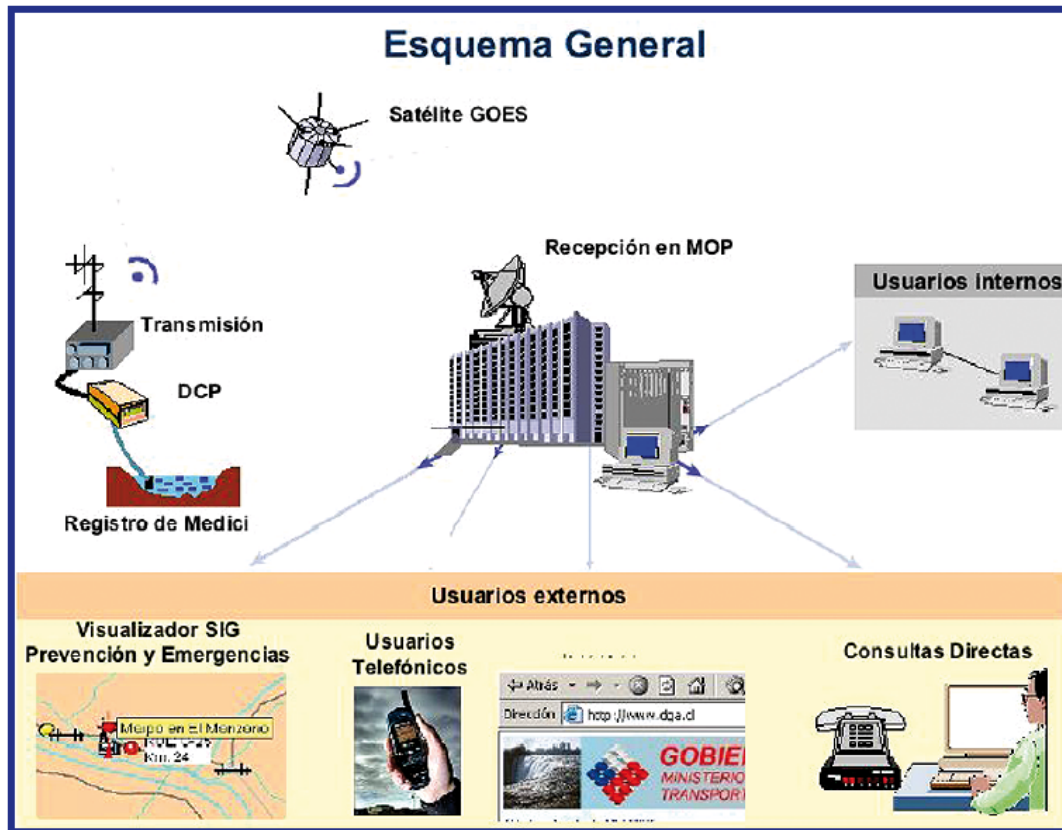
La DGA desarrolló un software especial, necesario para la captura y edición de los datos de las estaciones con transmisión satelital. Este sistema computacional ofrece diversos productos a los usuarios, como son la consulta de datos, sistema de alerta hidrológico, informes detallados y

sinópticos de datos que interesen, servicio de pantallas rotativas, actualización de los datos cada 15 minutos, entre otras prestaciones.

Los datos en tiempo real son proporcionados principalmente a los usuarios a través de internet, en la página web <http://dgasatel.moptt.cl/>.

El sistema de transmisión remota que posee la DGA, funciona de acuerdo al siguiente esquema.

Ilustración 5-4 Esquema General del Sistema de Transmisión Remota de la DGA



6 INFORMACIÓN DE APOYO REFERENTE A MEDIDORES DE FLUJO EN CANALES ABIERTOS

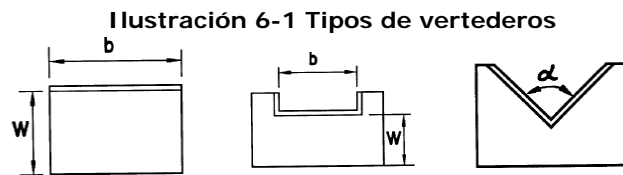
6.1 Factores Para La Elección Del Tipo De Medidor De Fluido

- **Rango de velocidad de fluido:** los medidores disponibles en el mercado pueden medir flujos desde pies por segundo (ft/s) a metros por segundo (ft/s). Para una instalación de medición en particular, debe conocerse el orden de magnitud general de la velocidad de flujo.
- **Rango de Presión (nivel):** Así como la velocidad del fluido, otro factor importante es el nivel que presenta éste en la tubería, la cual puede variar de milímetros a algunos metros.
- **Exactitud requerida:** cualquier dispositivo de medición de flujo instalado y operado adecuadamente puede proporcionar una exactitud dentro del 5 % del flujo real. La mayoría de los medidores encontrados en el mercado tienen una exactitud entre un 2% y un 5%.
- **Caracterización de fluido:** el funcionamiento de algunos medidores de fluido se encuentra afectado por las propiedades y condiciones del fluido. Factores que pueden ser importantes son la temperatura y el tipo de fluido, ya sea aguas servidas, ácidos, flujos cáusticos, etc.

6.2 Clasificación de Medidores de Caudal

6.2.1 Vertederos de labio fino.

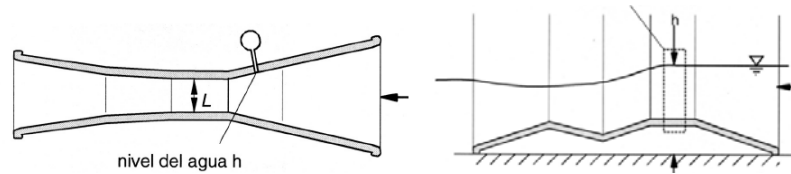
Son unas placas canal. Se dispone de diferentes geometrías de vertederos: plano (de material plástico que se colocan verticalmente en el canal y que lo abarcan en toda su anchura. Su uso principal es el de medir el caudal que circula por el aireado y no aireado), triangular, rectangular y trapezoidal. La instalación de estos elementos conlleva dos pasos: fijación la porta-vertedero al fondo del canal, y la fijación del vertedero seleccionado a la porta-vertedero.



6.2.2 Canal Parshall

Una canaleta Parshall es una forma especial de sección para medir el flujo en canales abiertos, la cual se instala en un dren lateral o zanja para medir una rata de flujo de agua.

Ilustración 6-2 Canal Parshall



6.2.3 Compuertas

Ejemplos comunes son la compuerta deslizante o rectangular, la compuerta Tainter o radial, y la compuerta de rodillo o circular. En el diseño de estas compuertas el ingeniero está interesado en dos aspectos: la relación altura-caudal y la distribución de presiones sobre la compuerta en diferentes posiciones de ésta y diferentes formas de labio de la compuerta, esta afecta distribuciones de velocidades y de presiones, la pérdida de energía en el flujo a través de la abertura de la compuerta, y desarrolla vibraciones que deben evitarse durante la operación de la compuerta.

6.2.4 Medidores por ultrasonido

Registran los datos de caudal en cada instante y los envían a una terminal de control.

6.3 Tipos de Medidores de Caudal

6.3.1 Caudalímetro por ultrasonidos

Está compuesto por un sensor ultrasónico, transmisor de presión y un convertidor. Es un instrumento completo para la instantánea medición y registro del caudal total y se adaptan a todo tipo de rejillas o canales.

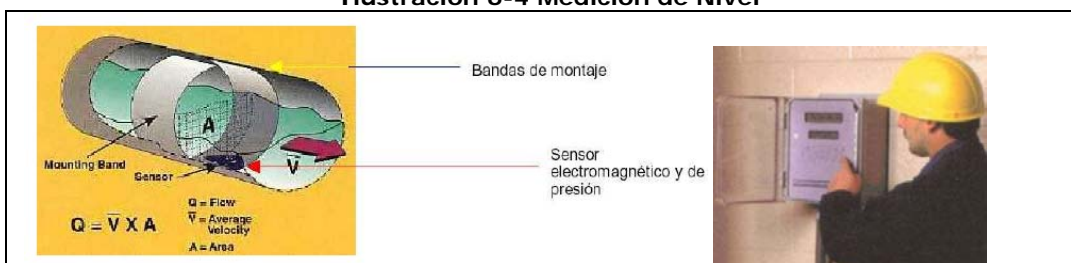
Ilustración 6-3 Ultrasonidos



6.3.2 Medidor de caudal mediante área Velocidad con medición de Nivel

La medición del caudal se efectúa mediante la determinación de la velocidad de paso del fluido, usando la ley de Faraday, es decir, cuando el líquido en movimiento, que se comporta como un conductor, atraviesa un campo magnético, induce una tensión en su interior lo que genera una corriente eléctrica proporcional a su velocidad de paso o de cruce de las líneas de fuerza del campo magnético. Esta corriente es captada por unos pequeños electrodos en el sensor, la cual se traduce en una medida de la velocidad. Combinando la medida anterior, con la medición del nivel del líquido dentro del colector, mediante la presión manométrica de la columna se obtiene así el caudal volumétrico de paso.

Ilustración 6-4 Medición de Nivel



6.3.3 Medidor de caudal mediante área Velocidad con medición de Radar Doppler

Para la medición con este tipo de equipos la velocidad del agua está determinada por la reflexión de microondas en la superficie del agua y por efecto Doppler se determina la velocidad media del agua. Para lograr una medición precisa, además es necesario conocer la altura del espejo de agua en la conducción utilizando para ello los ultrasonidos. De esta forma la medición se efectúa por encima del escurrimiento, no teniendo contacto alguno con el medio. Además en condiciones de sobrecarga el medidor posee un sensor de presión, para determinar la altura del agua durante este evento. El sensor posee la medición de variados parámetros, tales como temperatura, tensión de las baterías, etc. Que permiten lograr y diagnosticar mediciones extremadamente precisas en condiciones difíciles.

Ilustración 6-5 Medición de Radar



De acuerdo a la información analizada del mercado, se ha determinado que este tipo de equipos presentan un costo elevado para precisiones de hasta un 2% de error, por lo que se propone que para mediciones de caudales menores se utilicen los diferentes tipos de medidores de caudal antes clasificados.

6.3.4 Medición de Caudal mediante el uso de Vertederos

Según la forma que se obligue a adoptar a la sección de la vena líquida que circule por él, se clasifican en rectangulares, trapezoidales y triangulares.

Vertedero Rectangular: Este vertedero es uno de los más sencillos para construir y por este motivo, es justamente uno de los más usados a nivel predial. La precisión de la lectura que ofrece está determinada por su nivel de error, que fluctúa entre 3% y 5%.

Vertedero triangular: Dentro de los vertederos triangulares, el utilizado más comúnmente es el que tiene 90° en su vértice inferior, o sea, la escotadura forma un ángulo recto. Este tipo de vertedero es bastante eficiente, pero presenta una gran pérdida de carga; motivo por el cual se recomienda para canales pequeños (menores de 110 l/s), ya que en estos niveles de gastos de agua, su precisión es mayor que la de otro tipo de vertederos.

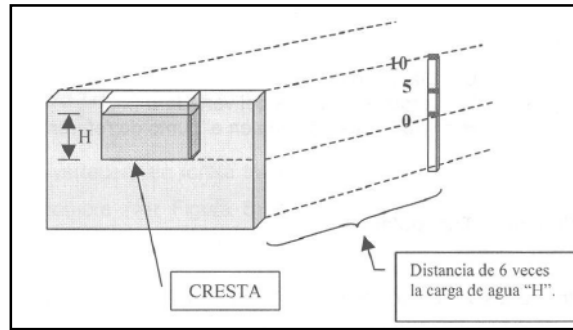
Vertedero trapezoidal: éste vertedero tiene forma trapezoidal en su abertura, tal como lo indica su nombre, también conocido como vertedero Cipolletti. Esta estructura requiere que el talud de sus lados sea 1:4, es de construcción más dificultosa que el triangular y el rectangular y no ofrece ventajas significativas que lo hagan destacar, razón por la cual es menos utilizado que los anteriores.

Instalación

La carga o altura de agua que pase sobre la cresta del vertedero debe medirse a una distancia aguas arriba tal, que no sea afectada por la depresión de la superficie del agua que se produce al aproximarse a la cresta, lo cual se consigue haciendo las mediciones a una distancia de por lo menos seis veces la carga (altura) máxima a la que puede llegar el vertedero.

La forma más conveniente de realizar las mediciones es clavando una estaca en el fondo del canal o acequia aguas arriba del vertedero (a la distancia señalada de por lo menos seis veces la carga de agua a medir), sobre la cual se fija una reglilla graduada en centímetros, cuidando que su origen, el cero, quede a la altura de la cresta del vertedero.

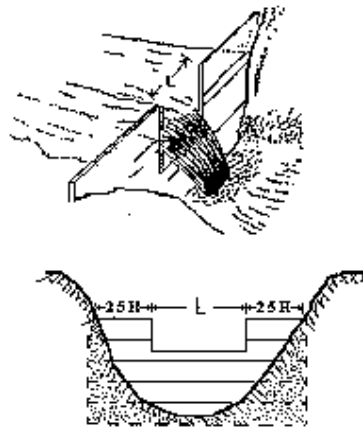
Ilustración 6-6 Instalación Vertedero



Se puede concluir que para la medición de caudales en canales abiertos de bajo caudal, se utilizará vertedero de tipo triangular o rectangular, por su bajo costo, fácil instalación y debido a que presentan mayor pérdida de carga, no se utilizarán para caudales mayores a 110 l/s.

a) Vertedero Rectangular

Ilustración 6-7 Vertedero Rectangular



Es el que se indica en las figuras anteriores, es fácil de construir y por lo tanto uno de los más usados. El error máximo en la medición, es del orden del 3 a 5%. El gasto se calcula generalmente mediante la ecuación de Francis.

$$Q = 1.84 \times (L - 0.2 \times H) \times H^{\frac{3}{2}}$$

Dónde:

Q = Caudal (m³/seg)

L = Largo de la cresta del vertedero (m)

H = Carga de agua (m)

La tabla siguiente entrega valores de caudales en l/seg para vertederos rectangulares con diferentes anchos de cresta.

Tabla 6-1 Caudal para Vertederos Rectangulares

CAUDAL (l/s) VERTEDERO RECTANGULAR								
Altura H (cm)	ANCHO DE LA CRESTA DEL VERTEDERO (m)							
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
2,0	1,28	2,58	3,88	5,18	6,48	7,79	9,09	10,39
2,5	1,78	3,60	5,42	7,24	9,06	10,87	12,69	14,51
3,0	2,33	4,72	7,11	9,50	11,89	14,28	16,67	19,06
3,5	2,93	5,94	8,95	11,96	14,98	17,99	21,00	24,01
4,0	3,56	7,24	10,92	14,60	18,28	21,96	25,64	29,32
4,5	4,23	8,62	13,02	17,41	21,80	26,19	30,58	34,97
5,0	4,94	10,08	15,22	20,37	25,51	30,65	35,79	40,94
5,5	5,67	11,61	17,54	23,47	29,41	35,34	41,27	47,21
6,0	6,44	13,20	19,96	26,72	33,48	40,24	47,00	53,76
6,5	7,23	14,85	22,47	30,10	37,72	45,34	52,96	60,59
7,0	8,04	16,56	25,08	33,60	42,12	50,64	59,16	67,68
7,5	8,88	18,33	27,78	37,23	46,67	56,12	65,57	75,02
8,0	9,74	20,15	30,56	40,97	51,38	61,79	72,19	82,60
8,5	10,62	22,02	33,42	44,82	56,22	67,62	79,02	90,42
9,0	11,53	23,95	36,37	48,79	61,21	73,63	86,05	98,47
9,5	12,45	25,91	39,38	52,85	66,32	79,79	93,26	106,73
10,0	13,38	27,93	42,48	57,02	71,57	86,12	100,66	115,21
10,5	14,34	29,99	45,64	61,29	76,94	92,59	108,24	123,89
11,0	15,31	32,09	48,87	65,65	82,43	99,22	116,00	132,78
11,5	16,29	34,23	52,17	70,11	88,05	105,99	123,92	141,86
12,0	17,29	36,41	55,53	74,65	93,77	112,90	132,02	151,14
12,5	18,30	38,63	58,96	79,28	99,61	119,94	140,27	160,60
13,0	19,32	40,88	62,44	84,00	105,56	127,12	148,69	170,25
13,5	20,35	43,17	65,99	88,80	111,62	134,44	157,25	180,07
14,0	21,40	45,49	69,59	93,69	117,78	141,88	165,98	190,07
14,5	22,45	47,85	73,25	98,65	124,05	149,45	174,84	200,24
15,0	23,52	50,24	76,96	103,69	130,41	157,13	183,86	210,58

b) Vertedero Cipolletti.

Ilustración 6-8 Vertedero Trapezoidal o Cipolletti



En este caso la escotadura del vertedero, tiene forma trapezoidal con una inclinación de las paredes sobre la vertical de 0.25:1.

El gasto se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = 1.859 \times L \times H^{\frac{3}{2}}$$

Dónde:

Q = Gasto (m³/s)

L = Largo cresta (m)

H = Carga de agua (m)

La tabla siguiente proporciona los gastos para diferentes cargas de agua para el vertedero Cipolletti.

CAUDAL (l/s) VERTEDERO TRAPEZOIDAL								
Altura H (cm)	ANCHO DE LA CRESTA DEL VERTEDERO (m)							
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
2,0	1,31	2,63	3,94	5,26	6,57	7,89	9,20	10,52
2,5	1,84	3,67	5,51	7,35	9,19	11,02	12,86	14,70
3,0	2,41	4,83	7,24	9,66	12,07	14,49	16,90	19,32
3,5	3,04	6,09	9,13	12,17	15,22	18,26	21,30	24,35
4,0	3,72	7,44	11,15	14,87	18,59	22,31	26,03	29,74
4,5	4,44	8,87	13,31	17,75	22,18	26,62	31,06	35,49
5,0	5,20	10,39	15,59	20,78	25,98	31,18	36,37	41,57
5,5	5,99	11,99	17,98	23,98	29,97	35,97	41,96	47,96
6,0	6,83	13,66	20,49	27,32	34,15	40,98	47,81	54,64
6,5	7,70	15,40	23,11	30,81	38,51	46,21	53,91	61,61
7,0	8,61	17,21	25,82	34,43	43,04	51,64	60,25	68,86
7,5	9,55	19,09	28,64	38,18	47,73	57,27	66,82	76,37
8,0	10,52	21,03	31,55	42,06	52,58	63,10	73,61	84,13
8,5	11,52	23,03	34,55	46,07	57,59	69,10	80,62	92,14
9,0	12,55	25,10	37,64	50,19	62,74	75,29	87,84	100,39
9,5	13,61	27,22	40,82	54,43	68,04	81,65	95,26	108,87
10,0	14,70	29,39	44,09	58,79	73,48	88,18	102,88	117,57
10,5	15,81	31,63	47,44	63,25	79,06	94,88	110,69	126,50
11,0	16,96	33,91	50,87	67,82	84,78	101,73	118,69	135,64
11,5	18,12	36,25	54,37	72,50	90,62	108,75	126,87	145,00
12,0	19,32	38,64	57,96	77,28	96,60	115,92	135,24	154,55
12,5	20,54	41,08	61,62	82,16	102,70	123,24	143,77	164,31
13,0	21,78	43,57	65,35	87,14	108,92	130,70	152,49	174,27
13,5	23,05	46,11	69,16	92,21	115,26	138,32	161,37	184,42
14,0	24,35	48,69	73,04	97,38	121,73	146,07	170,42	194,76
14,5	25,66	51,32	76,98	102,64	128,30	153,97	179,63	205,29
15,0	27,00	54,00	81,00	108,00	135,00	162,00	189,00	216,00

c) Vertederos triangulares



La escotadura de este tipo de vertedero es de forma triangular. El ángulo que forman sus paredes puede ser de 60 a 90 grados.

El caudal se calcula a partir de las siguientes ecuaciones:

$$Q = 1.40 \times H^{\frac{5}{2}} \text{ Para vertederos de } 90^\circ$$

Dónde:

Q = Gasto (m³/s)

H = Carga de agua (m)

$$Q = 0.775 \times H^{2.47} \text{ Para vertederos de } 60^\circ$$

Dónde:

Q = Gasto (m³/s)

H = Carga de agua (m)

El vertedero triangular es el más preciso para medir caudales pequeños. La tabla 4 proporciona los gastos para ambos tipos de vertederos, con distintos valores de altura H.

Tabla 6-3 Caudal Para Vertederos Triangulares

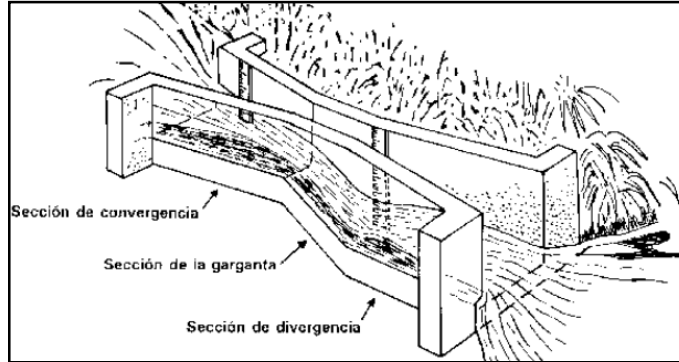
CAUDAL (l/s) VERTEDERO TRIANGULAR		
Altura H (cm)	INCLINACIÓN	
	60°	90°
2,0	0,05	0,08
2,5	0,09	0,14
3,0	0,13	0,22
3,5	0,20	0,32
4,0	0,27	0,45
4,5	0,37	0,60
5,0	0,47	0,78
5,5	0,60	0,99
6,0	0,74	1,23
6,5	0,91	1,51
7,0	1,09	1,81
7,5	1,29	2,16
8,0	1,51	2,53
8,5	1,76	2,95
9,0	2,02	3,40
9,5	2,31	3,89
10,0	2,63	4,43
10,5	2,96	5,00
11,0	3,32	5,62
11,5	3,71	6,28
12,0	4,12	6,98
12,5	4,56	7,73
13,0	5,02	8,53
13,5	5,51	9,37
14,0	6,03	10,27
14,5	6,57	11,21
15,0	7,15	12,20

6.3.5 Medición de Caudal mediante el uso de Canaleta Parshall

Los aforadores Parshall son instrumentos calibrados para la medida del caudal en cauces abiertos. Se describe técnicamente como un aforador de profundidad crítica. Sus principales ventajas son que sólo existe una pequeña pérdida de carga a través del aforador, que deja pasar fácilmente sedimentos o desechos, que no necesita condiciones especiales de acceso o una poza de amortiguación y que tampoco necesita correcciones para una sumergencia de hasta un 60%. En consecuencia, es adecuado para la medición del caudal en canales de riego o en corrientes naturales con una pendiente suave.

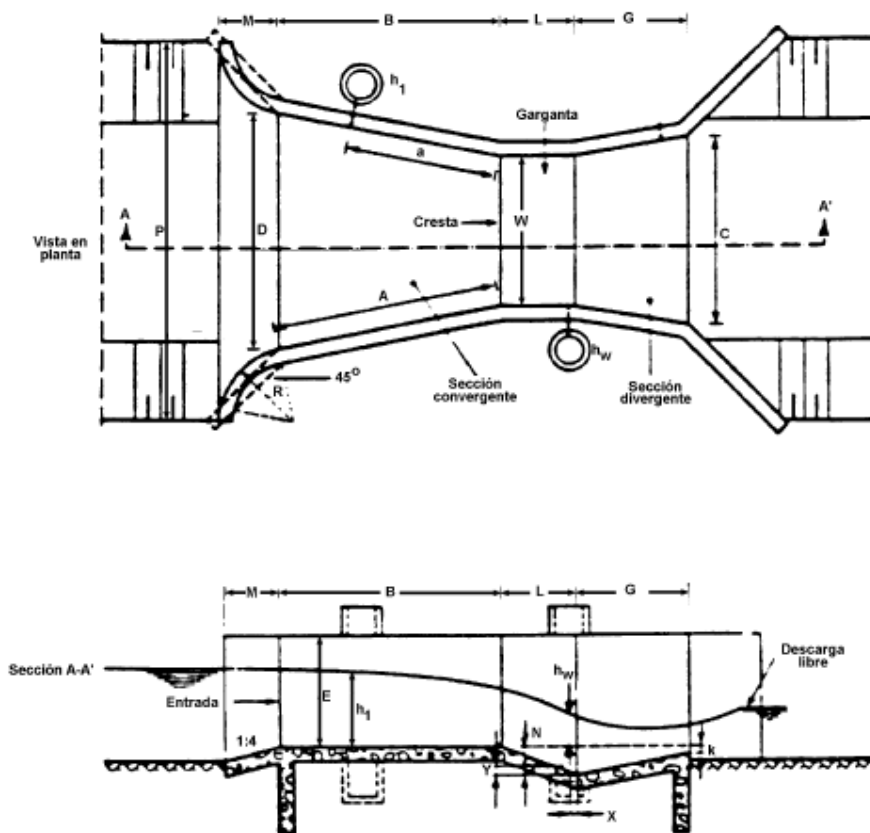
El medidor consiste en una sección convergente con el fondo a nivel, una sección de garganta con el fondo con pendiente descendente y una sección divergente con el fondo con pendiente ascendente. Gracias a ello el agua escurre a velocidad crítica a través de la garganta.

Ilustración 6-10 Medidor canal Parshall



La sección control del medidor está situada cerca del final de la sección convergente. Los aforadores Parshall están calibrados para una altura piezométrica (h_a), medida en un lugar definido de la sección convergente. La altura piezométrica de aguas abajo (h_b) se mide en la sección de la garganta.

Ilustración 6-11 Sección canal Parshall



Guía de Control de Extracciones para Diferentes Usuarios

w	A	B	C	D	E	L	G	K	M	N	P	X	Y
76.2	467	457	178	259	457	152	305	25	-	57	-	25	38
152.4	621	610	394	397	610	305	610	76	305	114	902	51	76
228.6	879	864	381	575	762	305	457	76	305	114	1080	51	76
304.8	1372	1343	610	845	914	610	914	76	381	229	1492	51	76
457.2	1448	1419	762	1026	914	610	914	76	381	229	1676	51	76
609.6	1524	1495	914	1206	914	610	914	76	381	229	1854	51	76
914.4	1676	1645	1219	1572	914	610	914	76	381	229	2222	51	76
1219.2	1829	1794	1524	1937	914	610	914	76	457	229	2711	51	76
1524.0	1981	1943	1829	2302	914	610	914	76	457	229	3080	51	76
1828.8	2134	2092	2134	2667	914	610	914	76	457	229	3442	51	76
2133.6	2286	2242	2438	3032	914	610	914	76	457	229	3810	51	76
2438.4	2438	2391	2743	3397	914	610	914	76	457	229	4172	51	76

Notas:

Medidas en milímetros.

La distancia "a", medida desde donde se inicia la garganta hasta el punto de medición de h_1 es igual a dos tercios de la distancia "A" que tiene de largo la pared convergente.

ANCHO DE GARGANTA w, en mm	INTERVALO DE DESCARGA		ECUACIÓN DEL GASTO. Q, en m ³ /s h ₁ , en m	INTERVALO DE CARGA HIDRÁULICA		LÍMITE MODULAR h _w /h ₁
	MÍNIMO Q, (l/s)	MÁXIMO Q, (l/s)		MÍNIMO h ₁ , en m	MÁXIMO h ₁ , en m	
76.2	0.77	32.1	$0.177 h_1^{1.550}$	0.030	0.33	0.5
152.4	1.50	111.1	$0.3812 h_1^{1.580}$	0.030	0.45	0.6
228.6	2.50	251.0	$0.5354 h_1^{1.530}$	0.030	0.61	0.6
304.8	3.32	457.0	$0.6909 h_1^{1.520}$	0.030	0.76	0.7
457.2	4.80	695.0	$1.0560 h_1^{1.538}$	0.030	0.76	0.7
609.6	12.10	937.0	$1.4280 h_1^{1.550}$	0.046	0.76	0.7
914.4	17.60	1427.0	$2.1840 h_1^{1.566}$	0.046	0.76	0.7
1219.2	35.80	1923.0	$2.9530 h_1^{1.578}$	0.060	0.76	0.7
1524.0	44.10	2424.0	$3.7320 h_1^{1.587}$	0.076	0.76	0.7
1828.8	74.10	2929.0	$4.5190 h_1^{1.595}$	0.076	0.76	0.7
2133.6	85.80	3438.0	$5.3120 h_1^{1.601}$	0.076	0.76	0.7
2438.4	97.20	3949.0	$6.1120 h_1^{1.607}$	0.076	0.76	0.7

Los aforadores Parshall se construyen de muy diversos tamaños y se clasifican según sea la anchura en la sección de garganta. El Parshall más pequeño tiene una anchura de garganta de 1" (25,4 mm) y el más grande de 50 pies (15.250 mm).

Especificaciones de instalación

La localización apropiada del aforador es importante desde el punto de vista de la exactitud y de la comodidad de uso. Por conveniencia el aforador debe ubicarse cerca de las compuertas de regulación usadas para controlar la descarga.

Los aforadores deben ser fácilmente accesibles en vehículo para propósitos de instalación y mantenimiento. En general, la corriente antes del aforador debe estar tranquila, es decir, el tramo recto debe ser largo, la pendiente del fondo suave, sin curvas ni oleaje. Comúnmente los aforadores parshall colocados en canales sin revestir tienden a sufrir asentamientos después de largos períodos de operación. En estos casos la nivelación del fondo en la entrada puede alterarse, por lo que es necesaria una revisión y re nivelación en caso necesario, después de algunos meses de operación y al final del ciclo agrícola.

El asentamiento o una inapropiada instalación pueden causar inclinación de las paredes. Si el aforador se inclina la lectura de nivel de agua debe leerse en ambas paredes y utilizar el promedio para estimar el gasto.

Las canaletas Parshall tienen las siguientes ventajas:

- Pueden operar con pérdidas de cabeza relativamente pequeñas.
- Es relativamente insensible a la velocidad de aproximación.
- Es apta para mediciones precisas de caudales para casos no sumergidos o con considerable sumergencia aguas abajo.
- La velocidad del flujo es lo suficientemente alta para eliminar los depósitos de sedimentos en el interior de la estructura durante su operación.

6.3.6 Medición de Caudal mediante el uso de Compuertas

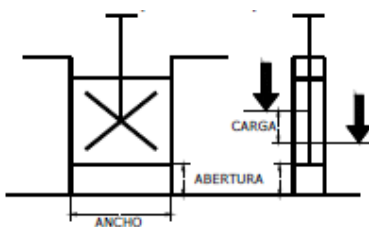
Para medir en una compuerta se requieren los siguientes datos:

Ha: ABERTURRA DE LA COMPUERTA (en metros.)

H: CARGA HIDRÁULICA (en metros): diferencia de altura del nivel del agua a un lado y otro de la compuerta.

A: ANCHO DE LA COMPUERTA (en metros)

$$Q = 2877 \times \sqrt{H_a \times H \times A}$$



En tabla adjunta se ven los datos de caudal en litros por segundo (l/seg) para diferente aberturas y cargas hidráulicas (en m). Los datos corresponden a una compuerta de un metro de ancho, para otros anchos, multiplicar por el ancho de la compuerta en m.

6.4 Parámetros de Selección

Para la selección del medidor de flujo a emplear se deberá considerar:

6.4.1 Error de Medición

De acuerdo a los equipos que se han analizado se ha podido establecer un rango de error de medición requerido para las diferentes mediciones a efectuar, el cual se puede clasificar de acuerdo a la precisión de la velocidad (radar), a la precisión de nivel y a la precisión de Caudal, la cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6-7 Rangos de error de medición

Precisión	Rango
Velocidad	$\pm 0,5\% - 2\%$
Nivel	$\pm 1\%$
Caudal	$\pm 2\% - 5\%$

6.4.2 Velocidad de flujo

Las velocidades de flujo a medir por los equipos analizados varían entre 10mm/s a 5m/s hasta -1,5 a 6,1 m/s para los flujómetros de tipo área velocidad con medición de Nivel y Radar Doppler. Los cuáles serán utilizados para rangos de caudales altos.

7 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS MEDIDORES DE FLUJO EN TUBERÍAS CERRADAS Y CANALES ABIERTOS

Las Empresas encargadas de comercializar el medidor de flujo en el país, realizan soporte y asistencia técnica del producto vendido, lo que incluye la instalación y puesta en servicio del medidor de flujo adquirido. La mayoría de las empresas proveedoras cuentan con Certificación ISO de sus productos.

Las empresas que realicen la certificación de la instalación de los equipos medidores de flujo ya sea para tuberías cerradas o canales abiertos, deberán contar con certificación ISO 9001.

El titular de derecho de aprovechamiento deberá de manera obligatoria contratar los servicios de la empresa encargada de realizar la certificación.

La Empresa deberá realizar la verificación, si el sistema de control de extracciones instalado en el pozo o canal (según sea el caso), concuerda con el aprobado por la Dirección General de Aguas mediante resolución dictaminada.

8. ANEXOS

8.1 Anexo N° 1: Estándares de Equipo de Medición

ESTANDAR MINIMO PARA CAUDALES PEQUEÑOS PARA TUBERIAS CERRADAS

APLICABLE A CAUDALES MENORES DE 10 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y MENORES DE 20 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo de flujómetro	Mecánico, electromagnético o ultrasónico. De inserción o carrete. NO PORTATIL.
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 150% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 4 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 0,4 y 6 l/s.
Máximo error de medición	5,0%
Certificado de Calibración	Obligatorio cada 5 años o en su defecto antes de cumplidos los 5 años debe presentar a aprobación un nuevo flujómetro.
Cámara de Protección	No es obligatoria
Mantenimiento	No es obligatorio. Idealmente implementar el que señale el fabricante del equipo.
Manual del equipo	No es obligatorio
Medidor de nivel	De cualquier tipo que permita resolución al centímetro (medir al centímetro).



FLUJÓMETRO
MECÁNICO



FLUJÓMETRO
ELECTROMAGNÉTICO



FLUJÓMETRO
ULTRASÓNICO



Medidor de Nivel

ESTANDAR MEDIO PARA CAUDALES PEQUEÑOS PARA TUBERIAS CERRADAS

APLICABLE A CAUDALES MENORES DE 10 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y MENORES DE 20 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo de flujómetro	Electromagnético. De carrete.
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 150% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 4 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 0,4 y 6 l/s.
Máximo error de medición	5,0%
Temperatura de operación	El rango de temperaturas de operación del equipo debe abarcar el rango de temperaturas del lugar de instalación.
Certificado de Calibración	Obligatorio cada 3 años o en su defecto antes de cumplidos los 3 años debe presentar a aprobación un nuevo flujómetro.
Cámara de Protección	Obligatoria. El titular deberá proteger el medidor de flujo. La materialidad puede ser prefabricada de hormigón o bien en albañilería de ladrillos.
Mantenimiento	Obligatorio. El titular deberá realizar cada 2 años mantenimiento del equipo, a través de una empresa certificada.
Manual del equipo	Obligatorio
Ubicación del flujómetro en la tubería	No en flujo descendente, como tampoco en la parte alta de un sistema de tuberías.
Medidor de nivel	De cualquier tipo que permita resolución al centímetro (medir al centímetro).



FLUJÓMETRO

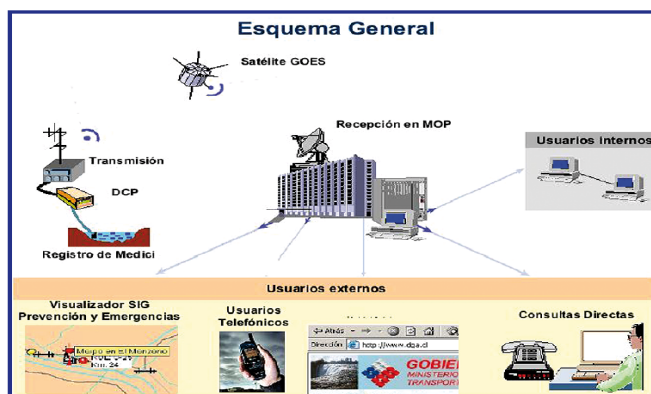


Medidor de Nivel

ESTANDAR SUPERIOR PARA CAUDALES PEQUEÑOS PARA TUBERIAS CERRADAS

APLICABLE A CAUDALES MENORES DE 10 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y MENORES DE 20 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo de flujómetro	Electromagnético o ultrasónico. De carrete.
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 200% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 4 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 0,4 y 8 l/s.
Máximo error de medición	5,0%
Certificado de Calibración	Obligatorio cada 3 años o en su defecto antes de cumplidos los 3 años debe presentar a aprobación un nuevo flujómetro.
Cámara de Protección	Obligatoria. El titular deberá proteger el medidor de flujo. La materialidad puede ser prefabricada de hormigón o bien en albañilería de ladrillos.
Mantenimiento	Obligatorio. El titular deberá realizar cada 2 años mantenimiento del equipo, a través de una empresa certificada.
Manual del equipo	Obligatorio
Sistema de Transmisión Remota	Obligatoria. Puede ser Radiotransmisión, Satelital u otra.



Medidor de Nivel

TRANSMISIÓN SATELITAL Y RADIO TRANSMISIÓN

ESTANDAR MINIMO PARA CAUDALES MEDIANOS PARA TUBERIAS CERRADAS

APLICABLE A CAUDALES ENTRE 10 y 50 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y ENTRE 20 y 50 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo de flujómetro	Mecánico, electromagnético o ultrasónico. De inserción o carrete. NO PORTATIL.
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 150% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 10 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 1 y 15 l/s.
Máximo error de medición para el caudal del derecho	Para regiones entre XV a Metropolitana, Máximo Error: $5,75 - 0,07Q$. Para regiones entre VI y XII, Máximo Error: $7 - 0,1Q$. Donde Q es el Caudal del derecho
Certificado de Calibración	Obligatorio para flujómetros usados. Además cada 3 años debe presentar un nuevo certificado o en su defecto antes de cumplidos los 3 años debe presentar a aprobación un nuevo flujómetro.
Cámara de Protección	No es obligatoria
Mantenimiento	No es obligatorio. Idealmente implementar el que señale el fabricante del equipo.
Manual del equipo	No es obligatorio
Medidor de nivel	De cualquier tipo que permita resolución al centímetro (medir al centímetro).



FLUJÓMETRO



FLUJÓMETRO ULTRASÓNICO



FLUJÓMETRO



Medidor de Nivel

ESTANDAR MEDIO PARA CAUDALES MEDIANOS PARA TUBERIAS CERRADAS

APLICABLE A CAUDALES ENTRE 10 y 50 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y ENTRE 20 y 50 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo de flujómetro	Electromagnético. De carrete. NO PORTATIL.
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 150% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 10 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 1 y 15 l/s.
Máximo error de medición para el caudal del derecho	Para regiones entre XV a Metropolitana, Máximo Error: $5,75 - 0,07Q$. Para regiones entre VI y XII, Máximo Error: $7 - 0,1Q$. Donde Q es el Caudal del derecho
Certificado de Calibración	Obligatorio para flujómetros usados. Además cada 3 años debe presentar un nuevo certificado o en su defecto antes de cumplidos los 3 años debe presentar a aprobación un nuevo flujómetro.
Cámara de Protección	Obligatoria. El titular deberá proteger el medidor de flujo. La materialidad puede ser prefabricada de hormigón o bien en albañilería de ladrillos.
Mantenimiento	Obligatorio. El titular deberá realizar cada 2 años mantenimiento del equipo, a través de una empresa certificada.
Manual del equipo	Obligatorio
Medidor de nivel	De cualquier tipo que permita resolución al centímetro (medir al centímetro).



FLUJÓMETRO

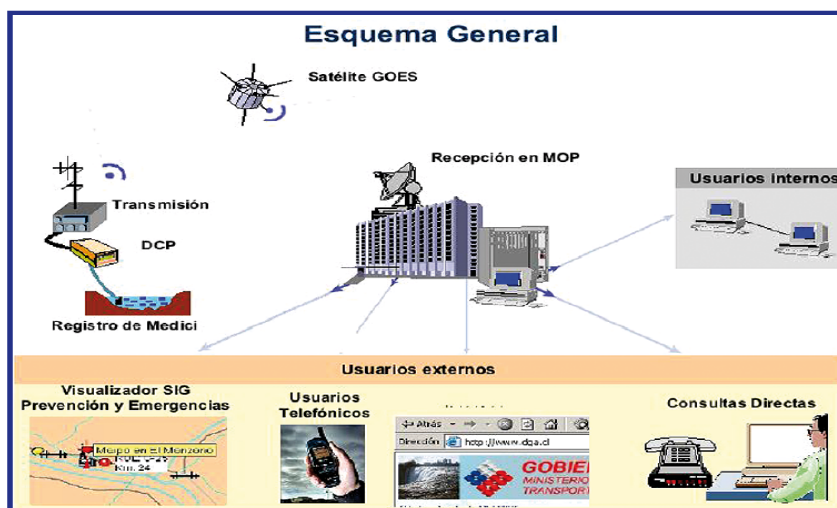


Medidor de Nivel

ESTANDAR SUPERIOR PARA CAUDALES MEDIANOS PARA TUBERIAS CERRADAS

APLICABLE A CAUDALES ENTRE 10 y 50 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y ENTRE 20 y 50 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo de flujómetro	Electromagnético. De carrete. NO PORTATIL.
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 150% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 10 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 1 y 15 l/s.
Máximo error de medición para el caudal del derecho	Para regiones entre XV a Metropolitana, Máximo Error: 5,75 - 0,07Q. Para regiones entre VI y XII, Máximo Error: 7 - 0,1Q. Donde Q es el Caudal del derecho
Certificado de Calibración	Obligatorio para flujómetros usados. Además cada 3 años debe presentar un nuevo certificado o en su defecto antes de cumplidos los 3 años debe presentar a aprobación un nuevo flujómetro.
Cámara de Protección	Obligatoria. El titular deberá proteger el medidor de flujo. La materialidad puede ser prefabricada de hormigón o bien en albañilería de ladrillos.
Mantenimiento	Obligatorio. El titular deberá realizar cada 2 años mantenimiento del equipo, a través de una empresa certificada.
Manual del equipo	Obligatorio
Sistema de Transmisión Remota	Obligatoria. Puede ser Radiotransmisión, Satelital u otra.



TRANSMISIÓN SATELITAL Y RADIO TRANSMISIÓN



Medidor de Nivel

ESTANDAR MINIMO PARA CAUDALES GRANDES PARA TUBERIAS CERRADAS

APLICABLE A CAUDALES MAYORES A 50 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y MAYORES A 50 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo de flujómetro	Electromagnético, ultrasónico o mecánico. De carrete. NO PORTATIL.
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 150% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 10 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 1 y 15 l/s.
Máximo error de medición para el caudal del derecho	2,0%
Certificado de Calibración	Obligatorio para flujómetros usados. Además cada 3 años debe presentar un nuevo certificado o en su defecto antes de cumplidos los 3 años debe presentar a aprobación un nuevo flujómetro.
Cámara de Protección	No obligatoria.
Mantenimiento	No es obligatorio. Idealmente implementar el que señale el fabricante del equipo.
Manual del equipo	No es obligatorio
Medidor de nivel	De cualquier tipo que permita resolución al centímetro (medir al centímetro).



FLUJÓMETRO



FLUJÓMETRO
ULTRASÓNICO



FLUJÓMETRO

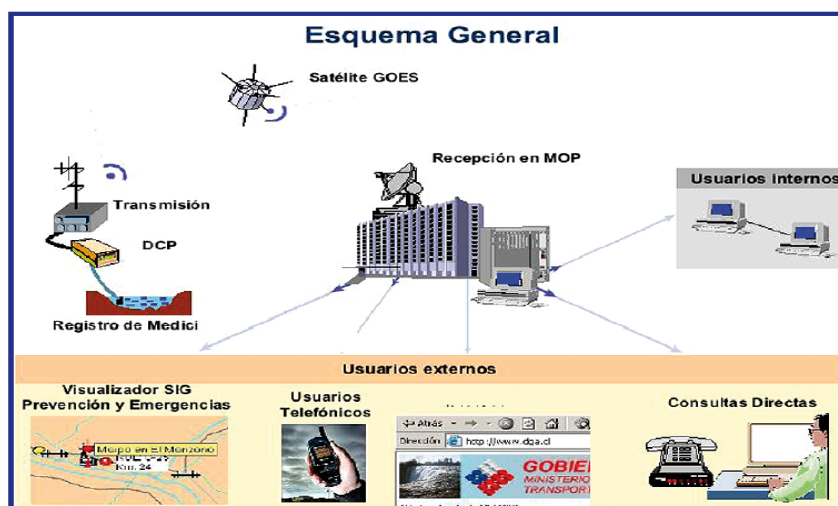


Medidor de Nivel

ESTANDAR SUPERIOR PARA CAUDALES GRANDES PARA TUBERIAS CERRADAS

APLICABLE A CAUDALES MAYORES A 50 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y MAYORES A 50 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo de flujómetro	Electromagnético. De carrete. NO PORTATIL.
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 150% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 10 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 1 y 15 l/s.
Máximo error de medición para el caudal del derecho	2,0%
Certificado de Calibración	Obligatorio para flujómetros usados. Además cada 3 años debe presentar un nuevo certificado o en su defecto antes de cumplidos los 3 años debe presentar a aprobación un nuevo flujómetro.
Cámara de Protección	Obligatoria. El titular deberá proteger el medidor de flujo. La materialidad puede ser prefabricada de hormigón o bien en albañilería de ladrillos.
Mantenimiento	Obligatorio. El titular deberá realizar cada 2 años mantenimiento del equipo, a través de una empresa certificada.
Manual del equipo	Obligatorio
Sistema de Transmisión Remota	Obligatoria. Puede ser Radiotransmisión, Satelital u otra.



Medidor de Nivel

8.2 Anexo N° 2: Proyectos Tipo Mínimos

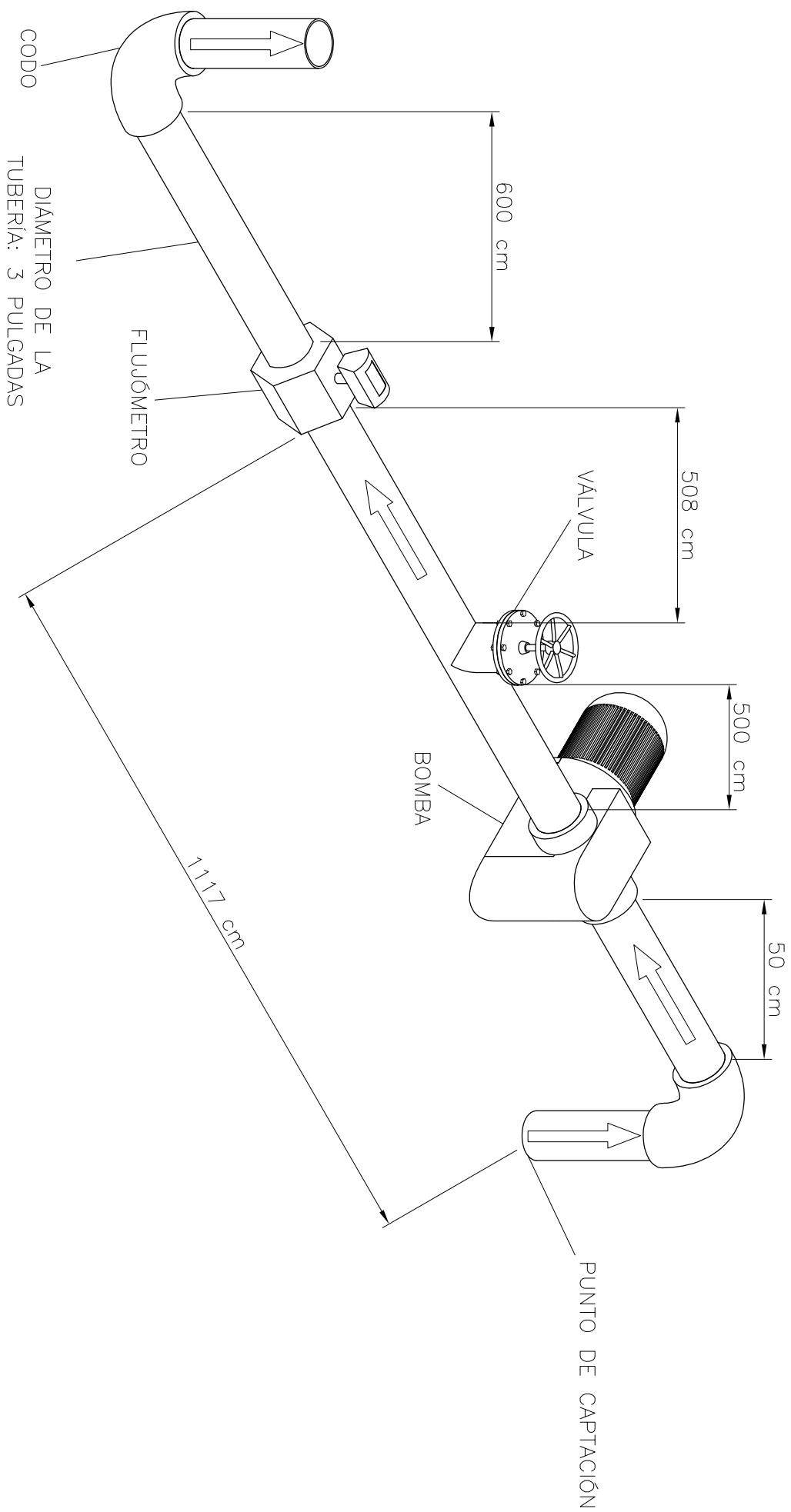


EJEMPLO DE PROYECTO PARA CAUDALES GRANDES TUBERIAS CERRADAS

I- Información del Pozo	Número Identificador:		65			
	Nombre del pozo:		Pozo 3			
II- Información Titular	Nombre:		Sociedad Tres Quiscos			
	Representante Legal (en caso de tener):		Marta Escudero			
	Dirección:		Estado 1002, Santiago Centro, Santiago			
	Teléfono:		5216498			
	Email:		martaescudero@hotmail.com			
III- Datos del derecho	Caudal (l/s)	100		Región:	VII	
	Tipo (consuntivo o no consuntivo):	consuntivo				
	Ejercicio (permanente o eventual; continuo, discontinuo o alternado):	permanente y continuo		Comuna:	Curicó	
				Coordenada Norte:	295548,08	
				Coordenada Este:	6126215,25	
				Datum:	WGS84	
	Huso:		18			
	DOMINIO					
	Resolución DGA		Sentencia Judicial	Otro:		
	Número:	789	Causa Rol:			
Fecha:	07/11/09	Fecha:				
Datos Conservador de Bienes Raíces						
Conservador de Bienes Raíces:		CURICO				
Número:	508	Fojas:	408	Año:	2009	
IV- Mapa y Planos	¿Adjunta Mapa de Ubicación General?		SI	¿Adjunta Planos?		SI
V- Características de la instalación	Distancia entre flujómetro y obra de captación (cm):				914	
	Distancia entre flujómetro y singularidad aguas arriba (cm):				406	
	Tipo de singularidad aguas arriba:				Válvula	
	Distancia entre flujómetro y singularidad aguas abajo (cm):				500	
	Tipo de singularidad aguas abajo:				CODO	
	Diámetro de la tubería donde se instalará el equipo de medición (pulg):				6	
	Disposición de la tubería donde se ubica el flujómetro:				HORIZONTAL	
VI- Características del medidor	Tipo de equipo de medición:		Electromagnético			
	Marca:		XXXX			
	Modelo:		XK-280V			
	Número de serie (en caso de ya poseer el medidor):		82374610			
	Porcentaje de error asociado al caudal del derecho		1,0%			
	Rango de caudal que puede medir (l/s) :		5 A 150			
¿Tiene Sello de seguridad?:		SI				
VII- Características relativas a la bomba	Marca:		XXXX			
	Modelo:		SB12			
	Potencia (indicar la unidad de medida) :		300 HP			
	Profundidad a la que está instalada (cm):		80			
	Diámetro de la tubería a la salida de la bomba (pulg):		6			
VIII- Sistema de medición de nivel	Medidor de Nivel marca XXXX modelo WT con huincha de 200 m de acero inoxidable recubierto de polietileno. Precisión de 1 mm. Graduado en milímetros, centímetros y metros.					
IX- Documentos Adicionales	ITEM				¿Adjunta?	
	Manual del equipo de medición (en los estándares que corresponda).				SI	
	Certificado de Calibración (en los estándares que corresponda).				SI	
	Cámara de Protección (en los estándares que corresponda).				SI	
	Mantenimiento (en los estándares que corresponda).				SI	
	Sistema de Transmisión Remota (en los estándares que corresponda).				NO CORRESPONDE	
	Fotografías.				SI	
Copia de documento que acredita dominio del derecho.				SI		

Nota: Ejemplo ficticio

PLANO DE INSTALACIÓN EQUIPO MEDIDOR DE FLUJO POZO M3



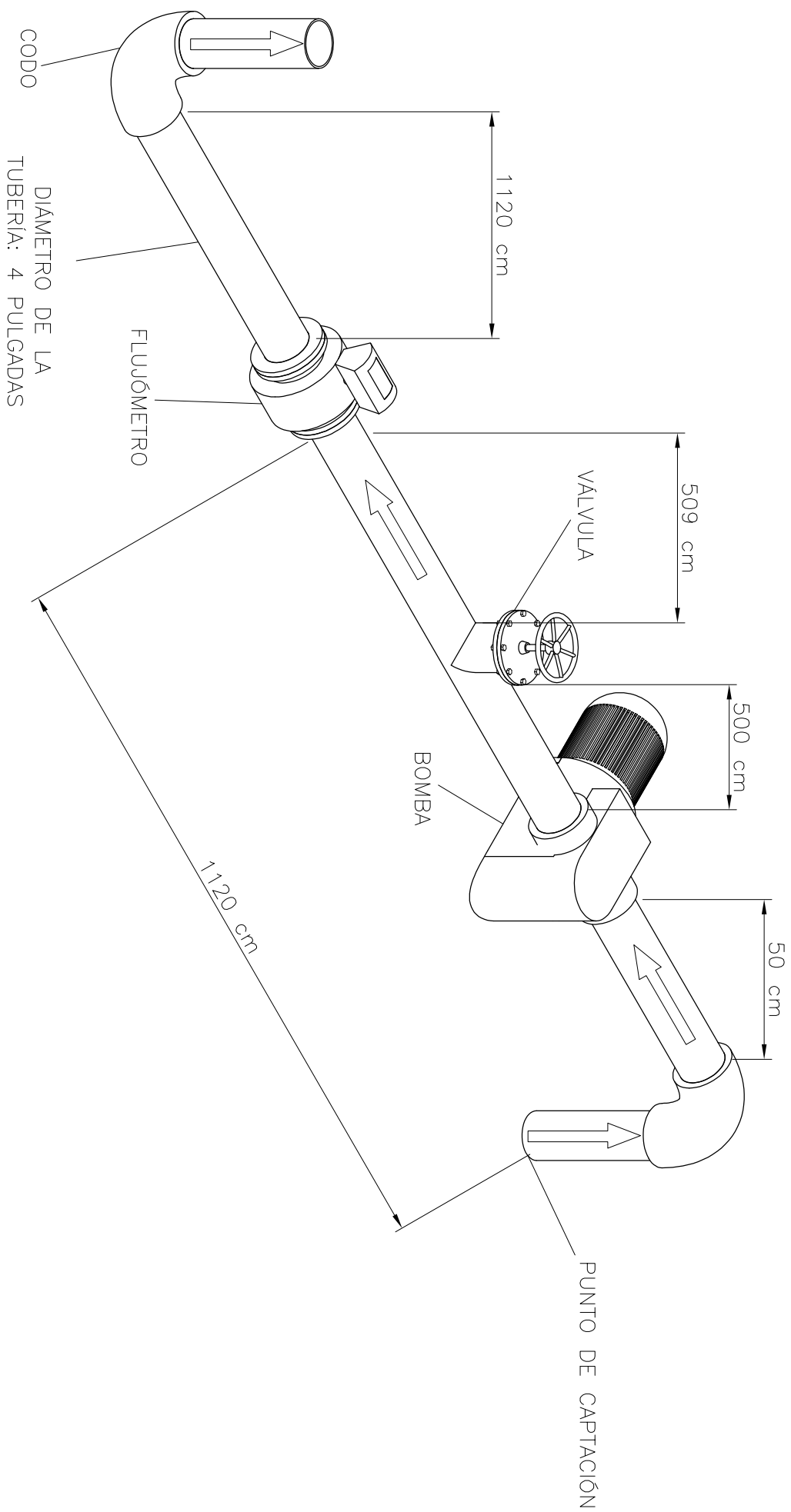


EJEMPLO DE PROYECTO PARA CAUDALES MEDIANOS TUBERIAS CERRADAS

I- Información del Pozo	Número Identificador:		23			
	Nombre del pozo:		Pozo 2			
II- Información Titular	Nombre:		Antonio Cifuentes Mendel			
	Representante Legal (en caso de tener):					
	Dirección:		Federico Alfonso 6588, La Serena			
	Teléfono:		84569732			
	Email:		tonino_486@gmail.com			
III- Datos del derecho	Caudal (l/s)	30		Región:	IV	
	Tipo (consuntivo o no consuntivo):	consuntivo		Comuna:	Coquimbo	
	Ejercicio (permanente o eventual; continuo, discontinuo o alternado):	permanente y continuo		Coordenada Norte:	289510,00	
				Coordenada Este:	6612273,00	
				Datum:	WGS84	
				Huso:	19	
	DOMINIO					
	Resolución DGA		Sentencia Judicial		Otro:	
	Número:		Causa Rol:	321987	Número:	
	Fecha:		Fecha:	12/08/00	Fecha:	
Datos Conservador de Bienes Raíces						
Conservador de Bienes Raíces:		Coquimbo				
Número:	652	Fojas:	984	Año:	2000	
IV- Mapa y Planos	¿Adjunta Mapa de Ubicación General?		SI	¿Adjunta Planos?		SI
V- Características de la instalación	Distancia entre flujómetro y obra de captación (cm):				1120	
	Distancia entre flujómetro y singularidad aguas arriba (cm):				509	
	Tipo de singularidad aguas arriba:				válvula	
	Distancia entre flujómetro y singularidad aguas abajo (cm):				1120	
	Tipo de singularidad aguas abajo:				codo	
	Diámetro de la tubería donde se instalará el equipo de medición (pulg):				4	
	Disposición de la tubería donde se ubica el flujómetro:				horizontal	
VI- Características del medidor	Tipo de equipo de medición:		Mecánico			
	Marca:		xxxx			
	Modelo:		88-MC-55			
	Número de serie (en caso de ya poseer el medidor):		5693435			
	Porcentaje de error asociado al caudal del derecho		2,0%			
	Rango de caudal que puede medir (l/s) :		2 a 50			
¿Tiene Sello de seguridad?:		No				
VII- Características relativas a la bomba	Marca:		xxxx			
	Modelo:		FCP-R			
	Potencia (indicar la unidad de medida) :		60			
	Profundidad a la que está instalada (cm):		80			
	Diámetro de la tubería a la salida de la bomba (pulg):		4			
VIII- Sistema de medición de nivel	Medidor de Nivel marca XXXX modelo WT con huincha de 200 m de acero inoxidable recubierto de polietileno. Precisión de 1 mm. Graduado en milímetros, centímetros y metros.					
IX- Documentos Adicionales	ITEM			¿Adjunta?		
	Manual del equipo de medición (en los estándares que corresponda).			SI		
	Certificado de Calibración (en los estándares que corresponda).			SI		
	Cámara de Protección (en los estándares que corresponda).			SI		
	Mantenimiento (en los estándares que corresponda).			SI		
	Sistema de Transmisión Remota (en los estándares que corresponda).			NO CORRESPONDE		
	Fotografías.			SI		
Copia de documento que acredita dominio del derecho.			SI			

Nota: Ejemplo ficticio

PLANO DE INSTALACIÓN EQUIPO MEDIDOR DE FLUJO POZO 2



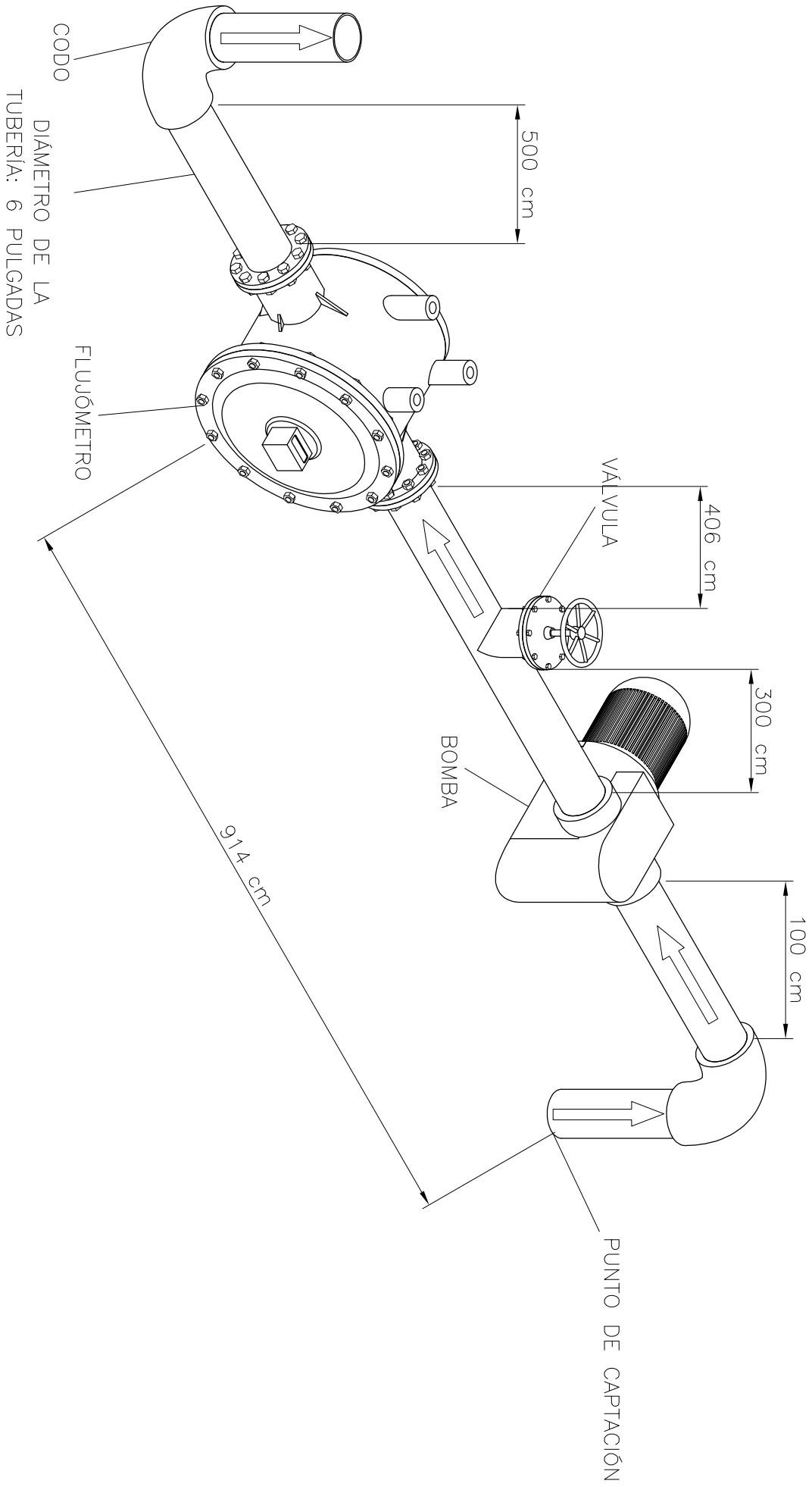


EJEMPLO DE PROYECTO PARA CAUDALES GRANDES TUBERIAS CERRADAS

I- Información del Pozo	Número Identificador:		65			
	Nombre del pozo:		Pozo 3			
II- Información Titular	Nombre:		Sociedad Tres Quiscos			
	Representante Legal (en caso de tener):		Marta Escudero			
	Dirección:		Estado 1002, Santiago Centro, Santiago			
	Teléfono:		5216498			
	Email:		martaescudero@hotmail.com			
III- Datos del derecho	Caudal (l/s)	100		Región:	VII	
	Tipo (consuntivo o no consuntivo):	consuntivo				
	Ejercicio (permanente o eventual; continuo, discontinuo o alternado):	permanente y continuo		Comuna:	Curicó	
				Coordenada Norte:	295548,08	
				Coordenada Este:	6126215,25	
				Datum:	WGS84	
	Huso:		18			
	DOMINIO					
	Resolución DGA		Sentencia Judicial	Otro:		
	Número:	789	Causa Rol:		Número:	
Fecha:	07/11/09	Fecha:		Fecha:		
Datos Conservador de Bienes Raíces						
Conservador de Bienes Raíces:			CURICO			
Número:	508	Fojas:	408	Año:	2009	
IV- Mapa y Planos	¿Adjunta Mapa de Ubicación General?		SI	¿Adjunta Planos?		SI
V- Características de la instalación	Distancia entre flujómetro y obra de captación (cm):				914	
	Distancia entre flujómetro y singularidad aguas arriba (cm):				406	
	Tipo de singularidad aguas arriba:				Válvula	
	Distancia entre flujómetro y singularidad aguas abajo (cm):				500	
	Tipo de singularidad aguas abajo:				CODO	
	Diámetro de la tubería donde se instalará el equipo de medición (pulg):				6	
	Disposición de la tubería donde se ubica el flujómetro:				HORIZONTAL	
VI- Características del medidor	Tipo de equipo de medición:				Electromagnético	
	Marca:				XXXX	
	Modelo:				XK-280V	
	Número de serie (en caso de ya poseer el medidor):				82374610	
	Porcentaje de error asociado al caudal del derecho				1,0%	
	Rango de caudal que puede medir (l/s) :				5 A 150	
¿Tiene Sello de seguridad?:				SI		
VII- Características relativas a la bomba	Marca:				XXXX	
	Modelo:				SB12	
	Potencia (indicar la unidad de medida) :				300 HP	
	Profundidad a la que está instalada (cm):				80	
	Diámetro de la tubería a la salida de la bomba (pulg):				6	
VIII- Sistema de medición de nivel	Medidor de Nivel marca XXXX modelo WT con huincha de 200 m de acero inoxidable recubierto de polietileno. Precisión de 1 mm. Graduado en milímetros, centímetros y metros.					
IX- Documentos Adicionales	ITEM				¿Adjunta?	
	Manual del equipo de medición (en los estándares que corresponda).				SI	
	Certificado de Calibración (en los estándares que corresponda).				SI	
	Cámara de Protección (en los estándares que corresponda).				SI	
	Mantenimiento (en los estándares que corresponda).				SI	
	Sistema de Transmisión Remota (en los estándares que corresponda).				NO CORRESPONDE	
	Fotografías.				SI	
Copia de documento que acredita dominio del derecho.				SI		

Nota: Ejemplo ficticio

PLANO DE INSTALACIÓN EQUIPO MEDIDOR DE FLUJO POZO 3

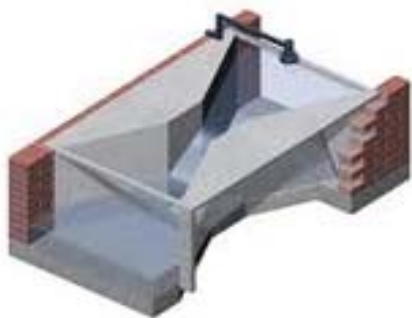


8.3 Anexo N° 3: Ficha Técnica Estándares de Equipo de Medición

ESTANDAR SUPERIOR PARA CAUDALES GRANDES PARA CANALES ABIERTOS

APLICABLE A CAUDALES MAYORES A 100 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y MAYORES A 200 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo Caudalímetro	Canaleta Parshall
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 150% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 100 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 10 y 150 l/s.
Máximo error de medición para el caudal del derecho	5,0%
Registro continuo	Obligatorio. Deberá incorporar un sistema de registro continuo de las alturas y los caudales correspondientes.
Sistema de Transmisión Remota	Obligatoria. Puede ser Radiotransmisión, Satelital u otra.
Certificado de Calibración	Obligatorio. El titular deberá presentar un certificado de calibración cada 3 años.
Mantenimiento	Obligatorio. El titular deberá mantener limpio el canal aguas arriba, extrayendo los sedimentos y basuras que pudieran acumularse. Además deberá mantener la canaleta correctamente instalada y proceder a su corrección o reemplazo ante manipulaciones de terceros y/o deterioros que afecten su funcionamiento.



CANALETA PARSHALL

ESTANDAR MEDIO PARA CAUDALES GRANDES PARA CANALES ABIERTOS

APLICABLE A CAUDALES MAYORES A 100 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y MAYORES A 200 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo Caudalímetro	Canaleta Parshall
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 150% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 100 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 10 y 150 l/s.
Máximo error de medición para el caudal del derecho	5,0%
Registro continuo	Obligatorio. Deberá incorporar un sistema de registro continuo de las alturas y los caudales correspondientes.
Certificado de Calibración	Obligatorio. El titular deberá presentar un certificado de calibración cada 3 años.
Mantenimiento	Obligatorio. El titular deberá mantener limpio el canal aguas arriba, extrayendo los sedimentos y basuras que pudieran acumularse. Además deberá mantener la canaleta correctamente instalada y proceder a su corrección o reemplazo ante manipulaciones de terceros y/o deterioros que afecten su funcionamiento.



CANALETA PARSHALL

ESTANDAR MINIMO PARA CAUDALES GRANDES PARA CANALES ABIERTOS

APLICABLE A CAUDALES MAYORES A 100 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y MAYORES A 200 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo Caudalímetro	Canaleta Parshall
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 150% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 100 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 10 y 150 l/s.
Máximo error de medición para el caudal del derecho	5,0%
Certificado de Calibración	Obligatorio. El titular deberá presentar un certificado de calibración cada 3 años.
Mantenimiento	Obligatorio. El titular deberá mantener limpio el canal aguas arriba, extrayendo los sedimentos y basuras que pudieran acumularse. Además deberá mantener la canaleta correctamente instalada y proceder a su corrección o reemplazo ante manipulaciones de terceros y/o deterioros que afecten su funcionamiento.



CANALETA PARSHALL

ESTANDAR SUPERIOR PARA CAUDALES MEDIANOS PARA CANALES ABIERTOS

APLICABLE A CAUDALES ENTRE 5 y 100 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y ENTRE 10 y 200 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo Caudalímetro	Canaleta Parshall
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 150% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 10 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 1 y 15 l/s.
Máximo error de medición para el caudal del derecho	5,0%
Registro continuo	Obligatorio. Deberá incorporar un sistema de registro continuo de las alturas y los caudales correspondientes.
Certificado de Calibración	Obligatorio. El titular deberá presentar un certificado de calibración cada 3 años.
Mantenimiento y Limpieza	Obligatorio. El titular deberá mantener limpio el canal aguas arriba, extrayendo los sedimentos y basuras que pudieran acumularse. Además deberá mantener el vertedero correctamente instalado y proceder a su corrección o reemplazo ante manipulaciones de terceros y/o deterioros que afecten su funcionamiento.



CANALETA PARSHALL

ESTANDAR MEDIO PARA CAUDALES MEDIANOS PARA CANALES ABIERTOS

APLICABLE A CAUDALES ENTRE 5 y 100 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y ENTRE 10 y 200 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo Caudalímetro	Canaleta Parshall
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 150% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 10 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 1 y 15 l/s.
Máximo error de medición para el caudal del derecho	5,0%
Certificado de Calibración	Obligatorio. El titular deberá presentar un certificado de calibración cada 3 años.
Mantenimiento y Limpieza	Obligatorio. El titular deberá mantener limpio el canal aguas arriba, extrayendo los sedimentos y basuras que pudieran acumularse. Además deberá mantener el vertedero correctamente instalado y proceder a su corrección o reemplazo ante manipulaciones de terceros y/o deterioros que afecten su funcionamiento.



CANALETA PARSHALL

ESTANDAR MINIMO PARA CAUDALES MEDIANOS PARA CANALES ABIERTOS

APLICABLE A CAUDALES ENTRE 5 y 100 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y ENTRE 10 y 200 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo Caudalímetro	Vertedero, Canaleta Parshall o compuertas.
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 150% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 10 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 1 y 15 l/s.
Máximo error de medición para el caudal del derecho	Para regiones entre XV a Metropolitana, Máximo Error: $10,3 + 0,052Q$. Para regiones entre VI y XII, Máximo Error: $10,3 + 0,026Q$. Donde Q es el Caudal del derecho
Certificado de Calibración	No es obligatorio
Mantenimiento y Limpieza	Obligatorio. El titular deberá mantener limpio el canal aguas arriba, extrayendo los sedimentos y basuras que pudieran acumularse. Además deberá mantener el vertedero correctamente instalado y proceder a su corrección o reemplazo ante manipulaciones de terceros y/o deterioros que afecten su funcionamiento.



COMPUERTA



VERTEDERO



CANALETA PARSHALL

ESTANDAR MEDIO PARA CAUDALES PEQUEÑOS PARA CANALES ABIERTOS

APLICABLE A CAUDALES MENORES DE 5 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y MENORES DE 10 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo Caudalímetro	Canaleta Parshall
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 200% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 4 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 0,4 y 8 l/s.
Máximo error de medición para el caudal del derecho	5,0%
Certificado de Calibración	Obligatorio cada 3 años o en su defecto antes de cumplidos los 3 años debe presentar a aprobación un nuevo flujómetro.
Mantenimiento y Limpieza	Obligatorio. El titular deberá mantener limpio el canal aguas arriba, extrayendo los sedimentos y basuras que pudieran acumularse. Además deberá mantener la canaleta correctamente instalada y proceder a su corrección o reemplazo ante manipulaciones de terceros y/o deterioros que afecten su funcionamiento.



CANALETA PARSHALL

ESTANDAR MINIMO PARA CAUDALES PEQUEÑOS PARA CANALES ABIERTOS

APLICABLE A CAUDALES MENORES DE 5 l/s ENTRE LAS REGIONES XV A METROPOLITANA Y MENORES DE 10 l/s ENTRE LAS REGIONES VI Y XII

Tipo Caudalímetro	Vertedero, Canaleta Parshall o compuertas.
Rango de Caudal que debe poder medir	Debe abarcar entre el 10 % hasta el 200% del caudal del derecho a controlar, por ejemplo, para un derecho de 4 l/s el equipo debería ser capaz de medir entre 0,4 y 8 l/s.
Máximo error de medición para el caudal del derecho	10,0%
Certificado de Calibración	No es obligatorio.
Mantenimiento y Limpieza	Obligatorio. El titular deberá mantener limpio el canal aguas arriba, extrayendo los sedimentos y basuras que pudieran acumularse. Además deberá mantener el vertedero correctamente instalado y proceder a su corrección o reemplazo ante manipulaciones de terceros y/o deterioros que afecten su funcionamiento.



COMPUERTA



VERTEDERO



CANALETA PARSHALL

8.4 Anexo N° 4: Formulario Proyecto de Control de Extracciones



**FORMULARIO
CONTROL DE EXTRACCIÓN DE AGUA PARA TUBERIAS CERRADAS**

I- Información del Pozo	Número Identificador:				
	Nombre del pozo:				
II- Información Titular	Nombre:				
	Representante Legal (en caso de tener):				
	Dirección:				
	Teléfono:				
		Email:			
III- Datos del derecho	Caudal (l/s)		Región:		
	Tipo (consuntivo o no consuntivo):		Comuna:		
	Ejercicio (permanente o eventual; continuo, discontinuo o alternado):		Coordenada Norte:		
			Coordenada Este:		
			Datum:		
			Huso:		
	DOMINIO				
	Resolución DGA		Sentencia Judicial		Otro:
	Número:		Causa Rol:		Número:
	Fecha:		Fecha:		Fecha:
Datos Conservador de Bienes Raíces					
Conservador de Bienes Raíces:					
Número:		Fojas:		Año:	
IV- Mapa y Planos	¿Adjunta Mapa de Ubicación General?		¿Adjunta Planos?		
V- Características de la instalación	Distancia entre flujómetro y obra de captación (cm):				
	Distancia entre flujómetro y singularidad aguas arriba (cm):				
	Tipo de singularidad aguas arriba:				
	Distancia entre flujómetro y singularidad aguas abajo (cm):				
	Tipo de singularidad aguas abajo:				
	Diámetro de la tubería donde se instalará el equipo de medición (pulg):				
Disposición de la tubería donde se ubica el flujómetro:					
VI- Características del medidor	Tipo de equipo de medición:				
	Marca:				
	Modelo:				
	Número de serie (en caso de ya poseer el medidor):				
	Porcentaje de error asociado al caudal del derecho				
Rango de caudal que puede medir (l/s) :					
¿Tiene Sello de seguridad?:					
VII- Características relativas a la bomba	Marca:				
	Modelo:				
	Potencia (indicar la unidad de medida) :				
	Profundidad a la que está instalada (cm):				
Diámetro de la tubería a la salida de la bomba (pulg):					
VIII- Sistema de medición de nivel					
IX- Documentos Adicionales	ITEM			¿Adjunta?	
	Manual del equipo de medición (en los estándares que corresponda).				
	Certificado de Calibración (en los estándares que corresponda).				
	Cámara de Protección (en los estándares que corresponda).				
	Mantenimiento (en los estándares que corresponda).				
	Sistema de Transmisión Remota (en los estándares que corresponda).				
	Fotografías.				
Copia de documento que acredita dominio del derecho.					

Nota: El titular de aprovechamiento de Agua, deberá llenar los espacios en blanco, con letra legible y en imprenta.

FIRMA



**FORMULARIO
CONTROL DE EXTRACCIÓN DE AGUA PARA CANALES ABIERTOS
CANALETA PARSHALL**

I- Información del Punto de Captación	Número Identificador:				
	Nombre del cause principal:				
II- Información Titular	Nombre:				
	Representante Legal (en caso de tener):				
	Dirección:				
	Teléfono:				
III- Datos del derecho	Caudal (l/s)		Región:		
	Tipo (consuntivo o no consuntivo):		Comuna:		
	Ejercicio (permanente o eventual; continuo, discontinuo o alternado):		Coordenada Norte:		
			Coordenada Este:		
			Datum:		
			Huso:		
	DOMINIO				
	Resolución DGA		Sentencia Judicial	Otro:	
	Número:		Causa Rol:	Número:	
	Fecha:		Fecha:	Fecha:	
	Datos Conservador de Bienes Raíces				
Conservador de Bienes Raíces:					
Número:		Fojas:	Año:		
IV- Mapa y Planos	¿ Adjunta Mapa de Ubicación General?		¿Adjunta Planos?		
V- Características de la instalación	Distancia entre flujómetro y obra de captación (m):				
	Tipo de Sección:				
VI- Características del medidor	Tipo de equipo de medición:		CANAL PARSHALL		
	Dimensiones del Medidor de Flujo				
	Longitud de transición de entrada (mm):				
	Longitud de la sección convergente (mm):				
	Longitud de la Garganta (mm):				
	Longitud de la sección divergente (mm):				
	Ancho de la Garganta (mm):				
	Ancho de la entrada de la sección (mm):				
	Ancho de Salida (mm):				
	Profundidad Total (mm):				
Porcentaje de error asociado al caudal del derecho de aprovechamiento de aguas:					
Rango de caudal que puede medir (l/s) :					
VII- Documentos Adicionales	ITEM			¿Adjunta?	
	Manual del equipo de medición (en los estándares que corresponda).				
	Certificado de Calibración (en los estándares que corresponda).				
	Mantenimiento (en los estándares que corresponda).				
	Sistema de Transmisión Remota (en los estándares que corresponda).				
	Sistema de Registro Continuo (en los estándares que corresponda).				
	Fotografía del punto de captación.				
Copia de documento que acredita dominio del derecho.					

Nota: El titular de aprovechamiento de Agua, deberá llenar los espacios en blanco, con letra legible y en imprenta.

FIRMA



**FORMULARIO
CONTROL DE EXTRACCIÓN DE AGUA PARA CANALES ABIERTOS
VERTEDEROS**

I- Información del Punto de Captación	Número Identificador:				
	Nombre del cause principal:				
II- Información Titular	Nombre:				
	Representante Legal (en caso de tener):				
	Dirección:				
	Teléfono:				
	Email:				
III- Datos del derecho	Caudal (l/s)		Región:		
	Tipo (consuntivo o no consuntivo):		Comuna:		
	Ejercicio (permanente o eventual; continuo, discontinuo o alternado):		Coordenada Norte:		
			Coordenada Este:		
			Datum:		
			Huso:		
	DOMINIO				
		Resolución DGA	Sentencia Judicial	Otro:	
	Número:		Causa Rol:	Número:	
	Fecha:		Fecha:	Fecha:	
Datos Conservador de Bienes Raíces					
Conservador de Bienes Raíces:					
Número:		Fojas:	Año:		
IV- Mapa y Planos		¿ Adjunta Mapa de Ubicación General?		¿ Adjunta Planos?	
V- Características de la instalación		Distancia entre flujómetro y obra de captación (m):			
		Tipo de Sección:			
VI- Características del medidor	Tipo de equipo de medición:		VERTEDERO		
	Dimensiones del Medidor de Flujo				
	Ancho de Cresta del Vertedero (m):				
	Altura de Carga de Agua (cm):				
	Porcentaje de error asociado al caudal del derecho de aprovechamiento de aguas:				
Rango de Caudal a la que puede medir (l/s):					
VII- Documentos Adicionales	ITEM			¿Adjunta?	
	Manual del equipo de medición (en los estándares que corresponda).				
	Certificado de Calibración (en los estándares que corresponda).				
	Mantenimiento (en los estándares que corresponda).				
	Sistema de Transmisión Remota (en los estándares que corresponda).				
	Sistema de Registro Continuo (en los estándares que corresponda).				
	Fotografía del punto de captación.				
Copia de documento que acredita dominio del derecho.					

Nota: El titular de aprovechamiento de Agua, deberá llenar los espacios en blanco, con letra legible y en imprenta.

FIRMA



**FORMULARIO
CONTROL DE EXTRACCIÓN DE AGUA PARA CANALES ABIERTOS
COMPUERTA**

I- Información del Punto de Captación	Número Identificador:				
	Nombre del cause principal:				
II- Información Titular	Nombre:				
	Representante Legal (en caso de tener):				
	Dirección:				
	Teléfono:				
	Email:				
III- Datos del derecho	Caudal (l/s)		Región:		
	Tipo (consuntivo o no consuntivo):			Comuna:	
	Ejercicio (permanente o eventual; continuo, discontinuo o alternado):			Coordenada Norte:	
				Coordenada Este:	
				Datum:	
				Huso:	
	DOMINIO				
	Resolución DGA		Sentencia Judicial	Otro:	
	Número:		Causa Rol:	Número:	
	Fecha:		Fecha:	Fecha:	
	Datos Conservador de Bienes Raíces				
	Conservador de Bienes Raíces:				
Número:		Fojas:	Año:		
IV- Documentos Adicionales		¿ Adjunta Mapa de Ubicación General?		¿Adjunta Planos?	
V- Características de la instalación	Distancia entre flujómetro y obra de captación (m):				
	Tipo de Sección:				
VI- Características del medidor	Tipo de equipo de medición:		COMPUERTA		
	Dimensiones del Medidor de Flujo				
	Abertura de la Compuerta (m):				
	Carga Hidráulica (m):				
	Ancho de la Compuerta (m):				
	Porcentaje de error asociado al caudal del derecho de aprovechamiento de aguas:				
	Rango de Caudal a la que puede medir (l/s):				
VII- Documentos Adicionales	ITEM			¿Adjunta?	
	Manual del equipo de medición (en los estándares que corresponda).				
	Certificado de Calibración (en los estándares que corresponda).				
	Mantenimiento (en los estándares que corresponda).				
	Sistema de Transmisión Remota (en los estándares que corresponda).				
	Sistema de Registro Continuo (en los estándares que corresponda).				
	Fotografía del punto de captación.				
Copia de documento que acredita dominio del derecho.					

Nota: El titular de aprovechamiento de Agua, deberá llenar los espacios en blanco, con letra legible y en imprenta.

FIRMA