



GUÍA PARA REALIZAR INVENTARIOS DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA

Preparado por:
Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos
Área de Evaluación de Recursos Hídricos

Abril 2020





MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO

Ing. Jorge Luis Montenegro Chavesta
Ministro de Agricultura y Riego

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Ing. Amarildo Fernández Estela
Jefe de la Autoridad Nacional del Agua

Gerencia General

Ing. José Luis Aguilar Huertas
Gerente General

Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos

Abg. Eladio M.R Núñez Peña
Director

Equipo Técnico de Agua Subterránea de la DCERH:

Ing. Óscar Alberto Ávalos Sanguinetti
Ing. Mckevin Paul Canicoba Cardenas
Ing. Luz Aydé Carrillo Moscoso
Ing. José Eduardo Sifuentes Gallardo
Ing. Juan Blanco Salinas Guevara

Responsable de Agua Subterránea
Especialista de Agua Subterránea
Especialista de Agua Subterránea
Especialista de Agua Subterránea
Especialista de Agua Subterránea





INDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	OBJETIVO	1
3	BASE LEGAL	1
4	ALCANCES	2
5	INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA	2
5.1	CONCEPTO	2
5.2	OBJETIVOS DEL INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA	2
5.2.1	Objetivo general	2
5.2.2	Objetivos específicos	3
5.3	PROCEDIMIENTO	3
5.3.1	Trabajos preliminares	3
5.3.2	Trabajo de campo	8
5.3.3	Informe final	9
6	BIBLIOGRAFÍA	9
	ANEXOS	11
	ANEXO I. Ficha de Campo	12
	ANEXO II. Instrucciones para el desarrollo de la ficha de campo (Anexo I)	14
	ANEXO III. Estimación de caudal de extracción	36
	ANEXO IV. Equipamiento para Desarrollo del Inventario	47
	ANEXO V. Recomendaciones para la Medición de Parámetros in-situ	59
	ANEXO VI. Glosario de términos del inventario de fuentes de agua subterránea	60
	ANEXO VII. Tablas para base de datos de inventario	70
	ANEXO VIII. Formato de Cuadro de Características - Inventario	71
	ANEXO IX. Contenido mínimo de informe final de inventario	72





1 INTRODUCCIÓN

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) es el ente rector y la máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos y tiene entre sus funciones normar y establecer procedimientos para asegurar la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos.

La Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos (DCERH) es la dirección de línea de la ANA que organiza y conduce a nivel nacional las acciones en materia de evaluación, conservación de la cantidad, así como protección y recuperación de la calidad de los recursos hídricos. Tiene entre sus funciones, implementar y mantener actualizado el Inventario Nacional de Fuentes de Agua Subterránea.

El Inventario de Fuentes de Agua Subterránea es una herramienta importante para la toma de decisiones en la gestión de los recursos hídricos, que consiste en el registro en un tiempo y espacio de todas las fuentes de agua subterránea, es decir, sus afloramientos naturales (manantiales) como de todas aquellas estructuras hidráulicas de acceso a la fuente de agua subterránea, ya sea con fines de aprovechamiento hídrico, control y monitoreo de la cantidad y calidad, tales como: pozos, piezómetros, galerías filtrantes y cochas.

Por tal razón, la ANA presenta la **Guía para realizar Inventarios de Fuentes de Agua Subterránea**, un instrumento de gestión cuyo objetivo es uniformizar los criterios y procedimientos que deben ser considerados al momento de desarrollar un inventario. Este documento describe las etapas de la ejecución del inventario: actividades preliminares, trabajo de campo, trabajo de gabinete e informe final, así mismo contiene las instrucciones para un adecuado registro de los datos de las fuentes de agua subterránea en la ficha de campo.

2 OBJETIVO

Poner a disposición un documento técnico que estandarice los criterios y procedimientos para la ejecución del inventario de fuentes de agua subterránea.

3 BASE LEGAL

La “Guía para realizar Inventarios de Fuentes de Agua subterránea”, como instrumento de gestión, se sustenta en la siguiente normatividad:

- Ley N°29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Decreto Supremo N° 023-2014-AG, que modifica el Reglamento de la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos, aprobado por Decreto Supremo N°001-2010-AG
- Decreto Supremo N° 018-2017-MINAGRI, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua.





- Resolución Jefatural N° 007-2015-ANA, que aprueba el Reglamento de Procedimiento para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua.

4 ALCANCES

- La *Guía para realizar Inventarios de Fuentes de Agua Subterránea*, brinda el marco conceptual, la terminología y procedimientos para realizar los inventarios de fuentes de agua subterránea.
- Este documento es de aplicación en la ejecución de todos los inventarios de fuentes de agua subterránea dentro del territorio nacional.
- La *Guía para realizar Inventarios de Fuentes de Agua Subterránea* es de obligatorio cumplimiento por los órganos de línea y órganos desconcentrado de la ANA; así como para todas las instituciones públicas y privadas que efectúen investigaciones y/o estudios hidrogeológicos.

5 INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA

5.1 CONCEPTO

Es el registro en un tiempo y espacio de las características técnicas (funcionamiento hidráulico, características fisicoquímicas, entre otros) de todas las fuentes de agua subterránea, es decir, de sus afloramientos naturales (manantiales), así como de todas aquellas estructuras hidráulicas de acceso al agua subterránea, ya sea con fines de aprovechamiento hídrico, control y monitoreo de la cantidad y calidad, tales como: pozos, piezómetros, galerías filtrantes y cochas.

Así mismo, el inventario de fuentes de aguas subterránea es parte de la línea base hidrogeológica en estudios relacionados a la gestión de los recursos hídricos subterráneos y toma de decisiones. Por esta razón, este instrumento técnico debe ser objetivo, verificado y actualizado por lo menos cada 5 años, sin ser limitativo de requerirse un inventario en un tiempo menor.

5.2 OBJETIVOS DEL INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA

5.2.1 Objetivo general

Registrar en un tiempo y espacio todas las fuentes de agua subterránea, es decir, sus afloramientos naturales (manantiales) como de todas aquellas estructuras hidráulicas de acceso a la fuente de agua subterránea, ya sea con fines de aprovechamiento hídrico, control y monitoreo de la cantidad y calidad, tales como: pozos, piezómetros, galerías filtrantes y cochas.





5.2.2 Objetivos específicos

- Conocer las características de diseño, registro de parámetros in-situ, así como el equipamiento de las fuentes inventariadas.
- Estimar el volumen anual de explotación de las aguas subterránea en el área de interés.
- Conocer la situación legal de las explotaciones de agua subterráneas en área de interés.
- Georreferenciar las fuentes inventariadas.
- Identificar posibles fuentes contaminantes al acuífero en el área de interés.
- Crear o actualizar una base de datos sistematizada que sea de utilidad para la gestión de los recursos hídricos subterráneos.

5.3 PROCEDIMIENTO

La ejecución de un inventario de fuentes de agua subterránea comprende las siguientes etapas de trabajo:

5.3.1 Trabajos preliminares

a) Definición del ámbito/área de estudio:

Previo al trabajo de campo, se debe definir el área de interés con apoyo de una herramienta de Sistema de Información Geográfica (SIG) y armar un mapa base el cual debería contener como mínimo:

- Límites distritales, provinciales, departamentales
- Base topográfica
- Vías
- Hidrografía
- Centros poblado
- Límites de Unidades Hidrográficas
- Límites de la ALA/AAA
- Inventarios de años anteriores

b) Codificación:

El registro de fuentes de agua subterránea se realiza con el código de Inventario de Recursos Hídricos Subterráneos (IRHS), el cual considera la demarcación política del país empleada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el código según el tipo de fuente descrito en el presente



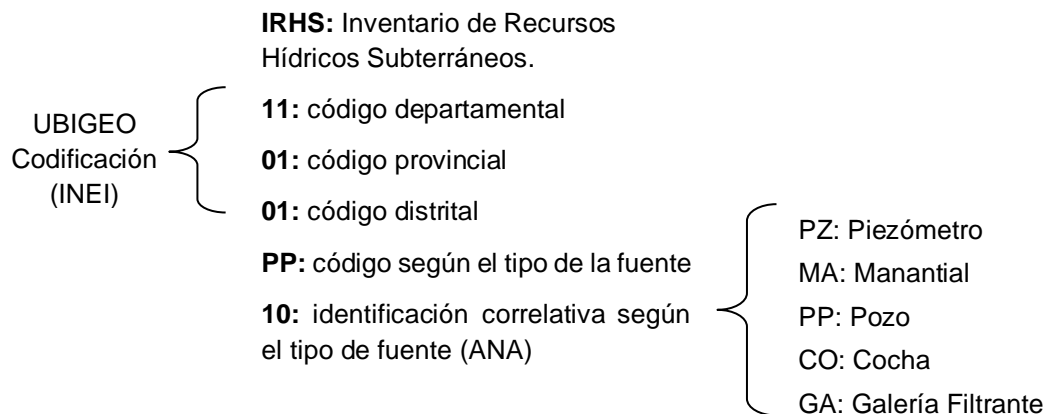


documento y el número de identificación correlativo de la fuente en el distrito, asignado por la ANA.

Nota : Se debe contar previamente con los límites políticos distritales definidos y publicados por el INEI.

Ejemplo:

IRHS 11.01.01-PP-10



Cabe precisar que el Inventario de Fuentes de Agua Subterránea, codificación IRHS otorgado por ANA a la fuente inventariada, así como su ficha de campo, no acredita el derecho de uso de agua subterránea alguno.

b.1) Modificación de los límites distritales

Para la recodificación de la fuente de agua inventariada, se procede con la **identificación correlativa** del IRHS de acuerdo con el distrito que corresponde, número inmediato siguiente al último código asignado a las fuentes de agua subterránea que se han inventariado dentro de la nueva delimitación distrital.



Además, una vez aprobado el inventario a través del dispositivo legal correspondiente. El informe final del inventario debe contemplar las modificaciones realizadas, con el fin de que se realicen las actualizaciones en el Registro Administrativo de Derechos de Agua (RADA).

b.2) Codificación duplicada

Cuando se presente el caso de asignación de códigos iguales en dos o más fuentes de agua subterránea que pertenecen al mismo distrito y sus derechos de uso de agua correspondientes señalan la codificación IRHS, la fuente con el derecho de mayor antigüedad conservará la codificación, mientras que a la(s) otra(s) fuente(s) se le asignará el código correspondiente al inventario



en ejecución, según el distrito que corresponda. El informe final del inventario de fuentes de agua subterránea debe contemplar las modificaciones realizadas, con el fin de que se realicen las actualizaciones en el (RADA).

b.3) Codificación para bocaminas

La codificación para bocaminas debe estar contemplada dentro de la codificación de galerías filtrantes y su registro debe considerarse en la misma bocamina.

c) Simbología de las fuentes:

De acuerdo con el tipo de fuente, su estructura y estado al momento de la ejecución del inventario, se debe usar la siguiente simbología:

Cuadro 1 Simbología de las Fuentes

Tipo	Estado			Fuente
	Utilizado	Utilizable	No Utilizable	
Piezómetro Casagrande Simple				(**)
Casagrande Múltiple				(***)
Piezómetro Cuerda Vibrante		--		(***)
Manantial				(*)
Pozo Tubular				(*)
Pozo Tajo Abierto				(*)
Pozo Mixto				(***)
Pozo Radial				(***)
Pozo Puntera				(***)
Cocha				(***)
Galería Filtrante				(***)

(*) Formulación del Inventario de la infraestructura de riego y drenaje y vías de comunicación en los distritos de riego del Perú DGN°002-2005-INRENA-OA

(**) Normas para la Elaboración de Cartografía Temática Relacionada a Recursos Hídricos producida en la ANA DGN°007-2015-ANA-J-OSNIRH

(***) Elaboración Propia

(--) No corresponde tal estado





d) Definición del equipo de trabajo:

El equipo técnico responsable de la ejecución del inventario está conformado por personal de campo con experiencia en el desarrollo de estudios relacionados a aguas subterráneas, manejo de equipos de posicionamiento global (GPS) y de medición de parámetros in-situ (Tº, pH, Cond., STD, OD, entre otros).

Cuadro 2 Personal Necesario para el Desarrollo de Inventarios

CARGO	PROFESIONAL	EXPERIENCIA
Líder	Ing. Geólogo, Agrícola, mecánico de fluidos, Civil o carreras a fines	Experiencia General: > 5 años en el desarrollo y/o evaluación de estudios hidrogeológicos Experiencia específica: no menor a 3 años en el desarrollo de inventarios de Fuentes de agua subterránea
Asistentes de Campo	Bachiller o técnico	> 2 años en el desarrollo de Inventario de Fuentes de agua subterránea

Nota: Se propone que cada brigada este conformada por 2 asistentes de campo Así mismo para la etapa de gabinete se podría considerar la participación de un profesional GIS

e) Equipamiento

Instrumentación:

Se debe asegurar la disponibilidad de instrumentos tecnológicos y su correcto funcionamiento. El equipo y accesorios básico necesario para la realización del inventario de fuentes de agua subterránea es el siguiente:

- Wincha metálica de 3m
- GPS
- Cronómetro
- Cámara fotográfica
- Sonda eléctrica de nivel de agua
- Sonda mecánica para medición de profundidad
- Tacómetro
- Equipo de medición de parámetros in-situ (multiparámetros o equipos de bolsillo).
- Flujómetro para la verificación del caudal de extracción.
- Correntómetro
- Vertederos
- Bailer





- Jarra y balde transparente graduado
- Barril, cilindro o cuba de 60 L o 120 L
- Driza o Soga
- Bomba de succión

Es importante tener en cuenta que los equipos (para medición de parámetros in-situ, flujómetro y correntómetro) deben contar con sus certificados de calibración antes del inicio del inventario de fuentes de agua. Así mismo, se deben calibrar los equipos para medición de parámetros diariamente, antes del inicio de la actividad o cada vez que estos lo requieran.

De poder contar con un altímetro se registrará el dato de elevación (m s.n.m.) medido por este equipo.

Equipo de Protección Personal (EPP) Básico:

- Zapatos de seguridad
- Guantes de Nitrilo
- Lentes de seguridad oscuros y claros
- Chaleco con cintas reflexivas
- Camisa manga larga
- Casco de seguridad

Es importante que el personal que realice las actividades en campo utilice el EPP básico durante el desarrollo de su trabajo, adicionalmente debe incluir otros EPPs específicos y necesarios para salvaguardar la salud e integridad física del personal que labore ante cualquier evento de fuerza mayor declarado en estado de emergencia por el gobierno. Así mismo, el personal debe contar con el Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo (SCTR).



f) Revisión de información secundaria

Comprende la recopilación y evaluación de la información técnica generada en el ámbito/área de interés y publicada por organismos técnicos especializados, gobiernos regionales y locales, entre otros.

- Mapas regionales o distritales según el ámbito de estudio.
- Mapas topográficos.
- Mapas y secciones Geológicas.
- Inventario de Fuentes de Agua realizados en fechas anteriores.



- Acreditaciones de pozo.
- Estudios Hidrogeológicos.
- Perfiles estratigráficos de pozos.
- Ubicación de pruebas de bombeo realizadas.
- Ubicación de Muestras de agua analizadas.
- Derechos de uso de agua subterránea otorgados
- Monitoreo efectuado en pozos
- Otros que puedan ser de interés.

5.3.2 Trabajo de campo

a) Reconocimiento de campo

a.1) Coordinaciones necesarias con los representantes de las instituciones estatales y privadas, actores de cuenca locales, organizaciones de usuarios de agua, comunidades campesinas y/o nativas, entre otros, tal que se lleguen a acuerdos de colaboración respecto a las actividades de inventarios.

a.2) Visitas de campo preliminares, las cuales permitirán conocer y sectorizar el área de estudio, accesibilidad, logística, tiempo de recorrido, climatología, situación social y otros identificados durante el reconocimiento de campo.

a.3) Elaboración del plan de trabajo y cronogramas a corto y mediano plazo, que deberá contemplar:

- Actualización de la información obtenida en inventarios anteriores.
- Identificación de nuevas fuentes de agua subterránea.
- Identificación de posibles fuentes contaminantes al agua Subterránea.

b) Desarrollo del inventario

Consiste en la identificación y el registro en campo de todos los pozos, manantiales, piezómetros o pozos de investigación, cochas, galerías filtrantes, punteras y otras estructuras con acceso a la fuente de agua subterránea, en el ámbito/área de estudio definida; a través de la ficha de inventario de fuentes de agua subterránea del Anexo I, las mismas que deberán ser llenadas conforme a las instrucciones de llenado se encuentran en el Anexo II.





c) Trabajo de gabinete

Consiste en la revisión, validación, y sistematización de la información obtenida en la Etapa de trabajo de campo de acuerdo con los Anexos VII y VIII.

5.3.3 Informe final

Consiste en la elaboración del documento técnico que presenta la situación actual del comportamiento del acuífero, que sistematiza la información básica y a su vez constituye un instrumento para la administración de los recursos hídricos subterráneos. Su contenido se describe en el Anexo IX.

6 BIBLIOGRAFÍA

Ministerio de Agricultura. Formulación del Inventario de la infraestructura de riego y drenaje y vías de comunicación en los distritos de riego del Perú DGN°002-2005-INRENA-OA. 2012

Autoridad Nacional del Agua. Normas para la Elaboración de Cartografía Temática Relacionada a Recursos Hídricos producida en la ANA DGN°007-2015-ANA-J-OSNIRH. 2015

Autoridad Nacional del Agua. Guía para realizar Inventarios de Fuentes Naturales de Agua Superficial enmarcada en la R.J. 319-2015-ANA. 2015

Instituto de Investigación Agropecuaria de Chile. Fuentes de Agua. 2004

Autoridad Nacional del Agua. Glosario de Términos de la Ley N° 29338 Ley de Recursos Hídricos y de su reglamento (DSN° 001-2010-AG)

Wilhelm F. Struckmeier Jean Margat. Hydrogeological Maps A Guide and a Standard Legend.1995

Autoridad Nacional del Agua. Protocolo Nacional para monitoreo de la calidad de los recursos hídricos Superficiales (RJN°010-2016-ANA).2016

Broder J. Merkel, Britta Planer Friedrich, Darrell K. Nordstrom. Groundwater Geochemistry. Springer. 2005

C.W. Fetter. Applied Hydrogeology. Prentice Hall. 2000

Howard S. Wheeler, Simon A. Mathias, Xin Li. Groundwater Modelling in Arid and Semi-Arid Areas. Cambridge University Press. 2010

Jacques W. Delleur. The Handbook of Groundwater Engineering. CRC Press. 2006

Jean Margat, Jac van der Gun. Groundwater around the world: A geographic sinopsis. CRC Press. 2013

M. Castañeda. Análisis Hidrogeoquímico del Río Mishca. EAE Publishing. 2014

Paul L. Younger. Groundwater in the Environment: An Introduction-Wiley-Blackwell. 2006





Paul L. Younger, N. S. Robins. Mine Water Hydrogeology and Geochemistry (Special Publication). Geological Society of London. 2002

Susan Louise Brantley. Kinetics of water-rock interaction. Springer. 2008

Tim Davie. Fundamentals of Hydrology. Routledge. 2008

W. Dragoni and B. S. Sukhija. Climate Change and Groundwater (Geological Society)





ANEXOS





ANEXO I. Ficha de Campo

FICHA DE CAMPO					
N° de Ficha : _____					
Código :	IRHS	dpto	prov	dist	Fuent. N°
Fecha de Censo:		Departamento:		Nombre de la Fuente Inventariada:	
Elaborado por:		Provincia:		Ubicación Geográfica - Coordenadas UTM (WGS 84)	
AAA / ALA:		Distrito:		E : <input type="text"/>	N : <input type="text"/> Alt.: <input type="text"/>
Subsector Hidráulico:		Sector:		Precisión del GPS:	
Organización de Usuarios:		N° Predio:		Nombre de la Cuenca o Subcuenca:	
		Prop. Predio:		Código Pfafstetter :	
TIPO FUENTE DE AGUA SUBTERRÁNEA:					
Manantial ()		Pozo ()		Piezómetro ()	
				Galería Filtrante ()	
				Cocha ()	
<i>Nota: Si la fuente inventariada es un Manantial y este ya fue inventariada previamente, añadir la codificación de ANA asignada: _____</i>					
Estructura Hidráulica de acceso al Agua Subterránea :					
Sin estructura ()		Poza ()		C. concreto ()	
Pz. Casa Grand. Simp. ()		Pz. Casa Grand. Multiple ()		P. Tubular ()	
				P. Mixto ()	
				P. Tajo Abierto ()	
				P. Radial ()	
				P. Puntera ()	
				G. F. Esp. De Pescado ()	
				G. F. Radial ()	
				G. F. Horizontal ()	
VÍA DE ACCESO A LA FUENTE INVENTARIADA:					
Camino peatonal ()		carretera sin afirmar ()		Carretera Afirmada ()	
				Carretera pavimentada ()	
				No existe ()	
OBJETO DE LA ESTRUCTURA HIDRÁULICA DE ACCESO AL AGUA SUBTERRÁNEA:					
Aprovechamiento de agua ()		Exploración Hidrogeológica ()		Exploración	
Ecológico ()				Petrolera ()	
				Minera ()	
				Drenaje	
				Protección de obra ()	
				Rehabilitación de Tierra ()	
Otros: _____					
Año de Perforación o excavación:		Profundidad Inicial:		m	
SISTEMA DE PERFORACIÓN O EXCAVACIÓN:					
Rotoperforación: ()		Rotación ()		Percusión ()	
				Manual ()	
				Barrido de Aire o RC ()	
Efectuado para:		Cia. Perforadora:		Uso de Lodo o aditivo:	
				Otros: _____	
				Costo total (Perf. y Entubado): _____	
MEDIDAS DE LA FUENTE INVENTARIADA:					
Medición	Prof. / P.R. (a)	M.P.R./ N.T (+/-b)	Prof. / N.T. (a-b)	Realizado por:	Fecha:
Nivel Estático (m)				Equipo de medición:	Sonda Eléctrica () Sonda Mecánica ()
Nivel Dinámico (m)				Observaciones:	
Profundidad (m)					
Área de Captación (m2)					
EQUIPO DE BOMBEO:					
con equipo ()		sin equipo ()			
BOMBA:					
Fuente de información:		Marca:			
Antigüedad(años):	Precio(S/.):	Potencia(BHP):	R.P.M:	Capacidad (lt/s):	
Profundidad de bomba (m):	Eficiencia:				
Tipo de bomba:	Turbina de eje vertical ()	Sumergible ()	Centrífuga de succión ()	Pistón ()	
Diámetro de la tubería de descarga (Pulg.): _____					
Cabezal: Directo ()	Engranaje ()	Relación de Acoplamiento: _____		Otros _____	
MOTOR:					
Fuente de información:		Marca:			
Antigüedad(años):	Precio(S/.):	Potencia(HP):	R.P.M:		
Tipo de suministro de energía:	Diesel () Gasolina () Gas () Viento ()	Eléctrico ()	N° Suministro:		
Arranque del equipo:	Mecánico ()	Automático ()	Otros: _____		
Protección de la Estr. Hidráulica: C. Superficie () C. Subterránea () Sin Caseta ()					
Material de la caseta: Concreto-ladrillo ()		Adobe ()		Madera () Fierro ()	
Almacenamiento:	Reservorio en superficie ()	Cisterna subterránea ()	Tanque elevado ()	Capacidad de Almacenamiento m3	
Medidor de Caudal: Caudalímetro ()	Pitot ()	Tubo orificio circular ()	Reservorio cubicado ()	Otro: _____	
CARACTERÍSTICAS DE FUENTES NATURALES:					
Caudal L/s <input type="text"/>		Tipo de aforo:			
Coordenadas de aforo WGS - 84:		Norte (m):	Este (m):	Altitud (m s.n.m.):	
Conducción: _____					
Salida a canal de conducción ()		Salida para almacenamiento ()			
Drena hacia:	rió: <input type="text"/>	Quebrada: <input type="text"/>			
PARÁMETROS DE IN-SITU:					
Temp. Aire (°C):	Temp. Agua (°C):	Cond. (uS/cm):	RENDIMIENTO DE EXPLOTACIÓN:		
pH:	ORP (mv):	TDS(ppm)	Caudal: L/s		
OD (mg/L):			Metodo de medición:		
Otros:			Nivel dinamico: m		
CARACTERÍSTICAS DEL AGUA:			Tiempo de bombeo: horas		
Aspecto: cristalino ()	turbio ()		Velocidad motor: rpm		
Sabor: Salobre ()	Dulce ()		Olor: _____		





POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACIÓN O AFECTACIÓN Aguas residuales () Grifos () Pozo séptico () Pozas de Oxidación () Aguas salinas () Ubicación: Este (m): Norte (m): Distancia a la Fuente Inventariada (m): Dewatering: Otra fuente de contaminación o afección: Tipos de Conflictos por Uso de Agua: Ninguno () Escasez () Contaminación () Otros:						SITUACIÓN LEGAL: Licencia: No () Si () Fecha: N° Resolución: N° Expediente: Otros:	
RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN Mes/año: E F M A M J J A S O N D Dias/Mes: Horas/día:						Volumen de explotación anual (m3/año)	
ESTADO DE LA ESTRUCTURA HIDRÁULICA Estado de la captación en el año 20__ Utilizado () Trabajando durante el censo - Trabajando durante periodo de explotación () Utilizable () Sin equipo- Abandonado por bajo rendimiento/ mala calidad del agua -Seco Eventual - Sellado en reserva -Equipo malogrado () No utilizable () Derrumbado - Desviado - Desalineado - Enterrado - Seco permanentemente () En Construcción (Hasta los m) Observaciones:							
USOS DE AGUA . Agrícola: () Cultivo Usuari os Area (Ha) Sistema de Riego Grav Goteo Asper Otros				CROQUIS DE UBICACIÓN			
Observaciones: . Primario: () . Poblacional: () Tipo de Población: Urbana () Rural () Nº de habitantes beneficiados: . Industrial: () Tipo de industria: . Energético () . Minero () . Acuicola () . Pesquero () . Transporte () . Pecuario: () Tipo de animales: Vacuno () Caprino () Porcino () Equino () Avicola () Nº animales . Recreativo () . Turístico () . Medicinal () Otros:							
Nivelación por Altimetro - cota Terreno: m s.n.m. Nivelación topográfica - cota Terreno: m s.n.m. Nivelación GPS diferencial -cota Terreno: m s.n.m.				FOTOGRAFIA DE LA FUENTE INVENTARIADA			
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (S/.) (según unidad de tiempo que corresponda) Lubricantes: Electricidad: Combustible: Operador: Reparación y reposición del bien: ANEXOS ADJUNTOS (Marque con una X) Perfil Litológico y perfil Técnico Prueba de bombeo a caudal variable: Prueba de bombeo a caudal constante Análisis físico-químico: Análisis Bacteriológico:							
PERFIL TECNICO PARA POZOS, PIEZÓMETROS O GALERÍA FILTRANTE de ... a ...m		Diametro Perforado (m) o Pulgadas	Diametro Revestido (m) o Pulgadas	Espesor Revestimiento: (cm) o pulgadas	Naturaleza del revestido : fierro - PVC - concreto - ladrillo - tierra - madera	Columna de produccion: Tubo ciego, ranurado, rejilla, pre filtro grava	
OBSERVACIONES DESARROLLO DEL POZO o PIEZÓMETRO: Realizado por: Dirigido por: Año: Tipo: Bombeo () Pistón () Aire comprimido () Otros: Sustancias químicas: Tiempo de desarrollo: Último mantenimiento (fecha):							
OBSERVACIONES GENERALES:							
Nota: El Censo Técnico y la presente ficha no acredita Derecho de uso de agua subterránea alguno.							
Declarante: Nombre: DNI:		Técnico: Nombre: DNI:		Responsable del Inventario: Nombre: DNI:			





ANEXO II. Instrucciones para el desarrollo de la ficha de campo (Anexo I)

1) Datos Generales:

N° de Ficha	Código de desarrollo del Inventario/estudio + Orden correlativo de impresión de ficha de campo
Código	Se refiere al código asignado en campo el cual contemplará la codificación UBIGEO (Cod. Dep.) (Cod. Prov.) (Cod. Dist.) + el tipo Fuente + Numero correlativo según el tipo de fuente
Fecha del censo	Día en que se realizó el inventario de la fuente de agua subterránea en el siguiente orden dd/mm/aaaa.
Elaborado por	Se detalla el Nombre completo de la persona encargada de consignar la información técnica e informativa transmitida por el usuario y/o técnico de campo en la ficha de campo. Es decir el líder de campo.
Nombre de la fuente inventariada	Indicar la identificación asignada por el usuario a la fuente de agua subterránea.
Propietario del predio	Se consigna al Titular o Nombre de la persona natural o jurídica propietaria del predio
N° Predio	Indicar la dirección exacta de ubicación del predio.

a) Ubicación:

Departamento	Ubicación departamental de la fuente.
Provincia	Ubicación provincial de la fuente.
Distrito	Ubicación distrital de la fuente.
Sector	Ubicación específica del lugar (Zona, Caserío, CC.PP, Fundo, etc.)
Ubicación Geográfica – Coordenadas UTM WGS 84	Información obtenida del equipo de posicionamiento GPS: Este (E), expresada en m. Norte (N), expresada en m. Altitud (Alt), expresada en m s.n.m.
Precisión del GPS	Valor de precisión del GPS con la que se midió la coordenada en campo, procurar una precisión de +/- 3 m.



Nombre de la Cuenca o Subcuenca:	Nombre de Cuenca o Subcuenca donde se encuentre la fuente.
Código Pfafstetter :	Considerar la delimitación de cuencas de la ANA asignada según método de codificación Pfafstetter, es importante porque asiste en la identificación de subcuencas (de varios niveles) procesadas con sistemas de información geográfica (SIG).

b) Adicional:

Autoridad Administrativa del Agua (AAA)	Señalar el nombre del órgano desconcentrado de la ANA a la que pertenece la fuente.
Administración Local de Agua (ALA):	Señalar la Unidad orgánica de la AAA a la que pertenece la fuente de agua subterránea.
Subsector Hidráulico:	Indicar el subsector hidráulico donde se ubica la fuente.
Organización de Usuarios	De existir Junta o comisiones de usuarios de agua subterránea y/o superficial en la jurisdicción de la ubicación de la fuente se deberá indicar.

2) Tipo de Fuente de agua subterránea:

Indicar el tipo de fuente que se ha inventariado marcando con un aspa (X) si es:

- Manantial
- Pozo
- Piezómetro
- Galería Filtrante
- Cocha

Nota: La definición de los tipos de fuente se detallan en el Anexo VI Glosario de Términos

3) Estructura Hidráulica de acceso al agua subterránea:

Indicar el tipo de estructura hidráulica que se ha inventariado marcando con un aspa (X) si es:

- Sin estructura
- Poza
- Piezómetro





- Captación de Concreto
- Pozo Tubular
- Pozos Mixto
- Pozo Tajo Abierto
- Pozo Radial (*)
- Pozo Puntera
- Piezómetro Casa Grande Simple
- Piezómetro Casa Grande Múltiple
- Piezómetro Cuerda Vibrante
- Cocha
- Galería Filtrante de Espina de Pescado (*)
- Galería Filtrante Radial (*)
- Galería Filtrante Horizontal (*)

Nota:

- La definición de los tipos de estructura hidráulica de acceso al agua subterránea se detallan en el Anexo VI Glosario de Términos

- Los socavones y túneles se considerarán dentro de la clasificación de galería filtrante horizontal.

(*) El registro de estas fuentes debe realizarse en la descarga o salida del flujo de agua o en la poza que colecta el agua subterránea.



4) Vía de Acceso a la Fuente Inventariada:

Indicar el tipo de vía de acceso a la fuente de agua subterránea que se ha inventariado marcando con un aspa (X) si es:	
Camino Peatonal	Camino de pequeñas dimensiones, donde solo se puede acceder caminando o en un equipo lineal (moto, bicicleta, animales)
Carretera sin afirmar	Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos 2 ejes, cuya superficie de rodadura ha perdido el afirmado
Carretera afirmada	Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos 2 ejes, cuya superficie de rodadura ha está constituida por una o más capas de afirmado
Carretera pavimentada	Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos 2 ejes, cuya superficie de rodadura ha está pavimentada
No Existe	Cuando el punto a medir no cuenta con ningún acceso, este se encuentra por el contrario dentro de área cubierta por vegetación o algún material que dificulta su acceso



5) **Objeto de la Estructura Hidráulica de Acceso al Agua Subterránea:**

<p>Marcar con un aspa (X) según el objeto por el cual fue construida la estructura de acceso a la fuente de agua subterránea</p>	
<p>Aprovechamiento de agua</p>	<p>Si la perforación tiene por objeto extraer y usar el agua subterránea.</p>
<p>Exploración hidrogeológica</p>	<p>Si la perforación tiene por objeto explorar o investigar zonas con potencial hídrico y/o monitorear el comportamiento y calidad de las aguas subterráneas.</p>
<p>Exploración petrolera</p>	<p>Si la perforación tiene por objeto hallar yacimientos petrolíferos</p>
<p>Exploración minera</p>	<p>Si la perforación tiene por objeto hallar o definir yacimientos mineros.</p>
<p><i>Drenaje</i></p>	<p>Si el tipo de estructura hidráulica de acceso al agua subterránea tiene por objeto drenar el exceso de agua deprimiendo el nivel de agua subterránea con fines de proceso constructivo o protección de obra y/o rehabilitación de tierra.</p>
<p>Ecológico</p>	<p>Cuando la fuente de agua subterránea que se inventaría alimenta de manera evidente a humedales "ecosistemas relacionados directamente con el agua"</p>
<p>Otros</p>	<p>Cualquier otro tipo de estructura hidráulica con acceso a la fuente de agua subterránea, con fines distintos a los antes señalados.</p>
<p>Año de Perforación o excavación</p>	<p>Fecha de inicio de la perforación o excavación</p>
<p>Profundidad Inicial</p>	<p>Indicar la profundidad final al término de la perforación o excavación y las pruebas hidrogeológicas correspondientes</p>



6) **Sistema de la perforación o excavación:**

<p>Marcar con un aspa (X) el sistema empleado para acceder a la fuente de agua subterránea ya sea:</p>	
<p>Roto percusión:</p>	<p>Perforación mixta con uso de maquinaria de rotación y percusión a través de un martillo neumático.</p>
<p>Rotación:</p>	<p>Perforación con uso de maquinaria de rotación con circulación directa y/o inversa del fluido de perforación.</p>
<p>Percusión:</p>	<p>Perforación con uso de maquinaria percutora o martillo.</p>

Barrido de Aire (RC):	Perforación que se realiza con aire comprimido para la extracción del detritus de perforación.
Manual:	Excavación con uso de herramientas manuales, ejecutado directamente por operarios.
Otros:	Perforaciones o excavaciones distintas a las señaladas anteriormente.
Uso de Lodos o Aditivos	Indicar si durante la perforación se utilizó algún lodo o aditivo.
Efectuado para:	Colocar el Nombre de la persona natural o jurídica quien solicito los servicios de perforación.
Cia. Perforadora:	Nombre de la empresa perforadora que realizo la perforación.
Costo Total de Perforación:	Costo en soles o dólares del servicio de perforación e instalación de tubería definitiva (Estructura Hidráulica terminada sin equipamiento para la extracción del agua subterránea).

7) Medidas de la fuente Inventariada:

Punto de referencia (P.R.)	Elemento de referencia a partir del cual se efectúa las mediciones de las profundidades del agua subterránea en reposo (nivel estático) ó régimen variable (nivel dinámico).
<p>Imagen 1. Fijar punto de referencia</p>	
Medida Punto de Referencia (M.P.R)	Su dimensión se establece desde el elemento de referencia hasta la superficie del terreno, su unidad de medida será en metros; asimismo, indicar que la dimensión tendrá signo positivo cuando el punto de

referencia este por encima del terreno y signo negativo cuando se encuentre por debajo de la superficie topográfica, siendo:

+b: Medida del punto de referencia encima de la superficie del terreno

-b: Medida del punto de referencia debajo de la superficie del terreno

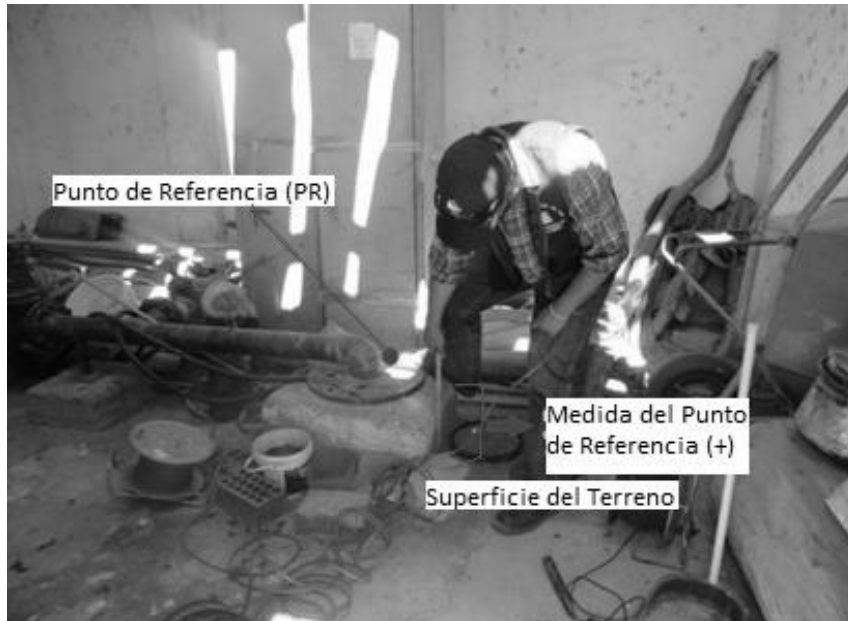


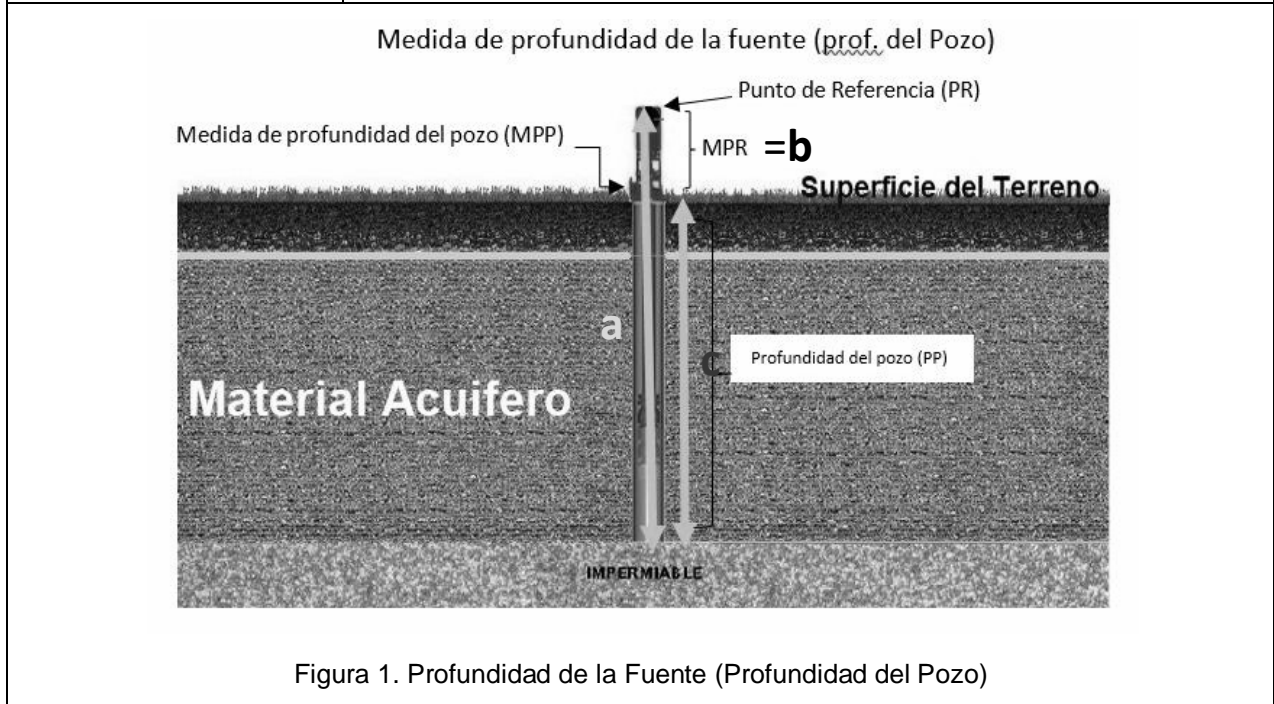
Imagen 1. Medición del punto de referencia sobre la superficie



Imagen 2. Medición del punto de referencia debajo de la superficie



<p>Profundidad de la Fuente (P.F.)</p>	<p>Medición de la profundidad de la Fuente (pozo, piezómetro o cocha) con referencia al nivel del terreno.</p> <p>Según la Formula general:</p> $a - (+/- b) = c$ <p>$a - (+b) = c$ Cuando el P.R. se encuentra por encima de la superficie</p> <p>$a - (- b) = c$ Cuando el P.R. se encuentra por debajo de la superficie</p> <p>Donde:</p> <p>a: Medición de la Profundidad de la Fuente desde el punto de referencia</p> <p>b: Medición del punto de referencia</p> <p>c: Medición de la Profundidad de la Fuente a la superficie del terreno</p>
---	--



<p>Nivel Estático (N.E.)</p>	<p>Es aquel nivel de agua subterráneo en reposo o estancamiento y su medida de la profundidad del agua subterránea considera como referencia la superficie del terreno, y se determina de la diferencia entre la medida del nivel estático desde el punto de referencia (M.N.E) menos medida del punto de referencia a la superficie (M.P.R).</p> <p>Según la Formula general:</p> $a - (+/- b) = c$ <p>$a - (+b) = c$ Cuando el P.R. se encuentra por encima de la superficie</p> <p>$a - (- b) = c$ Cuando el P.R. se encuentra por debajo de la superficie</p>
-------------------------------------	---



Donde:

a: Medición del nivel estático de la Fuente desde el punto de referencia

b: Medición del punto de referencia

c: Medición del nivel estático de la Fuente a la superficie del terreno

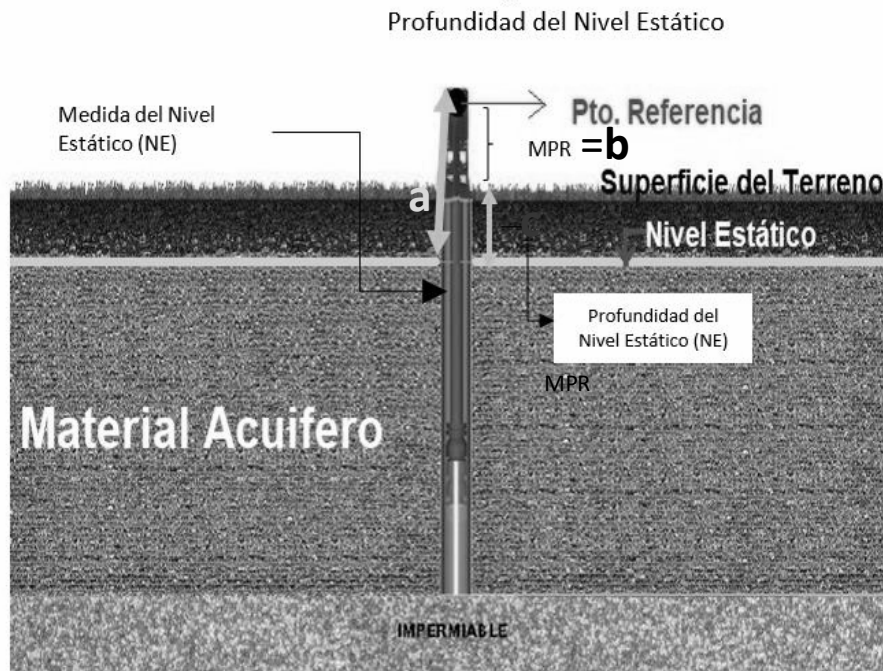


Figura 2. Profundidad del Nivel Estático

Es el nivel de agua subterránea que se ha estabilizado durante un bombeo, este nivel varía de acuerdo a la variación del caudal de extracción. Su medición considera como punto de referencia la superficie del terreno o cota topográfica; se determina de la diferencia entre la (M.N.D) – (M.P.R).

Según la Formula general:

$a - (+/- b) = c$

$a - (+b) = c$ Cuando el P.R. se encuentra por encima de la superficie

$a - (- b) = c$ Cuando el P.R. se encuentra por debajo de la superficie

Donde:

a: Medición del nivel dinámico de la Fuente desde el punto de referencia

b: Medición del punto de referencia

c: Medición del nivel dinámico de la Fuente a la superficie del terreno

Nivel Dinámico (N.D.)



Profundidad del Nivel Dinámico

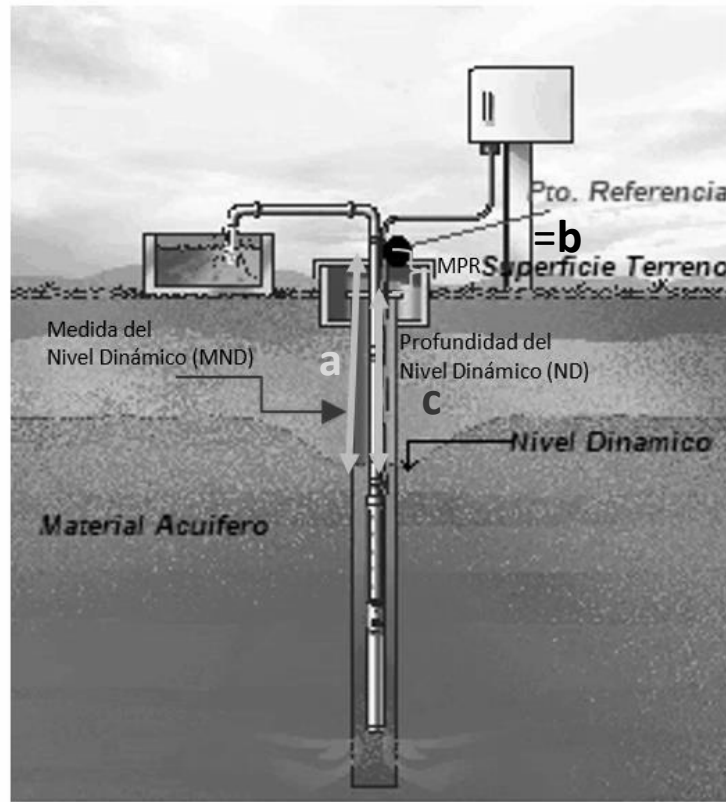


Figura 3. Profundidad del Nivel Dinámico

Área de Captación (A.C.)

Medida aproximada del área de captación en m², de una cocha en superficie.



Imagen 4. Área de Cocha



Realizado Por	Consignar el nombre de la persona que efectúa las mediciones.
Fecha	Día en el que se hizo la medición.
Equipo de medición	Instrumento con la cual se hizo las mediciones, denominado sonda eléctrica. Marcar con un aspa (X) el tipo de equipo de medición utilizada: <ul style="list-style-type: none"> - Sonda Eléctrica - Sonda Mecánica

8) Equipo de bombeo

a) Bomba

Realizado Por	Nombre de la persona que efectúa las mediciones.
Fuente de información:	Nombre de la persona que brinda la información y/o elementos que describen las características de la bomba.
Marca:	Indicar el fabricante de la bomba hidráulica.
Antigüedad:	Consignar el año de fabricación de la bomba hidráulica y unidad de medida años.
Precio:	Valor económico de la bomba hidráulica y unidad de medida soles.
Potencia BHP:	Indicar la potencia entregada al eje de la bomba que es denominada como potencia al freno o potencia motriz.
RPM:	Se refiere a las revoluciones por minuto con la que gira el eje de la bomba, indicadas en las especificaciones técnicas de la bomba.
Capacidad:	Caudal nominal o de trabajo de la bomba.
Profundidad de bomba (m):	Indicar la profundidad donde se halla ubicada la bomba
Eficiencia:	Relación entre la potencia hidráulica y potencia al freno, el cual es proporcionada por el fabricante.



i) Tipo de bomba

<p>Marcar con un aspa (x) el tipo de bomba que posee la estructura hidráulica de acceso a la fuente de agua subterránea:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Turbina de Eje Vertical - Centrifuga de Succión - Sumergible - Pistón 	
<p>Diámetro de la tubería de descarga (Pulg.):</p>	<p>Anotar la dimensión del diámetro interno de la tubería de descarga.</p>
<p>Cabezal:</p>	<p>Marcar con un aspa (X) el tipo de cabezal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Directo - Engranaje
<p>Relación de Acoplamiento</p>	<p>Anotar la relación de acoplamiento del cabezal que viene establecida por el fabricante</p>

b) Motor

Los motores son aparatos utilizados para proporcionar la fuerza motriz o accionamiento a las bombas hidráulicas

<p>Fuente de información:</p>	<p>Nombre de la persona que brinda la información y/o elementos que describen las características de la bomba.</p>
<p>Marca:</p>	<p>Indicar el fabricante de la fuerza motriz.</p>
<p>Antigüedad:</p>	<p>Año de fabricación del motor y unidad de medida años.</p>
<p>Precio:</p>	<p>Indicar el valor económico del motor, en soles.</p>
<p>Potencia (HP):</p>	<p>Anotar la potencia entregada al motor, que se visualiza en la placa del motor.</p>
<p>RPM:</p>	<p>Anotar las revoluciones por minuto con la que gira el eje del motor, los cuales son indicadas en las especificaciones técnicas del motor.</p>

i) Tipo de Suministro de energía

<p>Marcar con un aspa (x) el tipo de suministro del motor de la bomba, según el siguiente listado:</p>	
<p>Diésel:</p>	<p>Motor de combustión interna que utiliza accionado por petróleo diésel.</p>





Gasolina:	Motor de combustión interna accionado por gasolina.
Gas:	Motor de combustión interna accionado por gas.
Eléctrico:	Motor accionado por energía eléctrica.
Viento:	Energía proporcionada por la fuerza eólica que acciona los alabes del molino de viento y esta a su vez trasmite la energía a una bomba reciprocante tipo pistón.

ii) Datos adicionales

N° de suministro:	Aplicable a los motores que son accionados mediante energía eléctrica y la información puede ser obtenida en el recibo de energía emitida por la empresa o concesionaria de la distribución de la energía eléctrica o rotulada en el medidor.
Arranque del equipo	Generalmente los equipos de bombeo son accionados de forma automática, es decir con la pulsación de un botón o algún otro elemento que no implique fuerza externa considerable. Marcar con un aspa (X) según el tipo de arranque del equipo: - Mecánico - Automático - Otros

c) Protección de la estructura Hidráulica:

Caseta Superficie (C. Superficie):	Cuando el pozo y equipo de bombeo se encuentran protegidos en su perímetro sobre la superficie del terreno; asimismo, la protección puede estar constituido por material noble (concreto-ladrillo), Adobe, fierro, madera, u otro elemento que proporcione seguridad.
Caseta subterránea (C. Subterránea):	Cuando el pozo y equipo de bombeo se encuentran protegidos en su perímetro por debajo de la superficie del terreno; asimismo, la protección puede estar constituido por material noble (concreto-ladrillo), Adobe, fierro, madera, u otro elemento que proporcione seguridad.
Sin caseta:	Cuando el pozo y equipo de bombeo se encuentran al descubierto sin ninguna medida de protección física o tangible.
Material de la caseta	Marcar con un aspa (x) el tipo de material utilizado para construcción de la caseta: - Concreto-Ladrillo - Madera





	- Adobe	- Fierro
--	---------	----------

d) Almacenamiento

<p>Marcar con un aspa (X) el tipo de almacenamiento de la fuente de agua subterránea inventariada:</p>	
Reservorio:	Estructura de concreto o tierra impermeabilizado con geomembrana u otro material que permita el almacenamiento del agua proveniente de los pozos o fuentes de agua subterránea.
Cistema subterránea:	Estructura de concreto u otro material localizado por debajo de la superficie de las edificaciones y su capacidad de almacenamiento es de menor escala en comparación con las estructuras de reservorio o piscinas.
Tanque elevado:	Estructura de concreto u otro material localizado en la parte alta de las edificaciones y su capacidad de almacenamiento es de menor escala.
Capacidad almacenamiento:	Dimensiones físicas de las estructuras de almacenamiento descritas en el párrafo precedente y presenta como unidad de medida m3.

e) Medidor de caudal

<p>Marcar con un aspa (X) el equipo para medición de caudal de extracción en la fuente de agua subterránea:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caudalímetro - Pitot - Tubo orificio circular - Reservorio Cubicado - Otro
--

Nota: La definición de los tipos de fuente se detallan en el Anexo VI Glosario de Términos

9) Características de Fuentes Naturales

Caudal:	Caudal que drena de la fuente de manera natura el cual deberá ser medido en litros por segundo (L/s)
---------	--





Tipo de aforo:	Indicar como se realizó la medición de caudal, lo cual podría ser de manera volumétrica o mediante el uso de un equipo de aforo (correntómetro).
Coordenadas de aforo:	Ubicación del punto donde se realizó el aforo
Conducción:	Indicar hacia donde se está derivando el agua de la fuente; a un canal o se dirige a un almacenamiento; y de manera natural si drena a un río o una quebrada indicando el nombre de la misma.

10) Parámetros in-situ

Fecha y hora:	Registrar el día y hora en que se realizó la toma de la muestra y análisis del agua.
Temperatura del Aire (Temp. Aire):	Registrar la Temperatura del ambiente en grados centígrados (°C).
Temperatura del Agua (Temp. Agua):	Registrar la Temperatura de la muestra del agua subterránea en grados centígrados (°C).
Conductividad del Agua (Cond.):	Registrar el parámetro físico del agua, definido como la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica y está relacionado con el grado de mineralización del agua subterránea, tal es así, mientras más mineralizada el agua el valor de la conductividad eléctrica es mayor. Asimismo, presenta como unidad de medida ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
pH:	Registrar el potencial de hidrogeno, que representa el grado de acidez o alcalinidad de las aguas.
ORP:	Registrar el potencial de reducción de oxidación su unidad de medida son los milivolts (mV)
TDS:	Registrar la cantidad de minerales, sales, cationes y aniones disueltos en el agua y presenta como unidad de medida partículas por millón (ppm).
OD:	Registrar la cantidad de oxígeno en el agua, su unidad de medida se presentará en miligramo por litro (mg/L).

Ver Recomendaciones para la Medición de Parámetros in-situ en Anexo IV

11) Características de Agua





Aspecto:	Hacer referencia a la apariencia física del agua, estableciendo las alternativas de turbio y cristalino de acuerdo a la transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión. Cuanto mayor sea la cantidad de sólidos suspendidos en el líquido, mayor será el grado de turbidez.
Sabor:	Anotar las características propias del sentido del gusto, estableciendo alternativas de dulce y salado.
Olor:	Anotar referente a olores que emanan de las aguas subterráneas cuando están en contacto en rocas altamente mineralizadas.

12) Fuentes de Contaminación

<p>Marcar con un aspa (X) la fuente de contaminación identificada, según se enlista a continuación:</p>	
Aguas residuales:	Identificación de las plantas de tratamiento y/o sin tratar que son propensos a contaminar los acuíferos.
Grifos:	Identificación de estaciones de servicio de suministro de combustible fósil y sus derivados son generalmente almacenados bajo la superficie en cisterna subterráneas convirtiéndose en posibles agentes de contaminación sino se cuenta con las medidas de mantenimiento y prevención requeridas.
Pozo séptico:	Identificar pozos sépticos en zonas donde se carece de obras de saneamiento, supliendo con obras poco sofisticadas de excavaciones poco profundidad que actúan como captaciones de desechos de las actividades humanas, y que impactan en acuíferos someros.
Pozas de Oxidación:	Identificar las pozas de oxidación construidas especialmente para tratar aguas residuales y residuos industriales biodegradables por procesos naturales que implican bacterias y algas.
Aguas salinas:	Registrar la posible afectación al agua subterránea producto de intrusión marina y/o aguas provenientes de horizontes permeables altamente mineralizadas que pudieran entrar en contacto con acuíferos de agua dulce.
Dewatering	Registrar la posible afectación al agua subterránea por abatimiento de nivel de agua, con fines constructivos de obra o explotación minera.





Ubicación:	Localización en coordenadas UTM WGS 84, de la fuente contaminante.
Distancia a la fuente inventariada:	Longitud o distancia entre el pozo inventariado y la fuente contaminante identificada.
Otros Fuentes de contaminación o afección	<p>Considera el registro de otras fuentes de contaminación o afección tales como, curtiembres, plantas de tratamiento de residuos sólidos, cementerios, actividad agroindustrial entre otro que pueda identificarse en campo.</p> <p>Fuente: Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA, Lineamientos para la Identificación y seguimiento de Fuentes Contaminantes Relacionadas con los Recursos Hídricos</p>

13) Rendimiento de Explotación

Caudal:	Registrar el aforo realizado al pozo inventariado expresado en unidades de L/s.
Método de medición:	Indicar el método de aforo realizado.
Nivel dinámico:	Medición de la profundidad del nivel dinámico con respecto al nivel de terreno, en el instante de efectuado el aforo, expresado en metros (m).
Tiempo de Bombeo:	Indicar el tiempo transcurrido desde el inicio de bombeo hasta el momento efectuado el aforo, expresado en horas.
Velocidad del motor:	Anotar la medida de la velocidad de giro del eje del motor, efectuado mediante un tacómetro o en el tablero de variador de velocidad, expresado en revoluciones por minuto (rpm).



14) Régimen de explotación

Mes/año:	Indicar los meses establecidos en la licencia de uso de agua y/o lo declarado por el usuario de la estructura hidráulica.
Días/Mes:	Anotar los días al mes de explotación del pozo establecida en la licencia de agua y/o lo declarado por el usuario de la estructura hidráulica.
Horas/día:	Anotar las horas de bombeo del pozo establecida en la licencia de agua y/o lo declarado por el usuario de la estructura hidráulica.



Volumen de explotación:	Sumatoria de los volúmenes mensuales de extracción de agua subterránea extraída del acuífero mediante la estructura hidráulica en el periodo de un año, expresado en unidades de metros cúbicos por año (m ³ /año).
-------------------------	--

15) Situación Legal

Licencia:	Señalar si el pozo cuenta con el derecho de uso de agua.
Fecha:	Indicar la fecha de emisión del derecho de uso de agua.
N° Resolución:	Indicar el número de la Resolución Directoral y/o Resolución Administrativa, que certifica el derecho de uso de agua otorgado lo cual debe ser corroborado en la etapa de gabinete.
N° Expediente:	Indicar el número de expediente cuando el procedimiento para la obtención de la licencia está en trámite.
Otros:	Alguna otra norma que otorgue el derecho de uso de agua.

16) Estado de la Estructura Hidráulica

Utilizado:	Subrayar la condición de operatividad de la estructura hidráulica, según la dos condiciones establecidas; la primera de ellas, cuando la estructura hidráulica se encuentra en funcionamiento en el momento del censo y la otra cuando la estructura hidráulica se encuentra paralizado por estar fuera del horario de bombeo establecido en el régimen de explotación.
Utilizable:	Subrayar la condición de operatividad de la estructura hidráulica, bajo las condiciones siguientes:
i) Sin equipo:	Cuando la estructura hidráulica se encuentra sin ningún equipo de bombeo (bomba + motor)
ii) Abandonado por bajo rendimiento / mala calidad del agua:	La estructura hidráulica presenta deficiencias estructurales en el tramo de captación del agua subterránea con lo cual ha perdido las condiciones iniciales de trabajo o ha sido abandonado por mala calidad de agua.
iii) Seco eventual:	Características de la estructuras hidráulicas someras y de estructura artesanal, presentan dicha condición a causa de las fluctuaciones de la napa freática.





iv) Equipo averiado:	Estructura hidráulica que cuentan con la bomba o motor instalado, bajo la condición de inoperativo.
v) Sellado en reserva:	Estructura hidráulica con condiciones técnicas favorables de explotación, y sujeto a suplir a una captación existente defectuosa o inhabilitada.
No Utilizable:	Denominado a aquellas estructuras hidráulicas que se ven imposibilitados de extraer el agua subterránea, y presentan las siguientes condiciones:
i) Derrumbado:	Cuando la estructura de captación presenta daños internos y externos que implican rotura del revestimiento como consecuencia de la inestabilidad del terreno o por acción antropogénica.
ii) Desviado	Cuando la estructura hidráulica presenta inclinación o desviación como consecuencia de la inestabilidad del material del terreno por empuje lateral.
iii) Desalineado	Cuando la estructura hidráulica no está perfectamente recto o alineada, impidiendo de esta manera la instalación y emplazamiento del equipo de bombeo.
iv) Seco permanente	Cuando la estructura hidráulica carece de agua como consecuencia de una considerable abatimiento del nivel de la napa freática se presenta generalmente en acuíferos sobreexplotados.
En Construcción:	Situación en la cual durante el proceso de inventario se presenta acciones de perforación o excavación del subsuelo con fines de alumbramiento de agua.



17) Usos del Agua

Marcar con un aspa (X) el uso de la fuente de agua subterránea identificado, según se enlista a continuación:		
PRIMARIO	Extracción del agua subterránea sin tratamiento, destinado para uso doméstico.	
POBLACIONAL	Extracción del agua subterránea destinado a abastecer a poblaciones urbanas o rurales, estimando el número de personas que hacen uso del agua.	
PRO DUCT	Agrario	Agrícola
	Extracción agua subterránea destinada a las actividades productivas agrícolas, donde se detalla los tipos de cultivos y áreas	



		instalados, la cantidad de usuarios que se benefician del pozo, y el sistema de riego empleado para el riego.
	Pecuario	Destinado para las actividades de ganadería y avícola, especificando el tipo y número de animales.
	Industrial	Agua destinada en los procesos productivos industriales, especificando la industria que se desarrolla
	Minero	Agua destinada a la actividad minera o de acuerdo al sector donde se ubica esta fuente
	Energético	Agua destinada a la actividad energética como centrales de generación de energía eléctrica.
	Acuícola	Agua destinada al proceso de producción de especies hidrobiológicas.
	Pesquero	Agua destinada para la actividad pesquera
	Medicinal	Agua destinada con fines medicinales, como piscinas o baños termales
	Recreativo	Agua destinada para la recreación, ejemplo piscinas, lagunas artificiales entre otros.
	Transporte	De acuerdo al sector donde se ubica esta fuente.
	Turístico	De acuerdo al sector donde se ubica esta fuente, zonas turísticas, arqueológicas
	Otros Usos	Según consumo de agua establecida en la ley de recursos hídricos



18) Nivelación

Indicar la cota de terreno según los siguientes métodos de nivelación:	
Nivelación por Altimetro	Cota topográfica del terreno donde se localiza la estructura hidráulica, determinado mediante un Altimetro.
Nivelación topográfica	Cota topográfica del terreno donde se localiza la estructura hidráulica, determinado mediante Nivel de Ingeniero, teodolito, estación total.
Nivelación GPS diferencial	Cota topográfica del terreno donde se localiza la estructura hidráulica, determinado mediante el uso de GPS diferencial.



19) Costos de Operación y Mantenimiento

Indicar los costos de operación y mantenimiento de la estructura hidráulica con acceso a la fuente de agua subterránea, según el siguiente listado:	
Lubricantes:	Anotar el valor económico de la cantidad de sustancias empleadas en el funcionamiento y mantenimiento del equipo de bombeo, expresado en soles.
Electricidad:	Anotar el valor económico del consumo de energía eléctrica utilizado para poner en marcha el equipo de bombeo.
Combustible:	Anotar el valor económico de la cantidad de combustible para el accionamiento del equipo de bombeo.
Operador:	Registrar el monto económico asignado en la operación de la estructura hidráulica.
Reparación y reposición del bien:	Anotar el valor económico considerado en reparación o mantenimiento del equipo de bombeo y/o estructura hidráulica.



20) Anexos Adjuntos

Marcar con un aspa (X) la información que se tenga de estructura hidráulica con acceso al agua subterránea, según el siguiente listado:	
Perfil Litológico y perfil técnico:	Documentación técnica brindada por el propietario de la estructura hidráulica y/o empresa perforadora, en el cual se describe la memoria descriptiva de la obra de captación de agua y la conformación de los materiales atravesados durante la perforación del subsuelo.
Prueba de bombeo a caudal constante:	Documento técnico proporcionado por el propietario y/o empresa perforadora, donde se determina los parámetros hidráulicos del acuífero.
Prueba de bombeo a caudal variable:	Documento técnico proporcionado por el propietario y/o empresa perforadora, donde se determina el caudal óptimo de bombeo de la estructura hidráulica.
Análisis físico químico del agua:	Documento técnico emitido por el laboratorio certificado para el análisis físico químico del agua subterránea, donde se determina los valores de iones y cationes predominantes en el agua.



Análisis bacteriológico:	Documento técnico emitido por el laboratorio certificado, en el cual se determina la calidad del agua para el consumo humano.
--------------------------	---

21) Otros Datos

Croquis de ubicación	Esquematizar y describir gráficamente la ubicación, vías y lugares resaltantes del área circundante a la fuente inventariada, y establecer la orientación del punto cardinal.
Fotografía de la Fuente	La representación fotográfica debe contener una vista panorámica donde se visualice la fuente de agua subterránea y alrededores, como también, una vista donde se muestre la estructura hidráulica y equipo de bombeo.
Punto de referencia	Esquematizar y describir gráficamente el perfil de la fuente, resaltando el punto de referencia, nivel estático y/o dinámico, profundidad y diámetro, todos ellos dimensionados.
Perfil técnico para pozos, piezómetros o galería filtrante	<p>Información obtenida en la documentación técnica de diseño del pozo, los cuales deben ser transcritas en la ficha de campo, siguiendo las siguientes pautas:</p> <p>De a (m): refiere a las longitudes de emplazamiento de las tuberías de la estructura hidráulica, considerando los tramos ciegos y filtros.</p> <p>Diámetro perforado (m) o (pulg): Dimensión del diámetro de perforación efectuada en el terreno sin revestir o entubar.</p> <p>Diámetro revestido (m) o (pulg): Dimensión del diámetro externo del tubo o estructura de captación.</p> <p>Espesor revestimiento (m) o (pulg): Dimensión del espesor del tubo o estructura de captación.</p> <p>Naturaleza del revestimiento: Descripción del material constructivo de la estructura hidráulica, comúnmente son realizados de fierro, PVC, Concreto, Ladrillo, madera, etc.</p> <p>Columna de captación: Descripción del tipo de material establecido en cada tramo que conforman la estructura hidráulica de acceso a la fuente de agua subterránea.</p>
Desarrollo del Pozo o Piezómetro:	Actividad realizada una vez culminada las obras constructivas del pozo o piezómetro, y donde se consideran los siguientes aspectos:





i) Realizado por:	Registrar el nombre de la persona encargada de efectuar el desarrollo del pozo o piezómetro mediante el uso de equipos y herramientas que permitan su ejecución.
ii) Dirigido por:	Nombre del especialista responsable de la ejecución de la actividad de desarrollo del pozo o piezómetro.
iii) Año:	Fecha en que se realizó el desarrollo del pozo o piezómetro.
iv) Tipo:	<p>Marcar con un aspa (X) el método utilizado para efectuar el desarrollo, siendo los más comunes los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bombeo - Pistón - Aire comprimido <p>Otros: Metodología distinta a los antes expuestos.</p>
v) Sustancias químicas:	Elementos químicos empleados para la floculación y decantación de residuos y sedimentos, a fin de facilitar el desarrollo de la estructura hidráulica.
vi) Tiempo de desarrollo:	Periodo de tiempo utilizado desde el inicio hasta la culminación del desarrollo de la estructura hidráulica.
vi) Último mantenimiento:	Fecha en la cual se efectuó el último mantenimiento al pozo.
Observaciones generales	Anotaciones relevantes que ayuden a dilucidar aspectos técnicos y legales de la fuente inventariada.
Datos del Declarante	Firma, Nombre y DNI: Se debe registrar la firma, nombre completo y documento de identidad o algún otro documento que identifique a la persona que brindo la información
Datos del Técnico	Firma, Nombre y DNI: Se debe registrar la firma, nombre completo y documento de identidad o algún otro documento identifique al Técnico que desarrollo el inventario
Datos del Responsable del Inventario	Firma, Nombre y DNI: Se debe registrar la firma, nombre completo y documento de identidad o algún otro documento identifique al profesional responsable o líder para la ejecución del inventario



NOTA: Se recomienda que la ficha de inventario cuente con 2 copias calcadas

ANEXO III. Estimación de caudal de extracción

1) METODOS PARA ESTIMACIÓN DE CAUDAL

Existen diferentes métodos para la medición de caudal, sin embargo, en este documento detallaremos los métodos que se podrían emplear para el desarrollo del inventario de fuentes de agua subterránea.

Los métodos tales como: volumétrico, vertedero y molinete o correntómetro, podrán ser utilizados sobre todo en el caso de manantiales, la elección del método dependerá del caudal de la fuente y de las condiciones del terreno donde aflora. Asimismo, se podrá realizar la medición de caudal mediante diferentes tipos de equipos caudalímetros, los cuales aplicarán principalmente para la medición de flujos de agua de explotación subterránea mediante pozo.

a) Volumétrico

Permite medir caudales menores. Para ello es necesario contar con un depósito graduado (balde) de volumen conocido en el cual se colecta agua, anotando el tiempo que demora en llenarse. Esta operación se realiza como mínimo en 3 repeticiones y se promedia los valores, con el fin obtener un valor representativo.

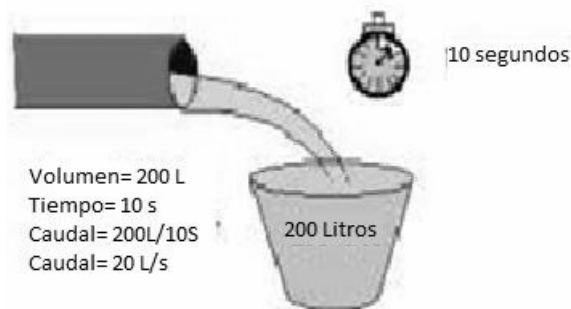
$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

Q=Es el caudal expresado en L/s o m³/s

V=volumen expresado en litros o m³

T=Tiempo en segundos



b) Vertedero

Consiste esencialmente en interponer un tabique ante una corriente, de manera que se dé una caída de agua que pase a través de una sección predeterminada. Conociendo las

características del vertedero (determinado experimentalmente), la sección del alámina que pasa por ellos y la velocidad teórica de caída libre.

i) Vertedero Rectangular sin Contracciones

El vertedero rectangular es uno de los más sencillos para construir y por ese motivo es una de los más utilizados. Donde el cálculo de caudal se determina de acuerdo a la siguiente formula:

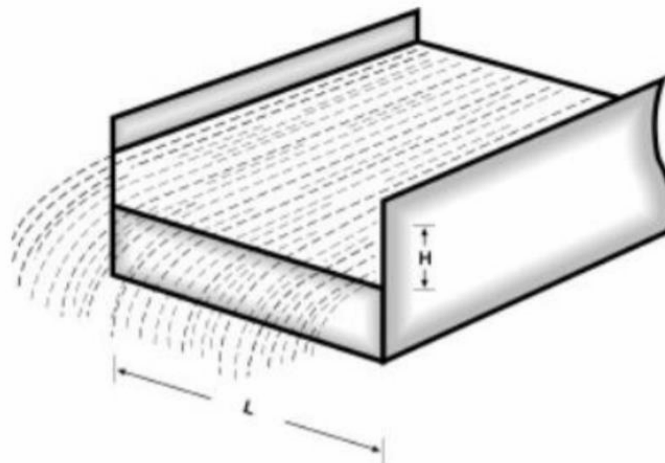
$$Q = 1.84L x H^{3/2}$$

Donde:

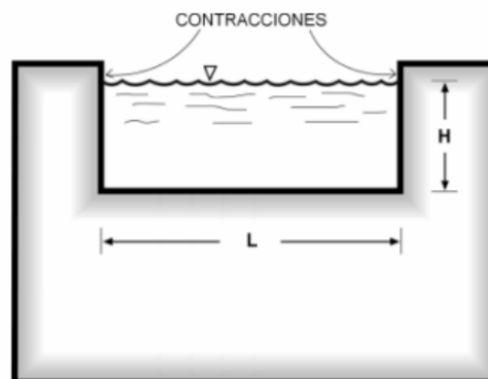
Q= Caudal que fluye por el vertedero, en m³/s

L=Ancho de la cresta, en m

H=Carga del vertedero, en m



ii) Vertedero Rectangular con dos Contracciones





El cálculo de caudal se determina de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Q = 1.84 (L - 0.2H) x H^{3/2}$$

Donde:

Q= Caudal que fluye por el vertedero, en m³/s

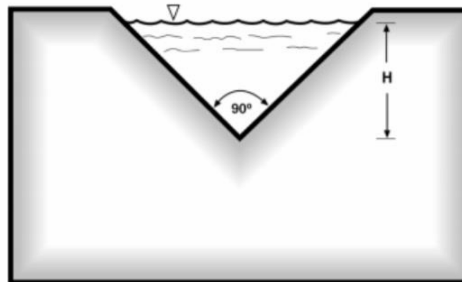
L= Ancho de la cresta en m

H= Carga del vertedero, en m.



iii) Vertedero Triangular

Los vertederos triangulares permiten obtener medidas más precisas de las alturas de carga (H) correspondientes a caudales reducidos. Por lo general son constituidos de placas metálicas. Usualmente utilizado los que tienen forma isósceles, siendo los más usuales los de 90°.



$$Q = 1.4 x H^{5/2}$$

Donde:

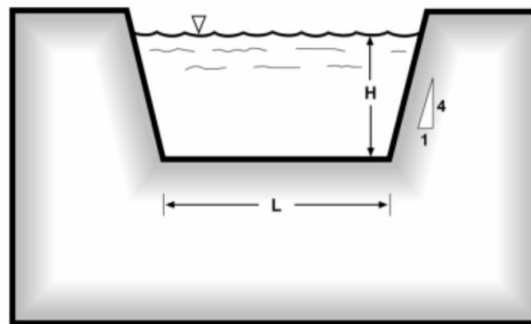
Q= Caudal que fluye por el vertedero, en m³/s

H=Carga del vertedero, en m.

iv) Vertedero Trapezoidal

Es un vertedero como su nombre lo indica con forma trapezoidal en su abertura, también conocida como vertedero Cipolletti. El talud será 1:4 (1 horizontal para 4 vertical).

Este vertedero es de construcción más dificultosa que los dos anteriores, razón por la cual es menos utilizado.



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

Donde:

Q= Caudal que fluye por el vertedero, en m³/s

L= Ancho de la cresta, en m

H= Carga del vertedero, en m

c) Molinete o Correntómetro

La velocidad del agua se determina por medio del correntómetro.

Existen varios tipos de correntómetros, siendo los más empleados los de hélice que son de varios tamaños; cuando más grandes sean los caudales o más altas sean las velocidades, mayor debe ser el tamaño del correntómetro. La selección del equipo a ser empleado durante el trabajo de campo debe estar en función al rango de velocidades a medir y que se han estimado encontrar dentro del reconocimiento de campo.



$$V = A \times n + B$$

Donde:

V= Velocidad del agua (m/s)

n= Número de vueltas de la hélice en metros

A= Paso real de la hélice, en m.

B= Velocidad de frotamiento (m/s)

Para obtener la velocidad media de un curso de agua, se debe medir la velocidad en 2, 3 o más puntos, ubicados a diversas profundidades de la sección del canal.

Las profundidades sugeridas en las cuales se mide las velocidades son las siguientes:



Tirante de Agua (d) cm	Profundidad de lectura del Correntómetro cm
<15	50%d
15<d<45	60%d
>45	20%d y 80%d o 20%d , 60%d y 80%d

Conocidos los tirantes de agua y los anchos de las secciones parciales, se procede a calcular el área de la sección transversal; para el cálculo del caudal se utilizará la fórmula:

$$Q = A \times V$$

Donde:

Q = Caudal o Gasto (m³/s)

A = Área de la sección transversal (m²)

V = Velocidad media del agua en la sección hidráulica (m/s)

En las secciones de control o aforo, debe tenerse en cuenta:

- El tramo que se escoja para la medición, debe ser recto. En este tramo, no confluir ninguna otra corriente de agua.
- La sección de control debe estar ubicado en un tramo en el cual el flujo sea calmado.
- El cauce del tramo a medir debe estar limpio de maleza o matorrales, de piedras grandes, bancos de arena.
- El lugar de medición debe ser accesible

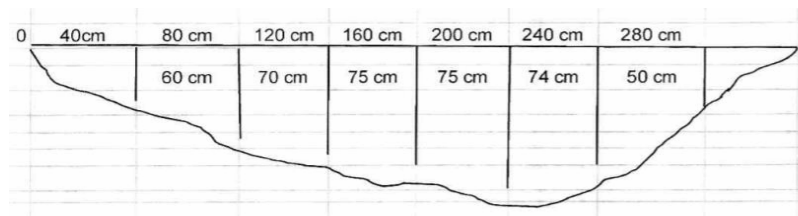
A continuación, se detalla el procedimiento para determinar el caudal mediante este método:

- De acuerdo al ancho del flujo a ser medido, se realiza la división de varias subsecciones.
- El ancho superior de la sección transversal, se divide en tramos iguales.
- En los límites de cada tramo se trazan verticales, hasta alcanzar el lecho, las verticales se trazan y miden en el mismo momento en que se van a medir las velocidades del flujo.
- Con el correntómetro se mide la velocidad, a diferentes profundidades de acuerdo al tirante, tomando el tiempo que demora el correntómetro en dar 100 revoluciones y se calcula el número de revoluciones por segundo (n).





- Se obtiene la velocidad promedio en cada vertical. La velocidad promedio del agua en cada subsección, es el promedio de las velocidades promedio de las verticales, que encierra la subsección.
- El área de cada subsección se calculará fácilmente considerándola como un paralelogramo, cuya base, se multiplica por el promedio de las profundidades que delimitan dicha subsección.
- El caudal de agua que pasa por una subsección, se obtiene multiplicando su área por el promedio de las velocidades medias registradas en cada extremo de dicha subsección.
- El caudal total será la sumatoria de los caudales que pasan por las subsecciones.



d) Medición de caudal mediante caudalímetros

Es común observar en contadores de agua tipo chorro, woltman y tangencial, el registro volumétrico y determinación indirectamente del caudal para lo cual se debe seguir los procedimientos de acuerdo a los siguientes ejemplos:

Ejemplo Práctico 1

La aguja del reloj para DN 40 mm., en un tiempo $t=100$ seg., recorrió 7 vueltas enteras y se quedó en el dial 9.8, ¿cuál será el caudal registrado?



<p>Esfera 100mm- Para DN 40</p>	<p>Cte. Relojería= 0.01 \approx 10 lt.</p> <p>1 vuelta = 100 lt.</p> <p>Nº de vueltas = 7.98</p> <p>Tiempo= 100 Seg.</p> <p>Caudal= (7.98 x 100 lt) / (100 Seg)</p> <p>Caudal= 798 lt / 100 Seg</p> <p>Caudal= 7.98 lps</p>
--	--

Ejemplo Práctico 2

La aguja del reloj para DN 150 mm., en un tiempo $t=100$ seg., recorrió 3 vueltas enteras y se quedó en el dial 9.8, ¿cuál será el caudal registrado?

	<p>Cte. Relojería= 0.1 \approx 100 lt.</p> <p>1 vuelta= 1000 lt.</p> <p>Nº de vueltas = 3.98</p> <p>Tiempo= 100 seg</p> <p>Caudal= (3.98 x 1000 lt)/(100 seg)</p> <p>Caudal= 39.8 lps</p>
--	--

NOTA: Se corroboran las lecturas del caudalímetro con los métodos de aforo convencional (método Volumétrico, aforador Parshall, vertedero, etc).

2) TIPOS DE CAUDALÍMETROS

a) Caudalímetros mecánicos

- i) **Caudalímetro tipo chorro:** Compuesto por una turbina que es impactado directamente por flujo del agua, y son utilizados para pozos con tubería de descarga de hasta 2 pulgadas, y generalmente son utilizados para uso doméstico.

Imagen N° 1 Medidor tipo chorro



- ii) **Caudalímetro tipo Woltman:** compuesto de una turbina en el eje central del medidor, que abarca toda la superficie transversal del conducto por donde fluye el agua e impacta axialmente.

Imagen N° 2 Medidor tipo Woltman



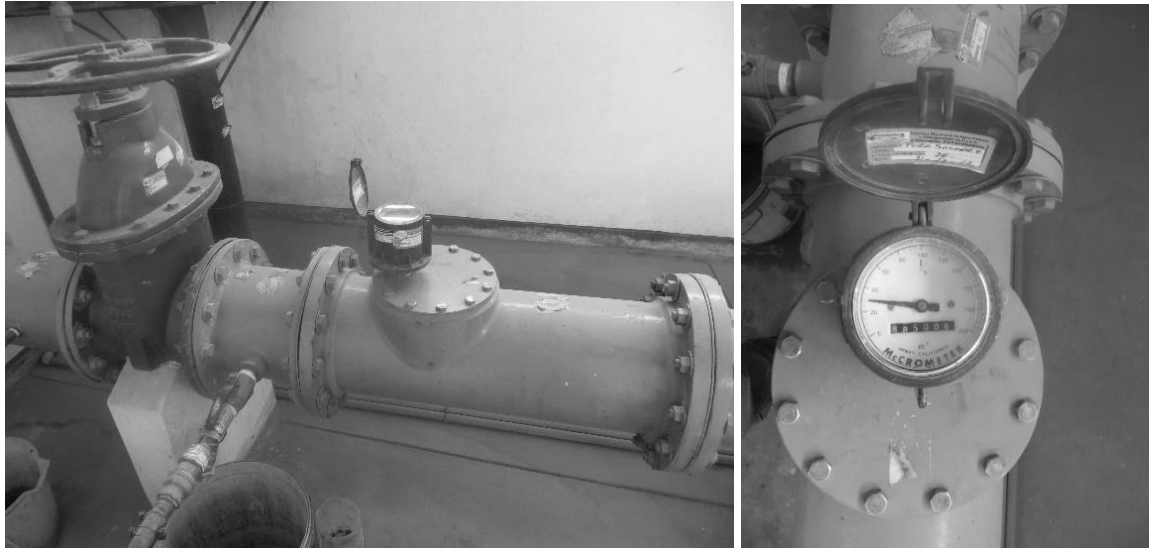
- iii) **Caudalímetro tipo Tangencial:** presenta la turbina en la parte superior interna del conducto del medidor, el cual es accionado tangencialmente por el flujo de agua.

Imagen N° 3 Medidor tipo Tangencial



iv) **Caudalímetro tipo Propela:** compuesto de una hélice emplazada paralela al eje del conducto y flujo del agua.

Imagen N°4 Medidor tipo Propela



b) **Caudalímetros electromagnéticos**

Son medidores no invasivos cuyo principio de funcionamiento se basa en la ley de Faraday (magnetismo), el cual convierte la energía electromagnética en caudal.

Imagen N° 5 Medidor tipo Electromagnético



c) **Caudalímetros ultrasónicos**

Son medidores de coste superior a los anteriores cuyo funcionamiento se basa en la propagación del sonido y consta de dos sensores un emisor y otro receptor, que transduce la velocidad de sonido en velocidad del flujo que adicionado a las características físicas del conducto se determina el valor del caudal.

Imagen N° 6 Medidor tipo Ultrasónico



Cabe resaltar, que el distanciamiento mínimo de instalación de los medidores antes descritos es de suma importancia y las dimensiones viene establecida por el fabricante del contador de agua.

d) Con sideraciones adiciones en la Instalación de caudalímetros

La distancia entre el caudalímetro 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.

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.).

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 fuentes más altos de los sistemas de tuberías, para evitar las posibles acumulaciones de aire.

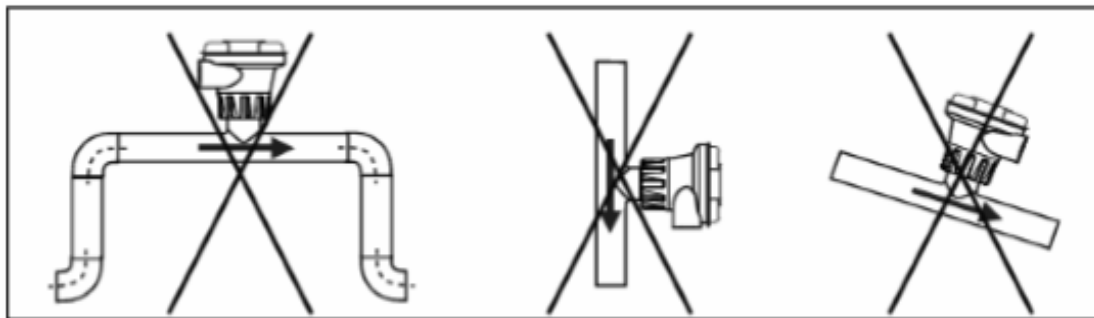
La forma de instalación y montaje es de suma importancia a fin de obtener las mediciones volumétricas de flujo con precisión, en ese sentido es conveniente mostrar los diferentes arreglos hidráulicos existentes para su óptimo funcionamiento del dispositivo de control y medición.



Figura N° 1 Disposición de la correcta instalación del medidor



Figura N° 2 Disposición de la incorrecta instalación del medidor



ANEXO IV. Equipamiento para Desarrollo del Inventario

Antes del inicio del inventario de puntos de agua subterránea se debe contar como mínimo con los siguientes equipos.

A. EQUIPOS DE MEDICIÓN

- **Medición de nivel de agua**

Existe una amplia gama de medidores disponibles en el mercado; a continuación, se presenta descripción para alguno de ellos:

Sondas de Medición de Nivel de Agua

Estos equipos constan de una cinta muy resistente graduada con intervalos de un mm con longitudes hasta de 1000 metros dispuestas en carretes balanceados con manija para transportarlo y freno (Figura 1). Poseen un sensor que cuando entra en contacto con un líquido conductor, se emite una señal acústica y luminosa clara.

Figura 1 Sondas para Medición de Nivel



Izquierda: sonda eléctrica con señal acústica y luminosa para medición de profundidad del agua.
Derecha: Sonda multiparamétrica que mide niveles y pH, redox, conductividad, temperatura, entre otros.



Existen algunos modelos con cintas que no se adhieren a superficies mojadas al interior de los pozos, y con carretes motorizados, además de algunos que incorporan sensores de conductividad eléctrica y temperatura, o diferentes sensores dependiendo de las necesidades del usuario. Para este último tipo de sensores, se operan mediante un teclado integrado con pantalla LCD. La unidad reacciona al contacto del agua con un piloto y una señal sonora. Si se pulsa el botón, el sonido se apaga y la pantalla LCD muestra los valores de los parámetros de calidad medidos, ver Figura 1.

Algunas de estas sondas, pueden contar con un sensor de fondo para la medición de profundidad del sondeo, que consiste en un cilindro metálico con el fondo

cóncavo que va atado al final de un cable o cuerda; al chocar el cilindro en su bajada con la superficie del agua, se oye un claro sonido (“pop”) (Figura 2).

Figura 2 Tipo de sondas con sensor de fondo.



Se pueden instalar dentro del pozo, un flotador unido a un contrapeso mediante un cable que pasa por una polea que puede incorporar una escala de lectura directa. Las variaciones de nivel de agua vendrán indicadas por los cambios de nivel del contrapeso o en las marcas del cable (OMM, Guía de prácticas hidrológicas, 2011).

Si se necesitan medir pozos artesianos, de debe instalar un sello hermético en la boca del pozo. La superficie de presión (o el nivel de agua equivalente) se puede medir con un manómetro, ya sea haciendo observaciones visuales o acoplado a un sistema de registro (OMM, Guía de prácticas hidrológicas, 2011).

- **Medición de profundidad de la Fuente**

Sonda Mecánica para Medición de Profundidad

El medidor de fondo de pozo o Tag Line tiene una pesa sujeta a un cable o cinta graduados en centímetros a metro, su uso es principalmente para mediante un método simple medir la profundidad del fondo de un pozo. (Figura 3).

Figura 3 Medidor de Fondo de Pozo o Tag Line



Fuente (Solinst).

- **Medición de parámetros in-situ**

Multiparámetros

Para la medición de parámetros in situ como pH, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Potencial Redox (ORP) y Temperatura, se debe utilizar un instrumento que se introduzca en fuente de agua subterránea, de tal forma que el agua no entre en contacto con el aire previo al pasaje a través de los sensores. Estos equipos son conocidos como multiparámetros que con un visualizador digital de datos (LCD) permiten ver las lecturas al instante Figura 4. Usualmente son de operación sencilla, dependiendo la marca y modelo pueden programarse y obtener datos con un PC o laptop a través de una interface infrarroja digital. Varía también la capacidad de memoria y operatividad del software.

Figura 4 Multiparámetros: Equipos robustos y de Bolsillo



Izquierda superior: Medidor multiparámetros de bolsillo de pH, conductividad, TDS y temperatura. (Hanna Instruments).
Derecha superior: Medidor multiparamétrico de pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura. (Hanna Instruments).

Izquierda inferior: Medidor multiparamétrico de pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura (WTW).
Derecha inferior: Medidor multiparamétrico de pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura (YSI)

- **Medición de Caudal.**

Estos equipos sirven para la medición de caudal, existen diversos equipos para medición de caudal, se diferencian entre sí por su funcionalidad, nivel de precisión en las mediciones y en precio.

A continuación, haremos mención solo a los flujómetros ultrasónicos no invasivos los cuales serán de utilidad en el desarrollo del Inventario de puntos de agua subterránea.

Flujómetro Ultrasónico:

Estos equipos cuentan con unos transductores ultrasónicos de sujeción simplemente se unen al exterior de las tuberías y miden con exactitud y con un nivel de fiabilidad equivalente al caudalímetro magnético.

A pesar del revestimiento exterior y el revestimiento interior de las tuberías de acero y hierro fundido, el equipo produce una excelente señal de medición (incluso en las tuberías de hormigón armado con acero).

Figura 5 Flujómetro Ultrasónico



Fuente: General Electric

- **Correntómetro**

El correntómetro o correntímetro es un instrumento apto para medir la velocidad de corrientes. Existen algunos modelos que además registran su dirección, profundidad e inclinación respecto de la vertical, temperatura de agua, presión y conductividad. Su modalidad de registro puede ser papeleta inscriptora, cinta magnética o memoria de estado sólido.

Existen varios tipos de correntómetros, siendo los más empleados los de hélice de los cuales hay de varios tamaños; cuanto más grandes sean los caudales o más altas sean las velocidades, mayor debe ser también el tamaño del aparato.



Cada correntómetro debe tener un certificado de calibración en el que figura la fórmula necesaria para calcular la velocidad del agua sabiendo el número de vueltas o revoluciones de la hélice por segundo. Estos correntómetros se calibran en laboratorios de hidráulica.

Figura 6 Correntómetro



Fuente: High Tech Service

B. EQUIPOS PARA REGISTRO E IDENTIFICACIÓN

- GPS

Se conoce como GPS a las siglas “Global Positioning System” que en español significa “sistema de posicionamiento global”. El GPS es un sistema de navegación basado en 24 satélites (21 operativos y 3 de respaldo), en órbita sobre el planeta tierra que envía información sobre la posición de una persona u objeto en cualquier horario y condiciones climáticas. Existen diversos equipos los cuales varían de acuerdo a la precisión.



Figura 7 GPS



Fuente: Garmin Perú

- **Cámara fotográfica**

Es un equipo tecnológico que tiene como objetivo o función principal el tomar imágenes quietas de situaciones, personas, paisajes o eventos para mantener memorias visuales de los mismos. Existen diversos Tipos que se adecuan de acuerdo a la necesidad del usuario.

Figura 8 Cámaras Fotográficas



Fuente: Pentax

C. EQUIPOS PARA EXTRACCIÓN DE AGUA



Para la medición de parámetros in-situ es necesario la extracción de agua de la fuente de agua subterránea, para lo cual pueden emplearse dos métodos de muestreo: el primero es utilizando bombas que extraen el agua representativa del acuífero, para ser recolectadas en envases limpios; el segundo es coleccionar una muestra directamente de la fuente por medio de instrumentos como desagües-bailers, cuando no es posible realizar un bombeo.

A continuación, se describen instrumentos y equipos utilizados para la extracción de agua subterránea; el uso de algunos de estos dependerá de los objetos y de los costos planteados en el programa para desarrollo del Inventario de fuentes de agua subterránea.

- **Bomba de succión**

Existen en el mercado varios modelos de bombas de succión, sin embargo, se presentan algunos instrumentos como lo son: bombas peristálticas, bombas

eléctricas sumergibles o bombas tipo-bladder (vejiga) las cuales son usualmente utilizadas para muestreos de aguas subterráneas.

Bombas para extracción hasta 30 m de profundidad

Bombas peristálticas:

Están diseñadas para uso en terreno con un diseño liviano y compacto, son ideales para remoción de muestras en pozo poco profundos (4 a 10 m). Estas bombas operan por succión permitiendo un bombeo al vacío o recuperación de líquidos o gases por presión; su operación mecánica utiliza rodillos de rotación, creando un vacío que desplaza la columna de agua o gas en la dirección deseada (velocidad variable y reversible) permitiendo que la muestra solo entre en contacto con la manguera, lo que permite una integridad de la muestra (Figura 9, Figura 10). Algunas permiten una fácil conexión a casi cualquier fuente de poder; su uso es bastante práctico.

Figura 9 Bomba peristáltica



Fuente: (Instrumentosdelsur S.A, 2017)

Estas bombas pueden presentar una limitación ya que no pueden subir el agua desde ciertas profundidades (mayor a 30 m), o si el objetivo es examinar el contenido de gases disueltos en el agua subterránea. Un bombeo excesivo puede ocasionar descenso pronunciados, con un flujo turbulento, no permitiendo muestras representativas ya que pueden originarse volatilización, oxidación o precipitación de contaminantes, además de ocasionar que se extraiga agua turbia y que se pueda alterar la dirección del movimiento del algún contaminante en caso de presentarse.

Figura 10 Ejemplo de uso de una bomba peristáltica

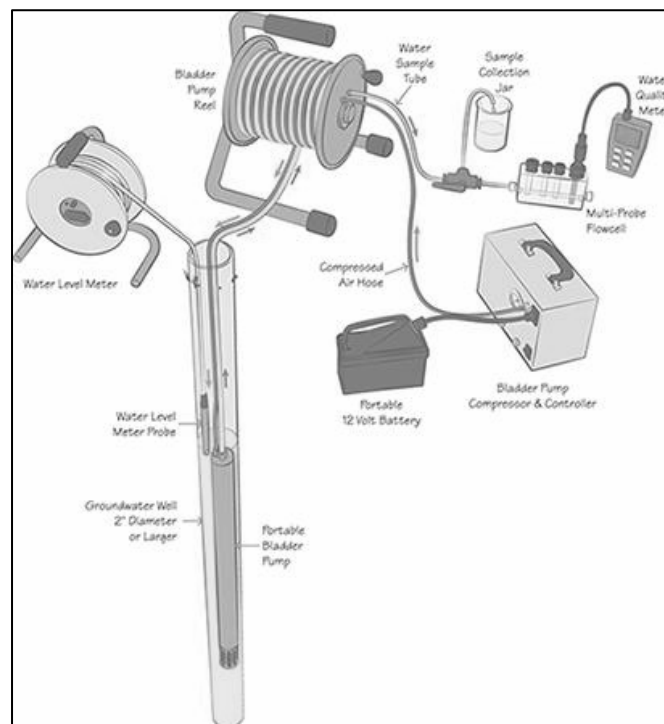


Fuente: (Solinst, 2017)



Bombas eléctricas sumergibles: Su uso es el más recomendado para pozos de explotación o piezómetros de gran diámetro; son útiles cuando se requiere de un purgado de alto caudal y muestreo de bajo caudal. Son muy confiables y proporcionan tasas de muestreo continuas en periodos de tiempo extendidos (Geotech, 2015). Tienen una capacidad para muestrear a profundidades de 85 metros (280 pies) o más y son suficientemente resistentes para muestreo a largo plazo (Instrumentos del sur S.A, 2017). La bomba se alimenta a bajo voltaje, haciéndola muy segura de usar.

Figura 11 Bomba eléctrica sumergible.



Fuente: (Geotech, 2015)



Se pueden encontrar una gama de bombas de plástico (Figura 12) y bombas en acero (Figura 11) inoxidable, con una amplia gama de diámetros, que cuentan con un cable eléctrico para medida de bombeo máximo y de doble conector batería (algunas pueden ser conectadas al vehículo), además de contar con un regulado de caudal. La bomba tendrá una eficiencia para levantar una columna de agua de 40 m.

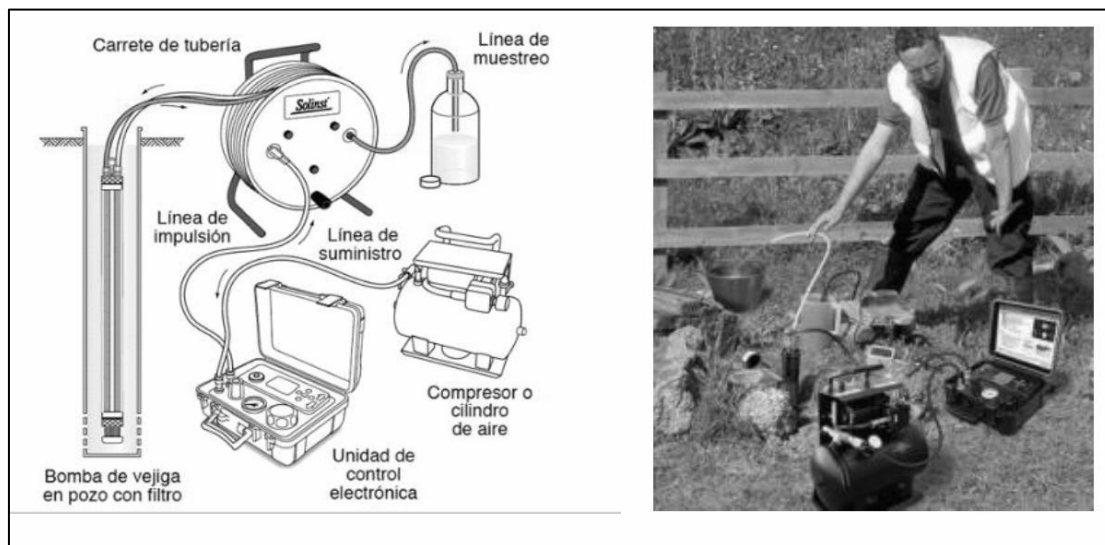
Figura 12 Bomba eléctrica sumergible de plástico.



Fuente: (Envirotecnics Global Service, 2012)

Bombas tipo-bladder (vejiga): útiles en algunos cuando las muestras se deben tomar de pozos de poco diámetro, donde es imposible el uso de bombas sumergibles. Son bombas con membrana que se sumergen dentro del agua hasta el nivel de muestreo Figura 13, y por medio de una presión hidrostática permite que el agua de formación ingrese a la cámara central de teflón (la vejiga) a través del filtro de admisión y llene hasta el nivel estático. En la superficie un panel de control mide los ciclos de presión y depresión, los cuales son ajustables.

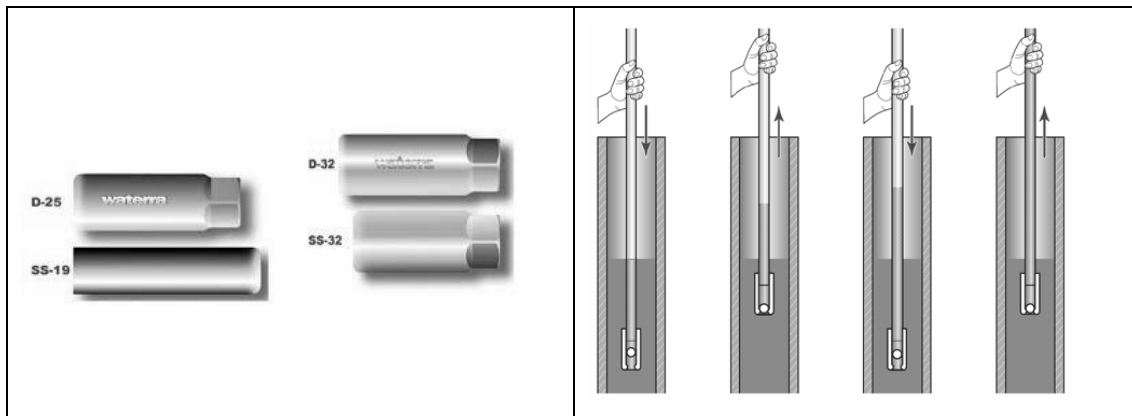
Figura 13 Bomba de muestreo de vejiga-baldder.



Su funcionamiento se rige, cuando se aplica aire o gas comprimido a la línea de impulsión, presuriza el espacio alrededor de la vejiga, haciendo que colapse y empuje el agua hacia arriba dentro de la línea de muestra. Las válvulas de retención aseguran que el agua no vuelva a fluir a través de la bomba o dentro de la formación. Estos ciclos se repiten proporcionando un flujo de agua constante hacia arriba de la línea de muestra sin quitar los compuestos volátiles de la muestra.

Bombas inerciales: son también muy utilizadas ya que son adecuadas para el purgado y muestreo. Son simples y confiable y ofrecen una opción efectiva de bajo costo. La bomba consiste de una manguera con una válvula de piso atornillada en la parte inferior. Se opera fácilmente de manera manual a profundidades someras o con dispositivo para bombear, la cual, al ser bajada dentro del pozo, entra un volumen de agua en la manguera y ésta se retiene al cerrarse la válvula cuando se vuelve a subir nuevamente la manguera y válvula. Esta operación permite que eventualmente el agua suba por la manguera hasta llegar a superficie (Solinst, 2017f) (Figura 14).

Figura 14 Izquierda: Bomba Inercial



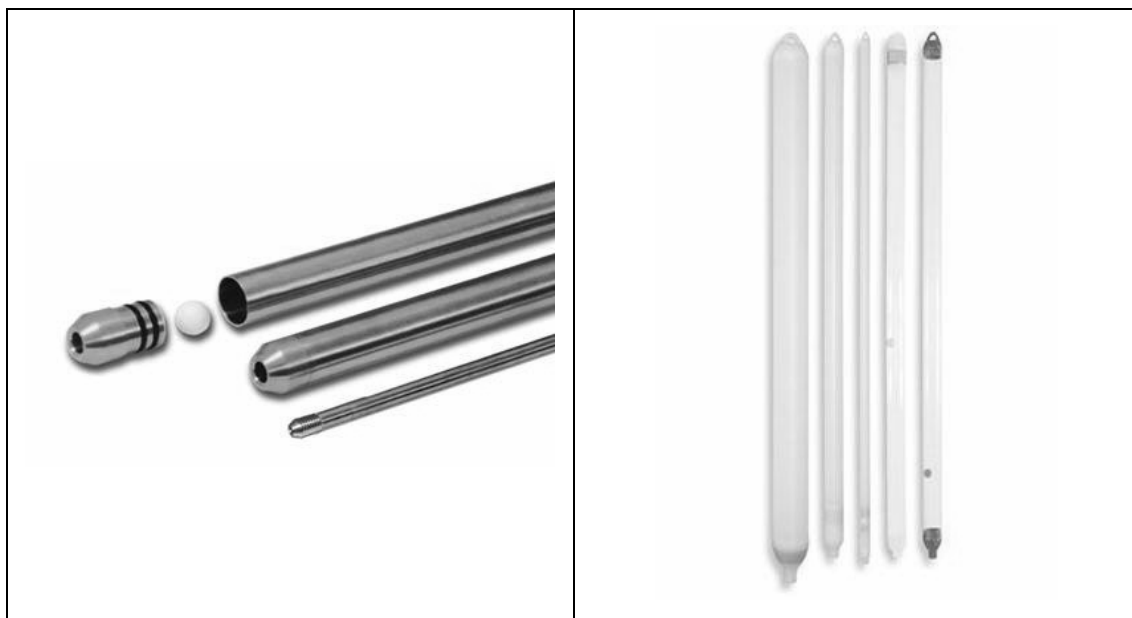
Derecha: Mecanismo de operación de la bomba inercial

- **Bailer**

son una solución eficiente, rápida y conveniente para muestreos manuales sin perjudicar la calidad y representatividad de la muestra. Estos muestreadores fabricados ya sea en acero inoxidable o en plásticos (algunos biodegradables) (Figura 15), pueden recoger la muestra directamente de la perforación, cuando no es posible realizar un bombeo. Cabe resaltar que mediante bailers se puede realizar el muestreo a distintas profundidades.



Figura 15 Tipos de Bailers



Izquierda: Bailers en acero inoxidable. Fuente: (Solinst, 2017d).

Derecha: Bailers en plástico. Fuente: (Yacutek, 2017)

El muestreador actúa como una botella pesada (contenedor abierto) con una válvula de retención en la parte inferior y un asa en la parte superior, que es bajado por el pozo para tomar la muestra.

Para recuperar una muestra de agua de un pozo se hace por medio de un cable de anclaje conectado a la manija en la parte superior del desagüe, el cual permite que este sea bajado en el pozo donde hace contacto con el agua subterránea Figura 16. Posee unas válvulas de control que evitan que el agua a diferentes profundidades se mezcle con la muestra durante la recuperación. El peso del desagüe hace que este comience a sumergirse en el líquido; la presión hidrostática del fluido empuja para arriba la válvula de retención (generalmente una válvula de bola) haciendo que la válvula abra y el agua fluya en el tubo; el agua que entra en un desagüe buscará su propio nivel, por lo que un desagüe parcialmente sumergido será parcialmente llenado y un desagüe completamente sumergido será completamente llenado. Cuando el desagüe ha llenado su nivel sumergido, la válvula se cierra evitando que el agua escape.

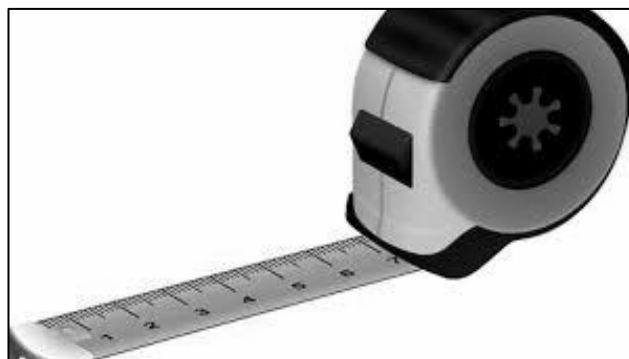
Figura 16 Muestreo en pozos profundos utilizando un bailler.



D. ACCESORIOS

- Wincha metálica de 3m: Cinta metálica graduada en sistema métrico

Figura 17 Muestreo en pozos profundos utilizando un bailler.



- Jarra y balde plástico transparente graduado

Figura 18 Jarras y Baldes Graduados



- Driza o Soga: Cuerda que deberá ser lo suficientemente resistente, ya que se utilizará para amarrar los bailers y extraer agua del acuífero

Figura 19 Driza o soga



De acuerdo a las condiciones que se tengan en los inventarios se añadirán otros equipos que podrían ser necesarios.



ANEXO V. Recomendaciones para la Medición de Parámetros in-situ

- Antes de iniciada la actividad, es importante realizar un check list de los equipos, ya que es importante llevar a campo las herramientas necesarias y apropiadas para desarrollo del inventario en su totalidad.
- Se debe contar con los equipos calibrados en el día de realizada esta actividad o calibrar los mismos cada vez que se requiera o cuando muestre variaciones significativas entre 2 muestras cercanas.
- En el caso de manantiales, se recomienda medir los parámetros in-situ del agua en el mismo afloramiento del manantial.
- La colección del agua subterránea debe realizarse mediante el uso de un bailer o depósito limpio y transparente. De preferencia para asegurar su limpieza los depósitos que son utilizados para la colección del agua, deben ser enjuagados o lavados 3 veces con la misma agua subterránea en la que se realizará la medición de sus parámetros.
- La lectura de los parámetros debe realizarse de forma inmediata, luego de tomada la muestra de agua.
- Una vez que se tome lectura de los parámetros estos deben ser registrados en la ficha de campo (Anexo I)
- Finalmente, se verá realizar la limpieza de los equipos de muestreo inmediatamente después de su uso, cada vez que se realice la medición de parámetros in-situ, a fin de evitar posibles contaminantes y/o su deterioro. Para la limpieza exterior de los equipos utilizados para la medición de parámetros in-situ es recomendable lavarlos con suficiente agua destilada.
- Los equipos de medición deben ser tratados con sumo cuidado durante su manipulación, para no dañar ni romper los electrodos del equipo.





ANEXO VI. Glosario de términos del inventario de fuentes de agua subterránea

- Acuícola.- Proceso de producción de especies hidrobiológicas en ambientes naturales o artificiales debidamente seleccionados y acondicionados.
- Aguas subterráneas.- Se consideran a las que, dentro del ciclo hidrológico, se encuentran en etapa de circulación o almacenadas debajo de la superficie del terreno y dentro del medio poroso, fracturas de las rocas u otras formaciones geológicas, que para su extracción y utilización se requiere la realización de obras específicas.
- Bomba tipo Turbina de eje Vertical.- Equipo hidráulico que permite la impulsión del agua subterránea mediante un eje central que acciona un cuerpo de bomba instalado en la profundidad del pozo.
- Bomba Sumergible.- Equipo hidráulico compacto que a su vez está compuesto por un motor eléctrico hermético, los cuales está sumergidos en la profundidad del pozo.
- Bomba Centrífuga.- Equipo hidráulico compacto con similares características a las bombas sumergibles con la particularidad que no se encuentran sumergidas en el agua y son utilizados generalmente en pozos someros.
- Cabezal de Engranaje.- Dispositivo mecánico que transmite la fuerza mecánica del eje horizontal al eje vertical de la bomba. La relación de acoplamiento viene establecida por el fabricante.
- Caudalímetro.- Dispositivo de control y medición del caudal del agua, que permite visualizar el caudal instantáneo y volumen total extraído durante el régimen de explotación. Los caudalímetros comunes que se utilizan son los mecánicos, seguidos de los electromagnéticos y ultrasónicos. En cuanto a su instalación, es importante tomar en cuenta las consideraciones técnicas establecidas por el fabricante del caudalímetro, poniendo énfasis en las distancias mínimas y formas de emplazamiento.
- Diámetro de la tubería de descarga.- Dimensión de la tubería de impulsión o tubería de descarga del flujo.
- Estructura hidráulica de acceso al agua subterránea.- Toda obra destinada para acceder a la fuente del agua subterránea.
- Caudal.- Volumen de agua determinada que pasa por una sección en una unidad de tiempo.
- Cuenca hidrográfica. - Es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que sus aguas dan al mar a través de un único río o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas.
- Cochas. - Para efectos de ejecución del inventario de fuentes de agua subterránea, se refiere a una excavación irregular de acceso a la fuente de agua subterránea.

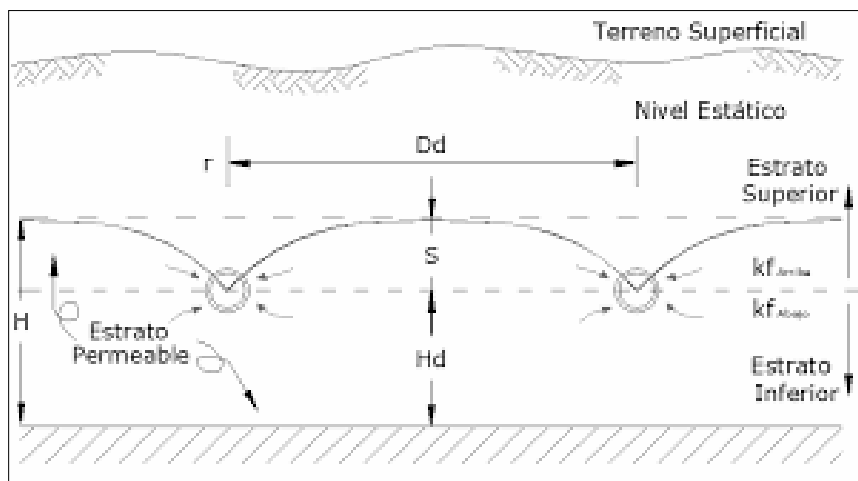


Imagen 1. Cocha



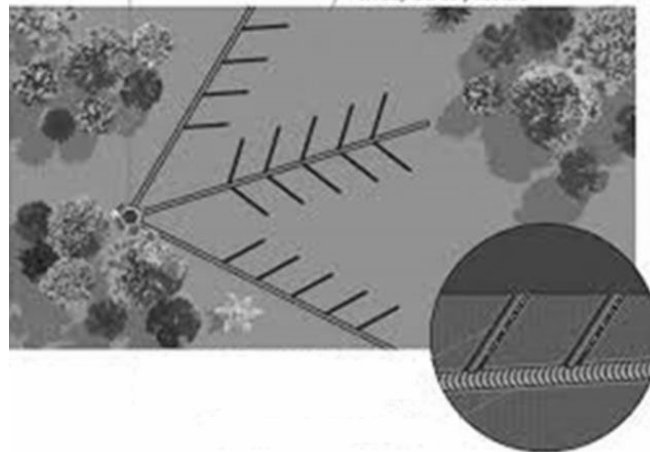
- Código Pfafstetter.- El sistema describe la anatomía regional de una red hidrográfica de drenaje utilizando una codificación jerarquizada de dígitos decimales. El sistema Pfafstetter es importante porque asiste en la identificación de subcuencas (de varios niveles) procesadas con sistemas de información geográfica (SIG)
- Drenaje.- Estructura hidráulica de acceso al agua subterránea, que tiene por objeto drenar el exceso de agua deprimiendo el nivel de agua subterránea con fines de proceso constructivo o protección de obra y/o rehabilitación de tierra.
- Fuente natural de agua.- Sitio donde sin la influencia o intervención del hombre, existe un almacenamiento o curso de agua.
- Galerías filtrantes.- son estructuras hidráulicas emplazadas generalmente en acuíferos someros y de forma relativamente horizontal; asimismo, están constituidas por tuberías de acero, PVC u otro material que posean tramos filtrantes (Orificios) que permitan el ingreso de las aguas subterráneas y ser conducidas hacia una cámara de captación u otra obra hidráulica (Estación de Bombeo) o descargar libremente .

Figura 3. Corte Transversal de captaciones mediante galerías filtrantes



- Galerías Filtrantes en Espina de Pescado. - Las galerías filtrantes en espina de pescado, son estructuras hidráulicas construidas en forma del esqueleto de un pescado y sirven para captar, extraer o interceptar, en toda su longitud, aguas subterráneas que circulan por los estratos permeables del subsuelo (rocas fracturadas, suelos gravosos).

Figura4. Galerías Filtrantes en Espina de Pescado



- Galerías Filtrantes en Abanico o Radial. - Galerías filtrantes radiales o en abanico, presentan pendiente que convergen en una poza colectora, al igual que la anterior sirven para captar y extraer, aguas subterráneas.

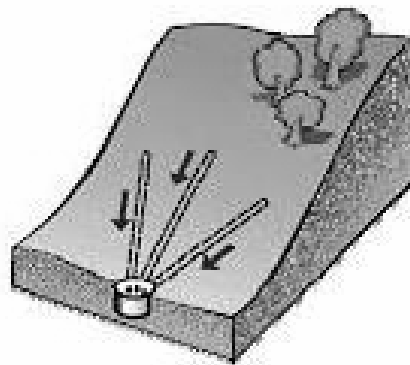


Figura 5. Galerías Filtrantes en Abanico o Radial

- Galerías filtrantes Horizontales. - También llamados drenes Horizontales, son obras ejecutadas en forma horizontal o con una baja pendiente, que interceptan un flujo de agua subterránea. Dentro de esta clasificación se incluirán los socavones y túneles.



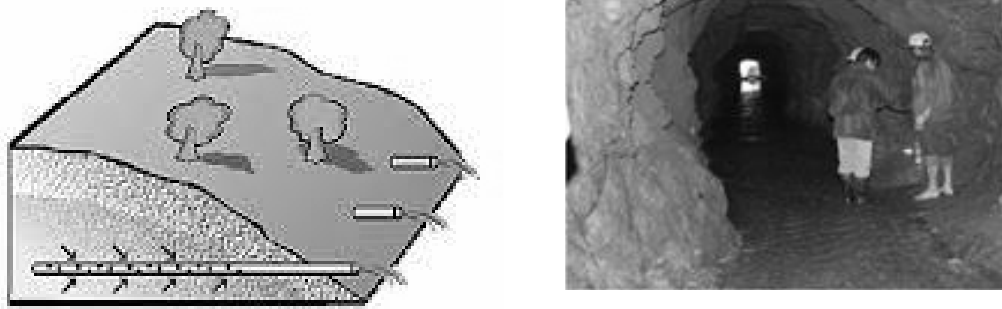


Figura 6. Galerías Filtrantes Horizontal

- **Inventario.**- Registro en un tiempo y espacio de las características técnicas (funcionamiento hidráulico, características fisicoquímicas, entre otros) de todas las fuentes de agua subterránea, es decir, de sus afloramientos naturales (manantiales), así como de todas aquellas estructuras hidráulicas de acceso al agua subterránea, ya sea con fines de aprovechamiento hídrico, control y monitoreo de la cantidad y calidad, tales como: pozos, piezómetros, galerías filtrantes y cochas.
- **Manantial.**- Según Custodio, 2014. Manantial es un punto o zona de la superficie del terreno en la que, de modo natural, aflora en superficie una cantidad apreciable de agua, procedente de un acuífero o acuíferos. Los manantiales son como aliviaderos o desagües por los que sale la descarga de los acuíferos.



Imagen 2. Manantial

- **Nivel dinámico.** - Profundidad del agua subterránea medida desde el punto referencia, siendo que el nivel del agua se encuentra en equilibrio para un caudal de extracción y representa al funcionamiento hidráulico de la fuente.
- **Nivel estático.** - Profundidad del agua subterránea medida desde el punto de referencia, con la condición de que ésta no haya tenido perturbación, ni influencia de extracción, se refiere a la carga hidráulica medida en condiciones naturales.
- **Poza.** - Excavación poco profunda que colecta agua subterránea proveniente de un manantial, por lo general es revestida con material fino o vegetación de la zona con fin de impermeabilizar.
- **Pozo.** - Estructura hidráulica para el acceso al agua subterránea, realizada mediante excavación vertical que perfora la tierra, hasta una profundidad suficiente para alcanzar una

explotación sostenida del agua subterránea. Generalmente de forma cilíndrica y cuyas paredes deben ser revestida para evitar su deterioro y derrumbe.

- Pozo Tubular.- Estructura hidráulica para de captación de aguas subterránea, estructuralmente de acero, PVC, u otro material resistente a presiones propias de la formación geológica.



Imagen 3. Pozo tubular de acero

- Piezómetro.- Estructura hidráulica para acceso al agua subterránea que ha sido instalada para el control y monitoreo del agua subterránea que se emplea para medir sus principales parámetros, como son: nivel estático, nivel dinámico, aspectos hidrodinámicos e Hidrogeoquímicos.
- Piezómetro Casa Grade Simple.- Estructura hidráulica que consiste en la instalación de una tubería de PVC, que se implementa en una perforación y el filtro es ubicado en una unidad hidrogeológica, se realizan generalmente con fines de investigación, observación u monitoreo.

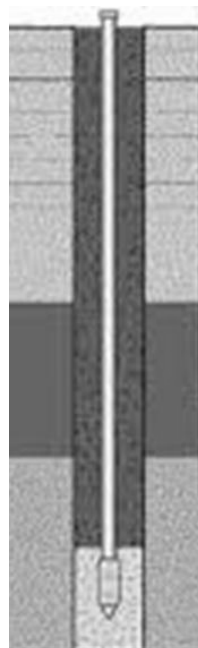


Figura 7. Piezómetro Casa Grande Simple



- Piezómetro Casa Grande Múltiple. - Son estructuras hidráulicas que consiste en la instalación de dos o más tubería de PVC que se implementan en una perforación, ubicando el filtro de cada piezómetro en una unidad hidrogeológica diferente, al igual que el piezómetro casa grande simple, se realizan generalmente con fines de investigación, observación u monitoreo.

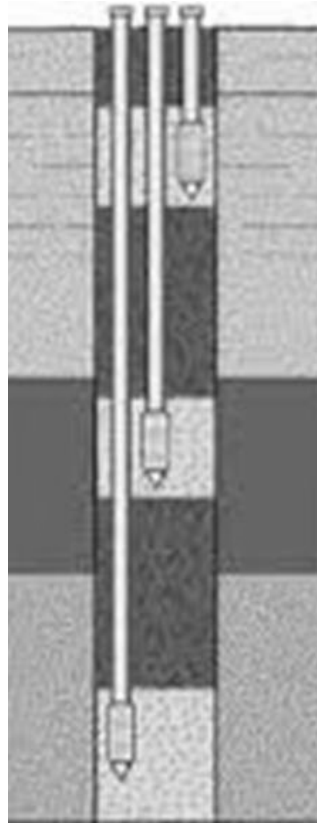


Figura 8. Piezómetro Casa Grande Múltiple

- Piezómetro de Cuerda Vibrante. - Es un dispositivo instalado en una estructura hidráulica, que basa sus mediciones a partir de las deformaciones, las cuales producen voltajes o corrientes a partir de un esfuerzo mecánico, que produce vibraciones, midiendo la frecuencia vibratoria de un cable tensionado a una membrana y su tubo principal, mide la variación por medio de una bobina electromagnética, como resultado de estas mediciones se obtiene la presión de poros medido en el punto donde se halla instalado el dispositivo, ayudándonos así a obtener un nivel piezométrico.



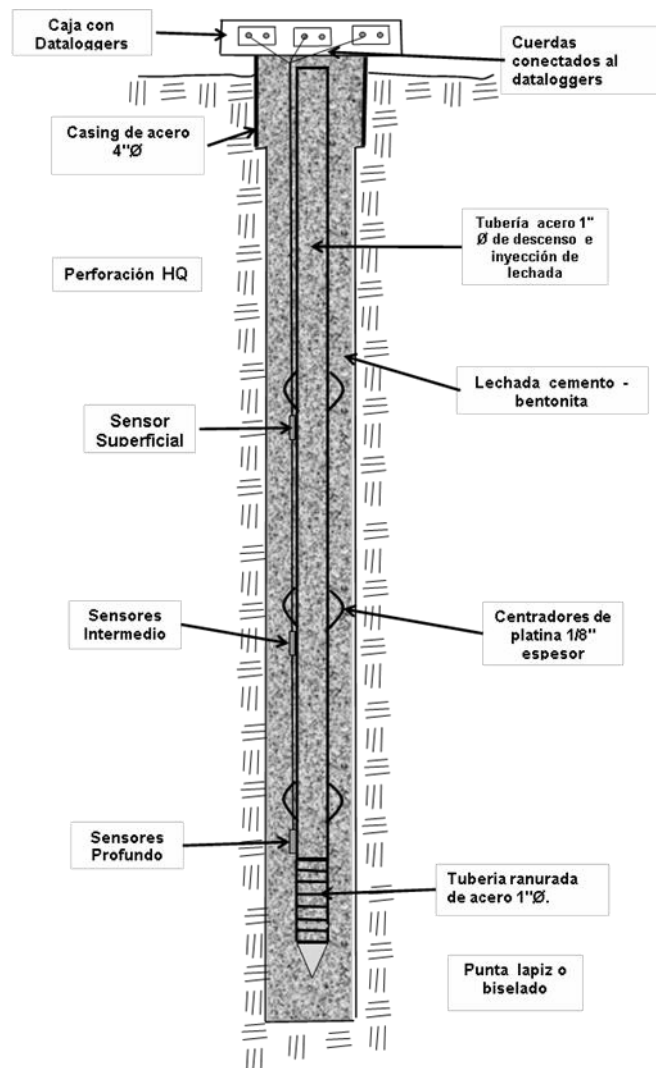


Figura 9 Piezómetro de Cuerda Vibrante

- Potencia del motor. – Es la potencia entregada por el motor, el cual es accionado por energía: eléctrica, combustión interna, gas, u otra fuerza motriz. La característica técnica viene proporcionada por el fabricante y se visualiza en la placa del motor.
- Potencia de la Bomba. - Es la potencia al freno consumida por la bomba. Sus características técnicas vienen proporcionadas por el fabricante en función al modelo, diámetros del impulsor y número de tapas o tazones.
- Pozo a tajo abierto. - Estructura hidráulica para la captación de agua subterránea, construida mediante excavación manual, generalmente revestido o anillado de concreto o ladrillo, son construidos en acuíferos libres someros, con diámetros promedio de 0.90 a >1.20 m.





Imagen 4. Pozo tajo abierto de concreto

- **Pozo tubular.** - Estructura hidráulica de captación de agua subterránea de mediana a gran profundidad, revestida con tubería de fierro, acero o PVC, utilizado para extraer agua del subsuelo; generalmente puede servir para observación, pruebas de bombeo y/o explotación de aguas subterráneas.
- **Pozo mixto.** - Estructura hidráulica de captación de agua subterránea medianamente profunda, estructuralmente conformada por un ante pozo revestido de concreto y en su interior a una mayor profundidad revestido de tubería de acero ciega y ranurada hasta un nivel suficiente para alcanzar una explotación sostenida de agua subterránea, se caracteriza por el emplazamiento de la tubería de acero que no llega a sobre salir a la superficie.



Imagen 3. Pozo mixto, antepozo de concreto y tubería de acero



- Pozo Puntera. - Pozo somero de pequeño diámetro, que son hincados e introducidos en suelos que no requiere de máquinas perforadoras para construirlos.



Imagen 6. Pozo Puntera

- Pozo Radial. - Estructura hidráulica de captación de agua subterránea, de gran diámetro, provisto de perforaciones horizontales, dispuestos en dirección radial que incrementan su radio efectivo (captación).

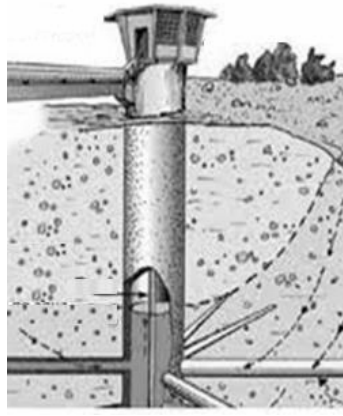


Figura 10. Pozo Radial

- Prueba de Bombeo a Caudal Constante o prueba de acuífero. – Sirve para determinar los parámetros hidrogeológicos del acuífero, tales como conductividad hidráulica (K), transmisividad (T) y coeficiente de almacenamiento (S), este último si se ha empleado uno o más piezómetros o pozos de observación. La prueba de bombeo será de larga duración (72h como mínimo) a un mismo caudal.
- Prueba de Bombeo a Caudal Variable o prueba de rendimiento. – Sirve para determinar de las características del funcionamiento hidráulico de la estructura de captación (pozo), se realiza midiendo el nivel dinámico en función a los caudales de extracción, de acuerdo al régimen de bombeo en un tiempo determinado de estabilización de caudal y nivel. Esta prueba debe realizarse con tres regímenes de bombeo como mínimo, con estos datos se elaborará la curva característica o curva de rendimiento del pozo, con la finalidad de seleccionar el caudal de explotación y seleccionar el equipo definitivo a instalarse en el pozo.



- Prueba de Bombeo Escalonada. - Sirve para determinar los parámetros hidrogeológicos del acuífero y la curva característica del funcionamiento hidráulico del pozo o curva de rendimiento, se debe realizar en lapsos constantes entre cada régimen.
- Almacenamiento. – El almacenamiento, puede darse en reservorio en superficie, cisterna subterránea o tanque elevado, el cual debe ser medido en sus dimensiones (cubicado) y llenado en un tiempo determinado con las aguas provenientes de la fuente. El caudal de extracción queda determinado mediante la relación entre la capacidad de almacenamiento y el tiempo de llenado (cronómetro).
- Sub sector hidráulico. - Ámbito de competencia de operadores hidráulicos.
- Tubo orificio circular. - Es un medidor de flujo que consiste en un orificio circular localizado en el tubo de descarga y la implementación de un manómetro colocado a 120cm del codo de la tubería de salida y a 50 cm o más de la salida del flujo. Ningún codo, válvula u otro accesorio debe quedar a una distancia menor de 120 cm aguas arriba del manómetro.

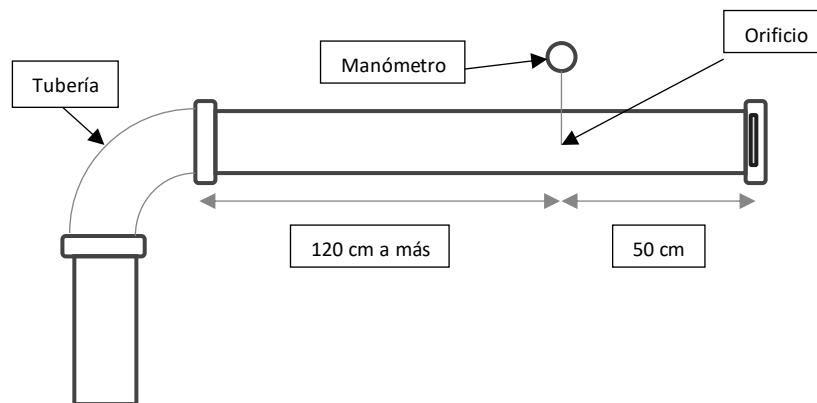


Figura 1. Instrumento de medición orificio circular

- Tubo Pitot. - Es un medidor de flujo de sección circular de diámetro pequeño y generalmente en forma de L, con una abertura en la parte delantera que se dispone contra el flujo que circula por la tubería de tal forma que la corriente choque de forma frontal en el orificio del tubo, como se muestra en la figura adjunta.

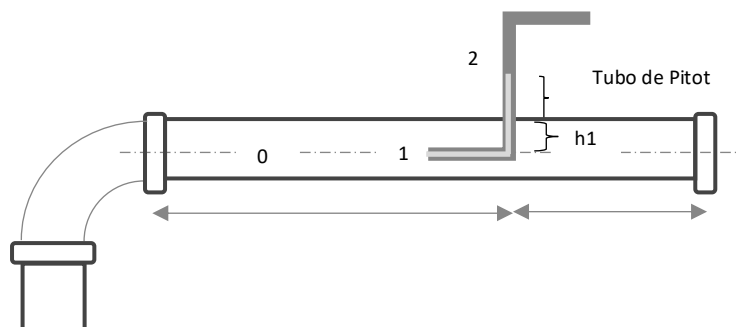


Figura 2. Instrumento de Medición Tubo Pitot

- Unidad hidrográfica. - Es el ámbito físico o superficie que es drenada por un curso de agua (río, arroyo o quebrada).





ANEXO VII. Tablas para base de datos de inventario

IRHS	Este (m)	Norte (m)	Altitud Terreno (m s.n.m.)	Precisión (m)	Departamento	Provincia	Distrito	Propietario / Usuario	Nombre de la Fuente Inventariada	Tipo	Fecha del Censo	Infraestructura Hidráulica	Objeto de la Fuente Inventariada	Año de Perforación o Excavación	Prof. Inicial	Sistema de Perforación o Excavación	Profundidad de la Fuente Inventariada (m)
UBIGEO+Tipo de Fuente+N° correlativo	Ubicación de la Fuente en coordenadas UTM, sistema WGS-84. Adicionalmente debe registrarse una cota nivelada u obtenida de la topografía generada por el IGN			Indicar la Precisión del GPS Durante el registro de coordenadas	Según Clasificación del INEI			Nombre del Dueño del terreno o usuario de la Fuente	Nombre con el que comunmente se conoce a la Fuente	MA: Manantial PP: Pozo PZ: Piezómetro GA:Galería Filtrante CO: Cocha	Indicar dd/mm/aa	SI: Sin Infraestructura PA: Poza CC: Concreto PT: Pozo Tubular PM: Pozo Mixto PTA: Pozo a Tajo Abierto PR: Pozo Radial PT: Pozo Puntera Pz CGS: Piezómetro Casa Grande Simple Pz CGM: Piezómetro Casa Grande Multiple Pz CV: Piezómetro Cuerda Vibrante CO: Cocha GFEP: Galería Filtrante Espina de Pescado GFR: Galería Filtrante Radial	AA: Aprovechamiento de Agua EH: Explotación Hidrogeológica EP: Explotación Petrolera EM: Explotación Minera DO: Drenaje en Obra DT: Drenaje rehabilitación de tierra E: Ecológico	Indicar el año de inicio de la perforación o excavación	Profundidad final al término de la perforación o excavación	Roto Percusión Rotación Barrido de Aire o RC Percusión Manual Otros	Medición de la profundidad de la Fuente en metros, con referencia al nivel del suelo

Profundidad de la Fuente Inventariada (m)	N.E. (m)	N.E. (m s.n.m.)	N.D. (m)	N.D. (m s.n.m.)	Marca Bomba	Potencia Bomba (BHP)	RPM Bomba	Capacidad Bomba (L/s)	Profundidad del Filtro	Eficiencia Bomba	Tipo de Bomba	D. Tub. Descarga	Cabezal	Marca Motor	Potencia Motor (HP)	RPM Motor	Tipo de Motor	Arranque Motor	Medidor de Caudal	Caudal (L/s)	Este_Aforo	Norte_Aforo	Altitud_Aforo
Medición de la profundidad de la Fuente en metros, con referencia al nivel del suelo	Medición de la profundidad del nivel estático en metros, con referencia al nivel del suelo	Nivel estático en m s.n.m. (Altitud del Terreno - N.E)	Medición de la profundidad del nivel dinámico en metros, con referencia al nivel del suelo	Nivel Dinámico en m s.n.m. (Altitud del Terreno - N.D)	Indicar la marca de la Bomba	Indicar la potencia de la bomba	Indicar la revolución es por minuto de la bomba	Indicar la capacidad de la Bomba	Indicar la profundidad del filtro	Indicar la eficiencia de la bomba	TV: Turbina Vertical S: Sumergible CS: Centrífuga de Succión P: Piston O: Otros	Diámetro de la Tubería de descarga	D: Directo E: Engranaje	Indicar la marca del motor	Indicar la potencia del motor	Indicar la revolución es por minuto del motor	D: Diesel G: Gasolina V: Viento E: Electrico O: Otros	M: Mecánico A: Automático	Q: Caudalimetro P: Pitot TOC: Tubo Orificio Circular RC: Reservorio Cubicado O: Otros	Caudal medido de la fuente de agua subterráneo	Coordenada de aforo UTM_WGS-84		

Conducción	Fecha de parámetro In-situ	Hora de parámetro In-situ	Temp. Agua (C°)	Cond. (uS/cm)	PH	TDS (ppm)	ORP (mV)	OD (mg/L)	Aspecto	Sabor	Olor	Licencia	Este Fuent. Cont. (m)	Norte Fuent. Cont. (m)	Tipo de Cont. O Afec.	Conflic. Por Uso de Agua	H/D	D/S	D/M	M/A	Vol (m³/año)	Estado de La captación Hidráulica	Prof del Tramo de Filtro: De...A	Geología en el Tramo de Filt.
CC: Canal de Conducción AL: Almacenamiento R: Río Q: Quebrada	Indicar la fecha del registro de los parámetros in-situ	Indicar la hora del registro de los parámetros in-situ	Indicar parámetros Físico Químicos medidos in-situ					Cristalino Turbio	Salobre Dulce	Indicar el olor que emana el agua de la fuente	Indicar de ser el caso el N° de Resolución y de Expediente de no contar colocar (NC)	Coordenadas de la fuente de Contaminación o Afeción	AR: Aguas Residuales G: Grifos PS: Pozos Séptico PO: Pozas de Oxidación AS: Aguas Salinas DW: Dewatering O: Otros	Ninguno Escacez Contaminación Otros	Explotación Horas al día	Explotación días a la semana	Explotación días al mes	Explotación meses al año	Explotación Horasal día	PR = Primario PO = Poblacional A = Agrícola PE = Pecuario M = Minero I = Industrial E = Energético AC = Acuicola PQ = Pesquero MD = Medicinal RE = Recreativo T = Transporte TU = Turístico O = Otros	Indicar la profundidad del Tramo de filtro	Indicar la geología del tramo de filtro		





ANEXO IX. Contenido mínimo de informe final de inventario

1. ASPECTOS GENERALES

- 1.1 Introducción
- 1.2 Antecedentes
- 1.3 Justificación
- 1.4 Objetivos
 - 1.4.1 General
 - 1.4.2 Específicos
- 1.5 Metodología de trabajo
 - 1.5.1 Actividades preliminares
 - 1.5.2 Trabajos de campo
 - 1.5.3 Trabajos de gabinete

2. INVENTARIOS REALIZADOS

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

- 3.1.1 Ubicación y delimitación del área de estudio
- 3.1.2 Ubicación política
- 3.1.3 Ubicación geográfica
- 3.1.4 Ubicación hidrográfica
- 3.1.5 Vías de comunicación y accesibilidad

4. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

- 4.1 Inventario de fuentes de agua subterránea
 - 4.1.1 Tipo de fuente inventariada
 - 4.1.1.1 Pozo
 - 4.1.1.2 Piezómetro
 - 4.1.1.3 Manantiales
 - 4.1.1.4 Otras Fuentes
 - 4.1.2 Estado de las captaciones inventariados

- 4.1.3 Uso de los fuentes inventariadas
- 4.1.4 Rendimiento
- 4.1.5 Explotación del acuífero
- 4.1.6 Situación legal de los fuentes de agua subterránea
- 4.1.7 Características técnicas de las captaciones hidráulicas subterráneas
- 4.1.8 Parámetros Físico Químicos de Campo

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 5.1 Conclusiones
- 5.2 Recomendaciones

6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Año, autor, título de publicación, fuente (revista, congreso, conferencia, etc), editorial
- Año, autor, título, editorial

7. ANEXOS

Se presenta en versión impresa y en versión digital editable lo siguiente:

- Cuadros
- Características técnicas, mediciones y volúmenes de explotación.
- Planos:
 - 1) Ubicación de fuentes de aguas subterráneas.
 - 2) Volumen de explotación de fuentes de agua subterránea

