

“GUÍA PARA REALIZAR INVENTARIOS DE FUENTES NATURALES DE AGUA SUPERFICIAL”

CONTENIDO

- I. INTRODUCCION
- II. OBJETIVO Y FINALIDAD
- III. ALCANCE
- IV. METODOLOGIA
- V. FLUJO ADMINISTRATIVO DEL INVENTARIO
- VI. SUPERVISION DEL INVENTARIO
- VII. PRESENTACION DEL INVENTARIO
- VIII. ANEXOS



I. INTRODUCCION

Los recursos hídricos superficiales, existentes en las cuencas hidrográficas y que provienen de la escorrentía, son las que mayoritariamente se utilizan para satisfacer las demandas. Los caudales provenientes de la escorrentía discurren por los cursos de agua y se almacenan en lagos y lagunas, y a través de obras de aprovechamiento hídrico son derivados para atender las demandas.

La Autoridad Nacional del Agua como ente rector de la gestión de los recursos hídricos está obligada a elaborar documentos que permitan estandarizar las actividades de evaluación de recursos hídricos, de tal modo que los resultados permitan conocer la ubicación y distribución de las fuentes naturales de agua superficial.

La presente guía describe el procedimiento y etapas para el desarrollo o actualización de los estudios de **Inventario de Fuentes Naturales de Agua Superficial**, en el ámbito de las Administraciones Locales de Agua y Autoridades Administrativas del Agua.

II. OBJETIVO Y FINALIDAD

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Normar el contenido y procedimiento para realizar o actualizar y aprobar, un inventario de fuentes naturales de agua superficial dentro de cada unidad hidrográfica o área seleccionada.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la distribución espacial de las fuentes naturales de agua superficial y que comprende: cursos de agua, manantiales, humedales, almacenamientos (lagunas naturales y lagunas represadas) y otras fuentes naturales de agua superficial en cada unidad hidrográfica.
- Identificar el uso actual de las fuentes de agua superficial inventariadas, en cuanto a tipo de derecho de uso y finalidad del mismo.
- Elaborar la base de datos alfa-numérica y cartográfica con información sobre las fuentes naturales de agua superficial de una unidad hidrográfica, para su sistematización e incorporación en el Inventario Nacional de Fuentes de Agua Superficial.

2.3. FINALIDAD

- Uniformizar criterios, técnicas y procedimientos para la formulación, actualización, ejecución y aprobación del inventario de fuentes naturales de agua superficial.
- Generar una fuente de información ordenada y detallada sobre las fuentes naturales de agua superficial en una unidad hidrográfica, para su utilización en la elaboración de planes, proyectos y/o programas relacionados al aprovechamiento del recurso hídrico, por parte de entidades públicas y privadas involucradas en la gestión del recurso hídrico.

III. ALCANCE

- La aplicación de la presente guía es de alcance nacional y servirá de referencia para ejecutar los Inventarios de Fuentes Naturales de Agua Superficial – IFAS que realicen las Autoridades Administrativas del Agua y las organizaciones de usuarios agrarios y no agrarios.



- Las Autoridades Administrativas del Agua deberán reportar e informar a la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, sobre los Inventarios de Fuentes Naturales de Agua Superficial que se realicen en su ámbito territorial.

IV. METODOLOGIA

4.1. BASE LEGAL

- Ley N°29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Decreto Supremo N°001-2010-AG, modificado por Decreto Supremo N°023-2014-MINAGRI.
- Decreto Supremo N°006-2010-AG, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua.
- Resolución Jefatural N°007-2015-ANA, que aprueba el nuevo Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua y de Autorización de Ejecución de Obras en Fuentes Naturales de Agua.
- Resolución Jefatural N°202-2010-ANA que aprueba la clasificación de los cuerpos naturales de agua superficiales y marino – costeros.
- Resolución Jefatural N°182-2011-ANA que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los cuerpos naturales de agua superficial.
- Resolución Jefatural N°259-2013-ANA que aprueba la “Guía para la Evaluación de Recursos Hídricos.
- Resolución Ministerial N°0545-2014-MINAGRI, que aprueba las “Normas para la formulación, aprobación y actualización de directivas”.

4.2. MANUAL OPERATIVO DE LA GUIA

- La Autoridad Administrativa del Agua efectuara los IFAS siguiendo las etapas descritas detalladamente en el **Manual Operativo de la Guía para realizar Inventarios de Fuentes Naturales de Agua Superficial** (Anexo N° 01).

V. FLUJO ADMINISTRATIVO DEL INVENTARIO

- La Autoridad Administrativa del Agua prioriza la unidad hidrográfica o área seleccionada para efectuar los IFAS dentro del Plan Operativo Institucional.
- La Autoridad Administrativa del Agua, una vez culminado los IFAS y con opinión de la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, aprobará los estudios de IFAS.
- La Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, luego de recibir los estudios de IFAS aprobado por la Autoridad Administrativa del Agua, procederá a actualizar el Inventario Nacional de Fuentes de Agua Superficial. El flujo administrativo detallado se presenta en el Anexo N° 02.

VI. SUPERVISIÓN DEL INVENTARIO

- La Autoridad Nacional del Agua llevará a cabo, a través de sus órganos desconcentrados, la supervisión de las etapas para ejecutar los estudios de Inventarios de Fuentes Naturales de Agua Superficial.



VII. PRESENTACION DEL INVENTARIO

- El contenido del documento técnico o memoria final del Inventario de Fuentes Naturales de Agua Superficial, sin ser limitativo, es el que se presenta a continuación:

Volumen 01: Memoria Principal (Incluye Resumen Ejecutivo)

Volumen 02: Anexos (Cuadros, Fotos, Esquemas Fluviales y Fichas de campo)

Volumen 03: Mapas Temáticos del Inventario

VIII. ANEXOS

- Forman parte de la presente guía los Anexos siguientes:

Anexo N°01: Manual Operativo de la Guía para realizar Inventarios de Fuentes Naturales de Agua Superficial.

Anexo N°02: Flujógrama.

Anexo N°03: Contenido mínimo del estudio de Inventario de Fuentes Naturales de Agua Superficial.



9

ANEXOS

ANEXO N° 01

MANUAL OPERATIVO DE LA GUIA PARA REALIZAR INVENTARIOS DE FUENTES NATURALES DE AGUA SUPERFICIAL

INDICE

1. METODOLOGÍA
2. ETAPA I - TRABAJOS PRELIMINARES
3. ETAPA II - TRABAJO DE CAMPO
4. ETAPA III - TRABAJO DE GABINETE
5. ETAPA IV - ELABORACIÓN DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA.
FORMATOS



1. METODOLOGÍA

1.1. Principales Definiciones:

- a. Agua Superficial.- Agua procedente de la lluvia, afloramientos del subsuelo, deshielos o nieve contenidos o que discurren por: ríos, lagos, reservorios, charcas, manantiales, corrientes, océanos, nieve, hielo, mares, estuarios y humedales.
- b. Fuente Natural de Agua.- Sitio donde, sin la influencia o intervención del hombre, existe un almacenamiento o curso de agua.
- c. Cauces o álveos.- Cavidad de dimensión variable por donde discurren las aguas de un río o de un riachuelo, cuyo lecho y márgenes permanecen sensiblemente estables durante un largo período de tiempo desde su nacimiento, hasta su afluencia a otro río o lago o desembocadura al mar.
- d. Cuenca hidrográfica.- Unidad territorial de drenaje en la cual escurren las aguas superficiales a través de arroyos y ríos, que en conjunto forman un solo sistema de drenaje con un colector principal que desemboca al océano, otro río o lago; sus límites son las líneas de las cumbres de los sectores montañosos (divortium aquarium).
- e. Unidad Hidrográfica.- Mínima división de cuenca adoptada para el estudio e inventario del recurso hídrico y parte integrante de una cuenca hidrográfica.
- f. Inventario.- Conjunto de labores desarrolladas en campo y gabinete, para realizar el registro de las fuentes naturales de agua superficial y sus características físicas.
- g. Embalses de agua.- Emplazamiento, natural o artificial, usado para el almacenamiento, regulación o control de los recursos hídricos, con fines de aprovisionamiento de agua, energía, riego, recreación y otros fines benéficos.
- h. Glaciares.- Área de la superficie de la tierra cubierta con una gruesa masa de hielo que se origina en la superficie terrestre por acumulación, compactación y recristianización de la nieve.
- i. Humedales.- Zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos.
- j. Bofedal.- Es un humedal de altura y se considera una pradera nativa poco extensa con permanente humedad. La vegetación que habita en el bofedal recibe el nombre de vegetación hidrofítica. Los bofedales se forman en zonas como las de los macizos andinos ubicadas sobre los 3 800 msnm, en donde las planicies almacenan aguas provenientes de precipitaciones pluviales, deshielo de glaciares y principalmente afloramientos superficiales de aguas subterráneas
- k. Río.- Curso de agua que sirve de canal natural principal de drenaje en una cuenca hidrográfica.
- l. Sección de Aforo.- Sección transversal de un cauce abierto en el que se realizan mediciones de velocidad y profundidad del nivel del agua.

- 1.2. El proceso para la obtención del inventario de fuentes naturales de agua superficial, está sujeto al desarrollo de un conjunto de actividades secuenciales que se ejecutan en cuatro etapas claramente definidas e integradas:

2. Etapa I - Trabajos Preliminares

2.1. Recursos Humanos

El equipo técnico responsable de la ejecución del inventario deberá estar conformado como mínimo por: (01) ingeniero responsable del inventario, (01) ingeniero asistente, (01) especialista SIG, el número de técnicos de campo y guías dependerá de la extensión del área de inventario. Los técnicos de campo deberán contar con la experiencia requerida de trabajos en inventarios, conocer técnicas de aforo, lectura de mapas y manejo de equipos de posicionamiento global. La persona que se contrate como guía de campo debe ser específicamente de la zona de trabajo y conocedor del ámbito de trabajo.

2.2. Recopilación de la información básica existente

Se deberá recopilar el siguiente tipo de información básica disponible, proveniente de fuentes oficiales y confiables:



- Inventarios de fuentes de agua, estudios hidrológicos, inventarios de infraestructura hidráulica, inventarios de lagunas-represamientos y delimitación hidrográfica mediante la metodología Pfafstetter.
- Fotografías áreas tipo pancromático, imágenes satelitales, etc.
- Mapas viales, de centros poblados, departamentales, hidrográfico, distritos de riego y otros.
- Información cartográfica del Instituto Geográfico Nacional- IGN; en las escala 1:50 000 o 1: 100 000 de acuerdo a la disponibilidad de información.
- Registro de derechos de Uso de Agua otorgados y clasificación del uso de las fuentes de agua superficial.
- Otra información importante y relevante para el inventario.

2.3. Análisis de la información

- En los planos catastrales, fotografías áreas o imágenes satelitales se procederá a interpretar e identificar las diferentes fuentes de agua existente, estructuras hidráulicas, vías de comunicación, centros poblados y otros de interés.
- En base a la información existente, se preparará un plano base que contendrá la información encontrada y en donde se anotará los aspectos que requieran ser precisados mediante información a ser registrada en el trabajo de campo.
- En los planos catastrales se debe revisar los empalmes de hojas adyacentes, con la finalidad de que se tenga una continuidad de la hidrografía e infraestructura que podría existir.
- Otros aspectos que se estimen convenientes.

3. Etapa II - Trabajo de Campo

Previo al trabajo de campo se debe realizar un trabajo de comunicación y coordinación con las autoridades de la zona de estudio para facilitar la realización de las actividades relacionadas con el inventario.

Se efectuará el reconocimiento de campo preliminar para tener una visión panorámica de la cuenca hidrográfica e identificar los aspectos más importantes y dificultades que se presentarían durante el trabajo de campo a fin de proponer las estrategias de acción más adecuadas. En esta etapa se debe elaborar documentos informativos dirigidos a las autoridades locales para evitar inconvenientes en el momento de ejecutar el inventario.

La ejecución de la recopilación de información de campo se debe realizar durante los meses secos del año en lo posible, época en donde se aprovecha la accesibilidad a las fuentes de las partes altas principalmente y los caminos de acceso no se tornan peligrosos por los deslizamientos. Y es el periodo en el que se puede medir los caudales de agua mínimos de las fuentes.

Para iniciar el trabajo de campo propiamente dicho, se debe establecer un cronograma de actividades detallado a nivel semanal, contar con los recursos logísticos necesarios (movilidad, cámaras fotográficas y equipos de medición), contar con cartografía impresa de la zona y equipos GPS con información cartográfica digital adjunta de ríos, lagunas, curvas de nivel, centros poblados, etc.

Es recomendable contar con el equipamiento adecuado para la medición hidrométrica, que permita la medición para diferentes magnitudes de caudales y en diferentes condiciones de campo, según las características de las fuentes observadas en el reconocimiento de campo preliminar, con lo cual se obtendrá un buen dato hidrométrico de campo.

3.1. Caracterización de las Fuentes de Agua

El Inventario del Recurso Hídrico se enfoca principalmente al conocimiento de las características físicas de las fuentes de agua y la clase de usos del agua, identificando diversos parámetros de las fuentes como su ubicación en coordenadas y otros que se detallan en el Formato 1 del Anexo B.

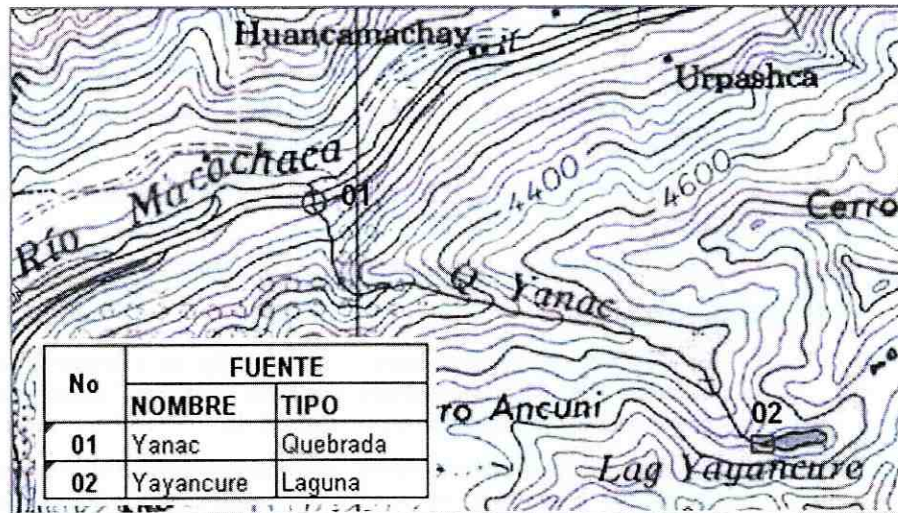
3.1.1 Nombre de la fuente

Es la denominación que tiene la fuente de agua, la misma que se puede obtener de:

- Carta Nacional: Es la registrada como nombre por el Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN). Generalmente estos nombres corresponden a ríos, quebradas y lagunas.

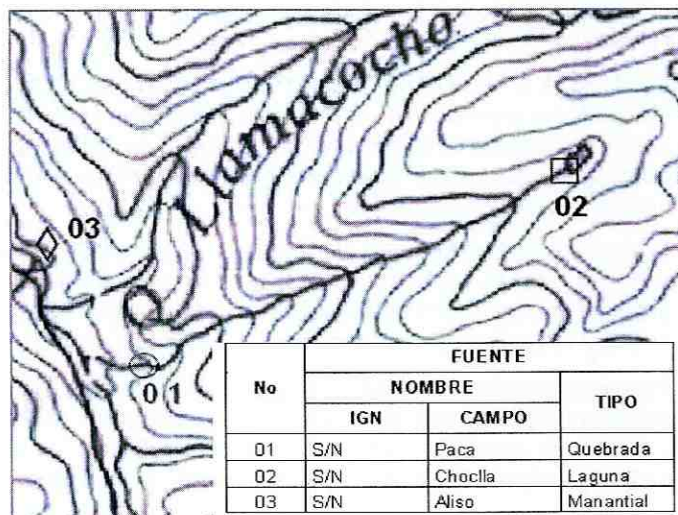


Figura 1: Asignación de nombre de fuente según registro de Carta Nacional



- Información comunal: A las fuentes de agua que no tienen nombre registrado por el IGN, se les asigna el nombre según indicación del guía de campo o por la versión de los habitantes del lugar. Estos nuevos nombres generalmente corresponden a nombres del lugar (centros poblados cercanos o nombres de cerros).

Figura 2: Asignación de nombre de la fuente según información de campo



3.1.2 Ubicación de la fuente

Previamente a la salida al campo se debe delimitar las unidades hidrográficas según la codificación Pfafstetter y generar mapas integrados de las unidades hidrográficas y división política para fines de sectorizar las áreas de trabajo.

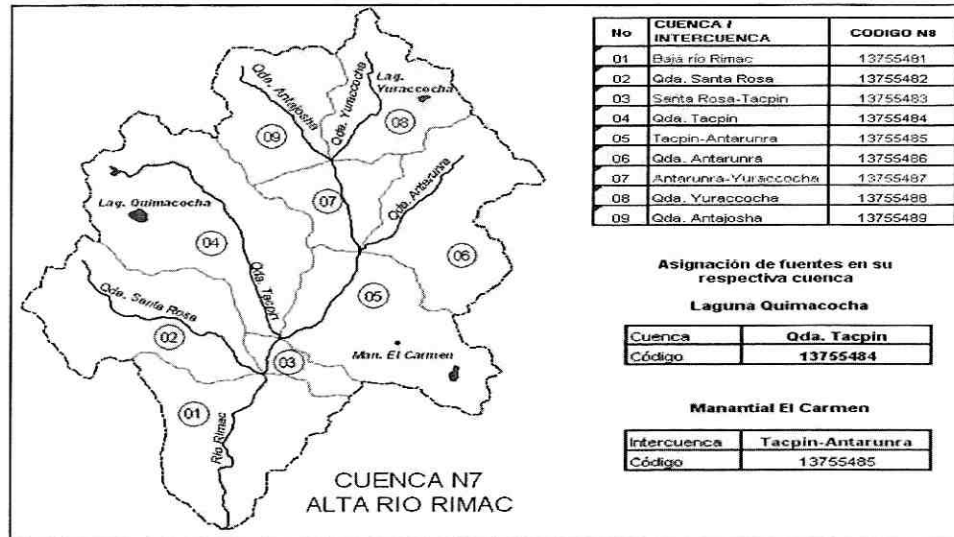
Para facilitar la ubicación de las fuentes de agua el especialista SIG debe generar cartografía temática (coberturas del IGN) que pueda ser incorporada a los GPS navegadores. La información mínima con la que debe contar el GPS es: capa de la red hidrográfica con nombres, capa de curvas de nivel con cotas, capa de centros poblados menores, capa de la red vial, capa de lagos con nombres, capa de nevados y otra información de utilidad que considere conveniente agregar el responsable del inventario.

Las fuentes se pueden localizar espacialmente en varios niveles: cuenca hidrográfica, demarcación administrativa y ubicación política.



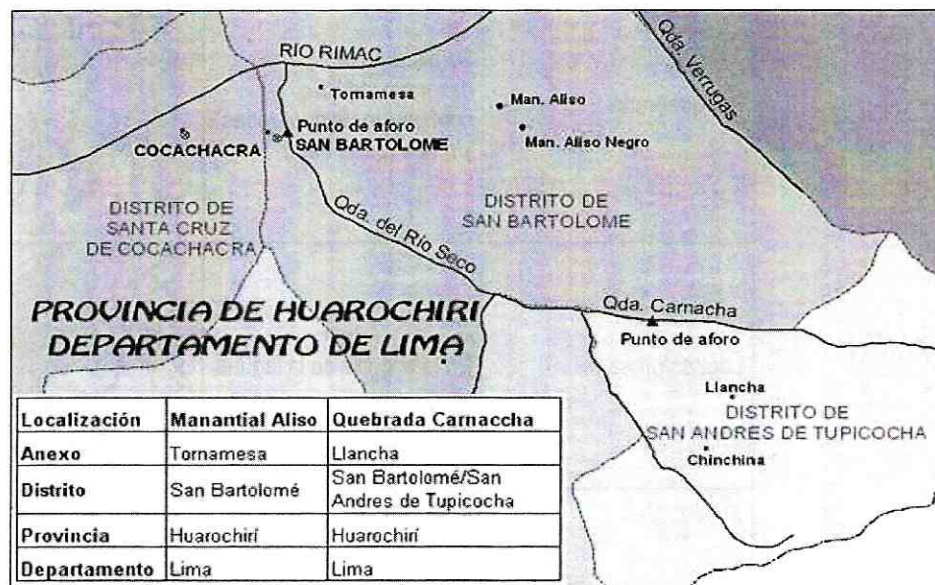
- En la cuenca: Es la localización de la fuente sobre el mapa de unidades hidrográficas, la asignación del nombre de la cuenca según la localización de la fuente. La cuenca necesariamente debe codificarse según el método de Pfafstetter; en la figura 3 se muestra un ejemplo de cómo se podrían denominar las subunidades hidrográficas dentro de una cuenca.

Figura 3: Codificación de Unidad Hidrográfica según método de Pfafstetter



- Político: Es la localización de las fuentes en los mapas de división política. Es necesario contar con información cartográfica actualizada o como mínimo con la carta nacional del IGN a escala 1:100000 (Figura 4).

Figura 4: Modelo de mapa político para localizar las fuentes



- Geográfica: Es la localización de un punto del terreno coincidente con la fuente hídrica mediante el uso de un equipo GPS en el Datum WGS84, con este equipo se registran las coordenadas UTM en el Norte (m), Este (m) y altitud (m), el huso (M, L o K) y la zona (17, 18 o 19). Es indispensable que el equipo GPS a utilizarse permita la creación de mapas personalizados en base a la cartografía digital de IGN (Figura 5 y 6).



Figura 5: Navegador GPS



Figura 6: Puntos de localización de las fuentes de agua con el GPS

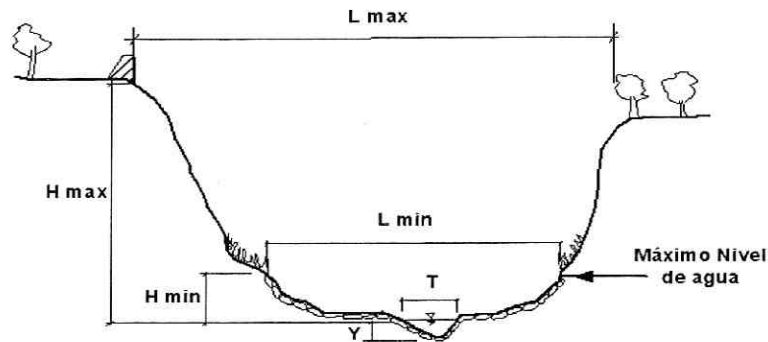
Fuente	Localización	Gráfica
Río/quebrada	Se afora en la desembocadura o confluencia de quebradas y/o ríos (parte baja)	
Laguna/presa	En la boquilla de la laguna	
Manantial	Tomar en la ubicación de la naciente	



3.1.3 Dimensionamiento de las características de la fuente hídrica

- Río o Quebrada: Consiste en medir las dimensiones del cauce de la quebrada y/o río. Las dimensiones de la sección en el terreno natural varían de acuerdo a los niveles de agua; en la Figura 7, se muestran los datos a medir; asimismo se debe, tomar fotografías de la sección del cauce, con alguna baliza referencial.

Figura 7: Sección típica de un cauce



Donde:

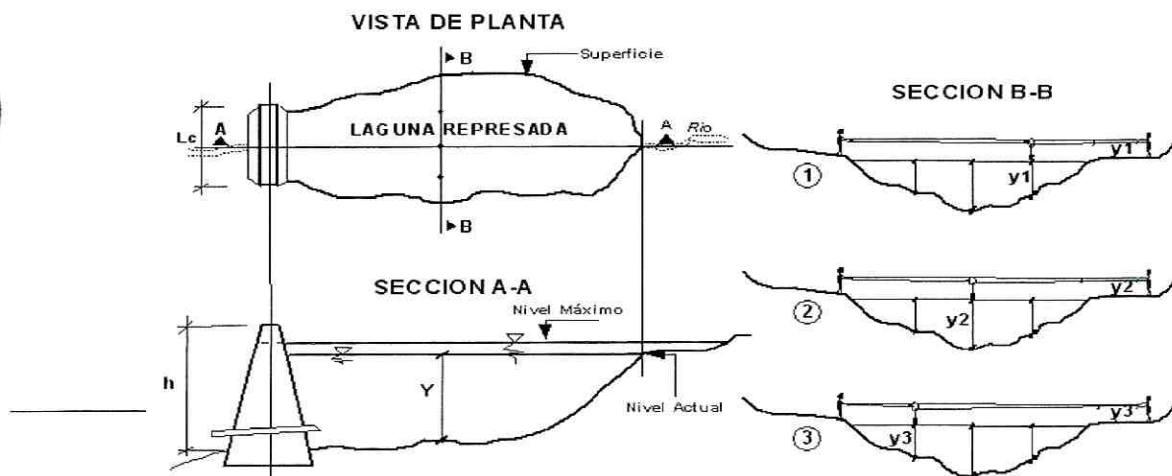
- L mínimo (m): Ancho de cauce mínimo, según nivel de agua en época de máxima avenida.
- L máximo (m): Ancho de cauce máximo en formación natural, producido por socavamiento y/o por cárcava.
- T (m): Ancho del espejo de agua según flujo actual.
- H mínimo (m): Altura de cauce mínima.
- H máximo (m): Altura de cauce máxima.
- Y (m): Profundidad promedio del nivel de agua.

- Lagunas: Consiste en medir la geometría del vaso de la laguna (dique natural o construida) para estimar su volumen de almacenamiento.
- Laguna Represada: Consiste en medir la geometría del vaso, las dimensiones de la geometría del dique e indicando las estructuras con las que cuenta (aliviaderos y/o compuertas) y sus dimensiones. Se debe complementar con información recopilada de batimetrías efectuadas (en el caso de que existan), como en el caso anterior, se debe tomar fotografías. En caso de estructuras muy grandes, se pueden tomar las características de la presa del operador.

Y según el tipo de construcción de la presa, se definen como:

- Presa rústica: presa construida de forma artesanal, sin un diseño de ingeniería preestablecido, empleando materiales de la zona, como tierra y piedras.
- Presa de concreto: presa construida, empleando como materiales el concreto armado.
- Presa de tierra: presa construida, empleando como material de construcción, tierra compactada con diferentes contenidos de arcilla y grava.
- Presa de mampostería de piedra: presa construida, empleando como material de construcción piedras grandes asentadas y revestido de cemento, en porcentajes establecidos.

Figura 8: Geometría de una laguna a dimensionar



Donde:

- Lc (m): Longitud de la corona o barraje de la presa que es perpendicular al flujo del agua.
- h (m): Altura de presa, medida desde el punto de intersección con el terreno hasta el borde de la corona de la presa.
- Y (m): Profundidad de la laguna correspondiente a la diferencia del nivel promedio entre la superficie libre y el fondo del vaso. Para su determinación se emplea sondas mecánicas y ecosondas, empíricamente cordel estirado de borde a borde con una plomada.

$$\text{Sección B-B; } Y = (y_1 + y_2 + y_3) / 3$$

- A (m²): Área de la Superficie libre de agua o espejo de agua, medida con GPS el perímetro de la laguna y dependiendo de la disponibilidad se puede utilizar imágenes satelitales para estimar el área en lagunas mayores a 5 ha.
- V actual (m³): Almacenamiento actual estimado, cuantificado en referencia a altura de profundidad media de la laguna y corresponde al momento de la toma de dato in situ.

$$V \text{ actual (m}^3\text{)} = A \text{ (m}^2\text{)} * Y \text{ (m)}$$

- V máx. (m³): Almacenamiento Máximo o total, es el volumen medido del vertedero de demasías.
- V útil (m³): Almacenamiento útil volumen aprovechable que resulta de la diferencia del volumen total y el volumen de material sedimentado en el vaso o laguna.
- Manantiales: Sitio en donde aflora agua desde el subsuelo y según la forma como se origina la emanación del agua se debe conducir o encauzar en forma conveniente el paso de las aguas para su medición. Se debe colocar en las observaciones si el afloramiento es puntual o se produce sobre una superficie, en este último caso estimar el área de la superficie sobre la que aflora el agua; la coordenada que se especificará será la del centroide de esta área.

3.1.4 Estimación de caudales

Es el conjunto de operaciones para estimar el caudal de un curso de agua para un nivel (tirante) observado, a partir de un conjunto de aforos.

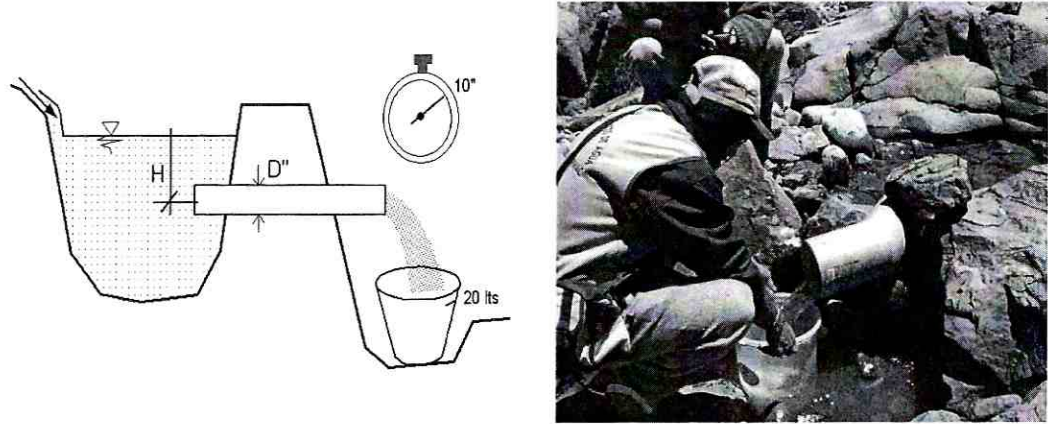
Los métodos de aforo son:

- 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 con 3 repeticiones y se promedia los valores, con el fin de obtener un valor representativo.

Ejemplo: El caudal de 2 l/s corresponde a un volumen del balde de 20 litros con un tiempo que demoró en llenarse de 10 segundos.



Figura 10. Medición de caudales utilizando un balde y un cronometro



En el campo, se puede utilizar el Cuadro 1, para aproximar los caudales máximos según orificios circulares sumergidos con carga de agua (H) conocida, para una tubería en posición horizontal.

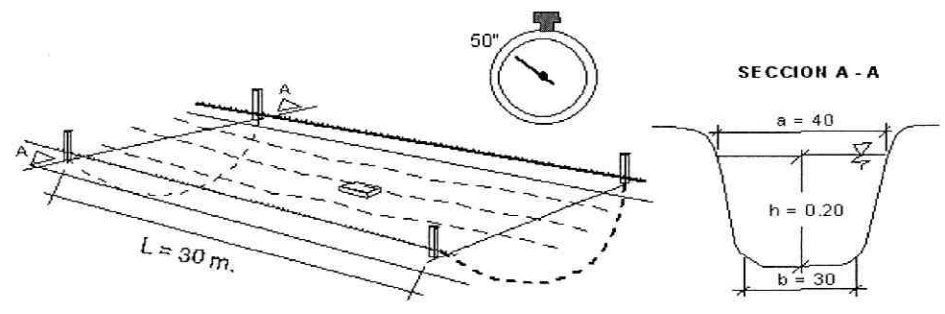
Cuadro 1: Caudales en l/s a través de orificios circulares de diferentes diámetros

Altura H en cm	Diámetro del orificio (D) en pulgadas	
	4"	6"
5	4,9	11,0
10	6,9	15,5

- **Flotador:** Se utiliza este método en canales, donde el agua escurre libremente con sección transversal uniforme. El método tiene sus limitaciones debido a que la velocidad de agua no es uniforme en toda la sección del cauce o canal y los valores que se obtienen son estimativos del caudal pues tienen que multiplicarse por cierto factor de corrección.

En el río o quebrada se elige un tramo que sea lo más cercano a un flujo uniforme, de longitud adecuada teniendo en cuenta la complejidad del cauce, se toma el tiempo que demora el flotador en recorrerla, con el fin de conocer la velocidad que lleva el agua en esa sección. (Figura 11). Como flotador se puede utilizar un trozo de madera o corcho que sea capaz de permanecer en la superficie del agua y se deje arrastrar fácilmente.

Figura 11. Medición de caudal según método de flotador



Donde:

$$\begin{aligned} \text{Velocidad (m/s)} &= \text{largo sección (m)} / \text{tiempo en recorrerla (s)} \\ &= 30 / 50 = 0,60 \text{ m/s} \\ \text{Área de la sección (m}^2\text{)} &= (a + b) * h / 2 \end{aligned}$$



$$= (0,40 + 0,30) * 0,20 / 2$$

$$= 0,07 \text{ m}^2$$

$$\text{Caudal (l/s)} = V * A * (C)$$

$$= 0,60 * 0,07 * (0,85)$$

$$= 35,7 \text{ l/s}$$

Los valores de caudal obtenidos por medio de este método son aproximados, por lo tanto requieren ser reajustados por medio de factores empíricos de corrección (C), que para algunos tipos de canal o lechos de río y tipos de material, a continuación se indican:

Tipos de Arroyo	Factor de Corrección De Velocidad (C)	Precisión
Canal rectangular		
Con lados y lechos lisos	0,85	Buena
Río profundo y lento	0,75	Razonable
Arroyo pequeño de lecho		
Parejo y liso	0,65	Mala
Arroyo rápido y turbulento	0,45	Muy mala
Arroyo muy poco profundo		
De lecho rocoso	0,25	Muy mala.

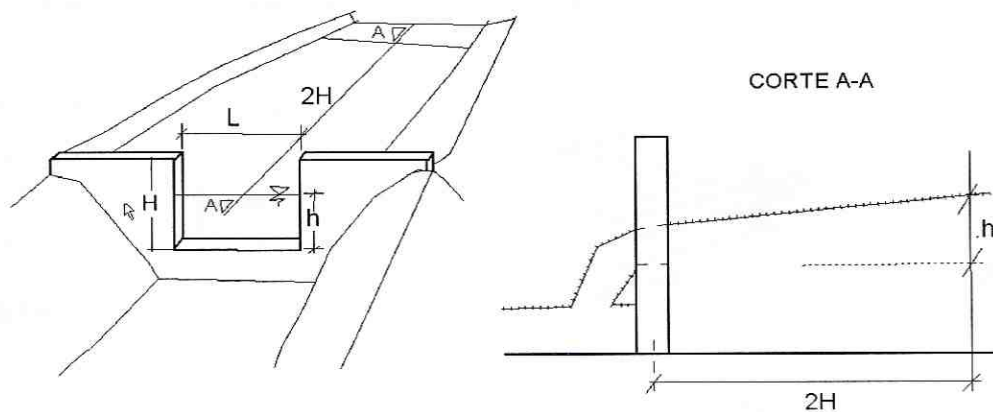
Se recomienda utilizar el método del flotador, para aforos de caudales no menores de $0,250 \text{ m}^3/\text{s}$ ni mayores de $0,900 \text{ m}^3/\text{s}$.

Una variante de este método, es la determinación de la velocidad a distintas profundidades con "molinete hidráulico" o correntómetro.

- **Vertedor:** Es una estructura de medición de mayor precisión y según la sección por donde vierte el flujo se clasifican en rectangular, triangular y trapezoidal.

El vertedor rectangular (Figura 12) es el más utilizado por su fácil construcción y calculo sencillo; y para calcular el caudal (Q) debe de medirse la altura de agua (h) que pasa por la cresta del vertedor (el valor de h se obtiene a una distancia equivalente a 2 a 3 veces la carga máxima del vertedor es decir $2*H$ a $3*H$).

Figura 12. Medición de caudal mediante vertedero rectangular



El cálculo de caudal está dada por:

$$Q = 1,84 (L - 0,2 h) h^{3/2}$$

Donde:



Q = Gasto en m³/s.

L = Largo de la cresta del vertedero en metros.

h = Altura o carga leída en el punto de referencia (en metros).

- **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 del trabajo de campo debe estar en función del rango de velocidades a medir y que se ha estimado encontrar dentro del reconocimiento de campo.

Cada correntómetro debe tener un certificado de calibración en el que figura la fórmula para calcular la velocidad; que son calibrados en laboratorios de hidráulica: cuya fórmula general es la siguiente:

$$v = a * n + b$$

Donde:

v = velocidad del agua (m / s)

n = número de vueltas de la hélice por segundo.

a = paso real de la hélice en metros.

b = velocidad de frotamiento (m/s)

Para obtener la velocidad media de un curso de agua se deben medir la velocidad en dos, tres 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)	Profundidad de lectura del Correntómetro
cm	cm
< 15	d/2
15 < d < 45	0,6
>45	0,2 d y 0,8 d o 0,2, 0,6 d y 0,8 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:

$$Q = A \times V (1)$$

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)

Consideraciones a tenerse en cuenta en la sección de control o aforo de un río:

- 1) El tramo del río que se escoja para medir el agua debe ser recto en una distancia aproximada de 15 a 50 metros, tanto aguas arriba como agua abajo de la estación de aforo. En este tramo recto, no debe confluir ninguna otra corriente de agua.
- 2) La sección de control debe estar ubicada en un tramo en el cual el flujo sea calmado y, por lo tanto, libre de turbulencias, y donde la velocidad de corriente este dentro de un rango que pueda



ser registrado por un correntómetro. Para lo cual debe conocerse muy bien las especificaciones técnicas de los equipos que se emplean.

- 3) El cauce del tramo recto debe estar limpio de malezas o matorrales, de piedras grandes, bancos de arenas, etc. para evitar imprecisiones en las mediciones de agua. Estos obstáculos hacen más imprecisas las mediciones en épocas de estiaje.
- 4) Aguas arriba como aguas abajo, la estación de aforo debe estar libre de la influencia de puentes, presas o cualquier otra construcción que puedan afectar las mediciones.
- 5) El lugar debe ser de fácil acceso para realizar las mediciones.

En un río para determinar el caudal que pasa por una sección transversal, se requiere saber el caudal que pasa por cada una de la subsecciones en que se divide la sección transversal. El procedimiento para determinar este caudal, se describe a continuación con la ayuda de la Figura 13 y del Formato N° 1 para registrar las observaciones y calcular las velocidades y caudales.

1. La sección transversal del río donde se va a realizar el aforo se divide en varias subsecciones, tal como se puede observar en la Figura 13.

El número de subsecciones depende del caudal estimado que podría pasar por la sección: En cada subsección, no debería pasar más del 10% del caudal estimado que pasaría por la sección. Otro criterio es que, en cauces grandes, el número de subsecciones no debe ser menor de 20.

2. El ancho superior de la sección transversal (superficie libre del agua) se divide en tramos iguales, cuya longitud es igual al ancho superior de la sección transversal dividido por el número de subsecciones calculadas
3. En los límites de cada tramo del ancho superior del cauce, se trazan verticales, hasta alcanzar el lecho. La profundidad de cada vertical se puede medir con la misma varilla del correntómetro que está graduada. Las verticales se trazan en el mismo momento en que se van a medir las velocidades.
4. Con el correntómetro se mide la velocidad a dos profundidades en la misma vertical a 0.2 y a 0.8 de la profundidad, para lo cual se toma el tiempo que demora el correntómetro en dar 100 revoluciones y se calcula el número de revoluciones por segundo; con este dato se calcula la velocidad del agua en cada una de las profundidades utilizando la fórmula correspondiente, según el número de revoluciones por segundo (n). En el caso de nuestro ejemplo se emplean las siguientes fórmulas.

$$V = 0,2465n + 0,015 \text{ cuando } n \text{ es } < 0,72$$

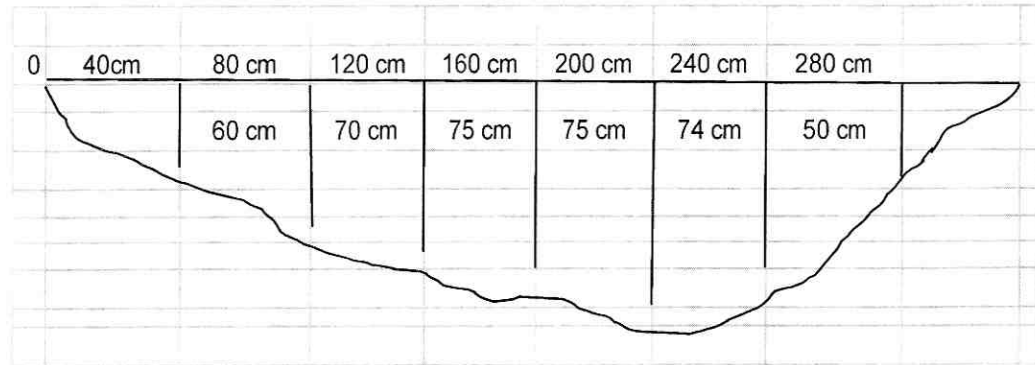
$$V = 0,2690n + 0,006 \text{ cuando } n \text{ es } > \text{ que } 0,72$$

5. Se obtiene la velocidad promedio del agua en cada vertical. La velocidad promedio del agua en cada subsección es el promedio de las velocidades promedio de las verticales, que encierran la subsección.
6. El área de cada subsección se calculará fácilmente considerándola como un paralelogramo cuya base (ancho del tramo) se multiplica por el promedio de las profundidades que delimitan dicha subsección.
7. 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 de agua que pasa por el río es la suma de los caudales que pasan por las subsecciones.



Figura 13. Tramos en que se divide el ancho superior del río, sub divisiones y profundidad de las verticales



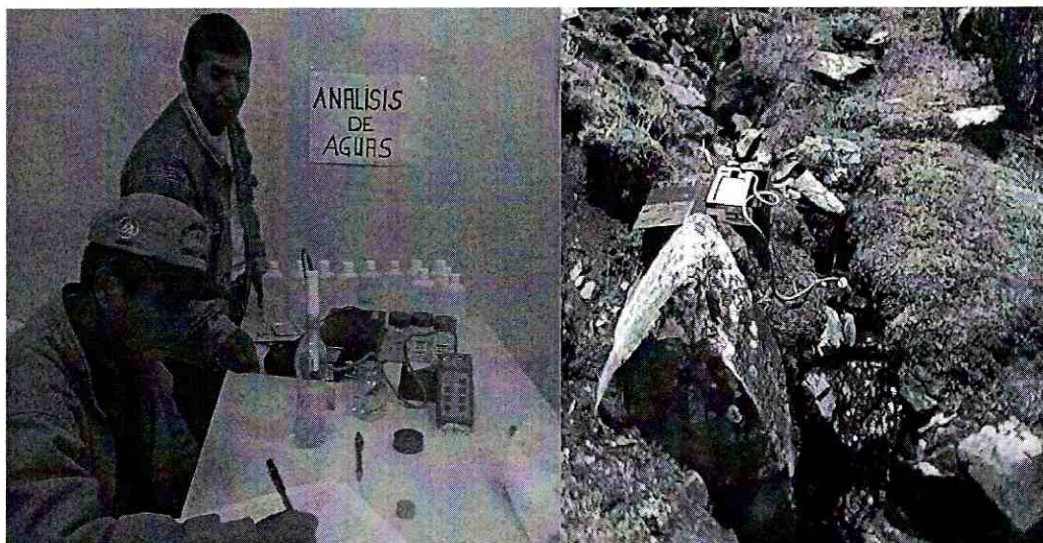
En el Formato 2; «Registro de aforo con correntómetro en estación de aforo», se indican los diferentes elementos para determinar: La profundidad del cauce (columna 1 y 2) a lo ancho de la sección y determinar la profundidad de medición, a partir de este valor, determinamos la profundidad de observación del correntómetro (columnas 3). Luego con él numero de revoluciones se determina la velocidad en el punto (Columna 7) y finalmente la velocidad media (columna 9). El área de la sección se calcula con el ancho y la profundidad (columnas 10 y 11) y el Caudal se calcula a través del producto del área (columna 12) con la velocidad (columna 9). El caudal total es la suma de los caudales parciales.

3.1.5 Medición de la calidad de agua

El presente documento está orientado a la cuantificación y descripción de las fuentes naturales de agua superficial, sin embargo es importante considerar la calidad de estas fuentes debido a sus usos potenciales (primario, poblacional y productivo).

Al respecto se precisa que la Dirección de Gestión de la Calidad de Agua de los Recursos Hídricos viene realizando actividades de monitoreo para determinar la calidad de los cuerpos naturales de agua en el marco del Plan Nacional de Vigilancia y acorde a lo establecido en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial (Resolución Jefatural N°182-2011-ANA).

Figura 14. Medición de calidad de agua con equipo multiparamétrico portátil



3.1.6 Identificación de la clase y tipo de uso del agua

Es necesario conocer los usos actuales del agua por clase y tipo, conforme a lo señalado en la Ley 29338. La fuente hídrica puede tener uso consuntivo (primario, poblacional, pecuario, piscícola, agrícola, industrial, minero, u otro) o no consuntivo (energético u otro).



Las clases de uso, son: primario, poblacional y productivo (artículo 35 de la Ley).

Los tipos de uso productivo del agua son: agrario (pecuario y agrícola), acuícola y pesquero, energético, industrial, medicinal, minero, recreativo, turístico y de transporte (artículo 43° de la Ley).

Se identificará la clase de uso y tipo, por observación directa o por referencia de los pobladores o beneficiarios. En este último caso deberá haber evidencias de que lo manifestado por los pobladores y/o beneficiarios es real.

3.1.7 Identificación del derecho de uso de agua

Según la vigente normatividad en materia de aguas, el derecho de uso de agua, tiene las modalidades de licencia, permiso y autorización.

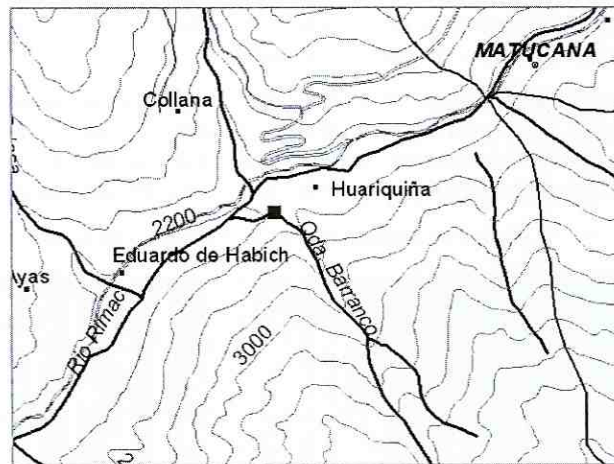
Se debe identificar en el Registro Administrativo de Derechos de Uso de Agua, si existen derechos de uso de agua asociados a la fuente inventariada (esta actividad se realiza antes y después del trabajo de campo).

En los formatos se deberá consignar la clase de derecho de uso de agua asociada a la misma. En caso que en la misma fuente coexistan varias clases de derechos, se señalará la de mayor orden (1. Licencia, 2. Permiso, 3. Autorización de uso de agua).

3.1.8 Croquis de ubicación

Las fuentes hídricas inventariadas deben ubicarse espacialmente; por lo cual las fichas deben mostrar el croquis de ubicación puntual tomando como referencia a los centros poblados, puentes u otros elementos (Figura 15).

Figura 15. Croquis de ubicación en formato digital

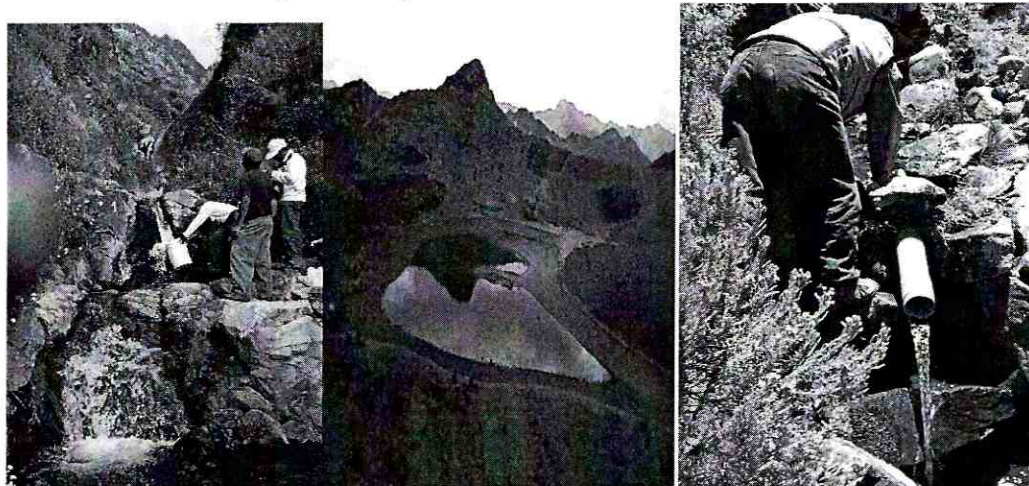


3.1.9 Vista fotográfica

Constituye la información visual de la fuente hídrica inventariada; por lo que es necesario captar la imagen con la mayor claridad y amplitud del espacio natural, procurando también mostrar un elemento referencial, con el objeto de poder estimar visualmente las dimensiones de la fuente (Figura 16), el archivo fotográfico debe almacenarse con el mismo código de la fuente de agua superficial.



Figura 16. Imagen de las fuentes hídricas inventariadas



3.1.10 Observaciones generales

Se deberán anotar aspectos que complementen la información registrada en campo como; otros nombres de las fuentes que son conocidas por los pobladores, estado de obras construidas, propiedad privada que administran, conflictos por el uso del agua, etc.

3.1.11 Responsable de información

Se anotara el nombre completo del personal que conforman el equipo técnico como; el ingeniero responsable, el técnico y el guía; pues son los responsables de la información registrada en la ficha técnica, quienes deberán firmar cada una de las fichas llenadas.

4. Etapa III - Trabajo de Gabinete

4.1 Sistematización del Inventario

Toda la información recopilada y generada durante el inventario, requiere ser almacenado, manipulado y analizado, por lo tanto es necesario estructurarlo dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG) el cual permitirá realizar estas actividades en forma eficiente y rápida. Cada uno de los componentes físicos se organizan como capas independientes, el diseño tanto de la base de datos gráfica como alfanumérica se estructuraran de acuerdo a los requerimientos de la institución.

4.1.1 Especificaciones Técnicas de los Mapas

El nivel de detalle está en función de la escala de la información base disponible, en este caso las fuentes hídricas analizadas fueron definidas utilizando la base de datos cartográfica del IGN a escala 1/100000 y en el sistema de coordenadas UTM (Datum: WGS84). A continuación se muestran las especificaciones técnicas a utilizarse:

- Escalas utilizadas; 1: 50 000, 1: 100 000
- Software utilizado: Software SIG manejador de shapefiles, Excel, Acces, Visual Basic.
- Área de estudio: cuenca hidrográfica
- Unidad mínima espacial de análisis: unidad hidrográfica menor.

4.1.2 Revisión y validación de la información de campo

La información levantada en campo y colocada en las fichas, según sea el caso, son revisadas en gabinete y completadas en lo referente a la ubicación de las fuentes de agua en el sistema, cuenca, sub-cuenca y unidad hidrográfica; luego en base a la cartografía existente, se verifican las coordenadas. Terminada esta revisión, se procede a la digitalización de la información, la cual se comprueba posteriormente a fin de que lo ingresado al sistema informático sea igual a lo levantado en las fichas que contienen la información de campo.

Para el caso específico de la validación de la base datos del IGN se consideró depurar y validar los siguientes datos de campo:

- Nombre del río, quebrada y/o lago



- Coordenadas geográficas de las fuentes
- Ingreso de nuevas fuentes hídricas (coberturas generadas)

4.1.3 Diseño de base de datos

Para definir la base de datos tanto gráfica como alfanumérica se requiere establecer los siguientes ítems:

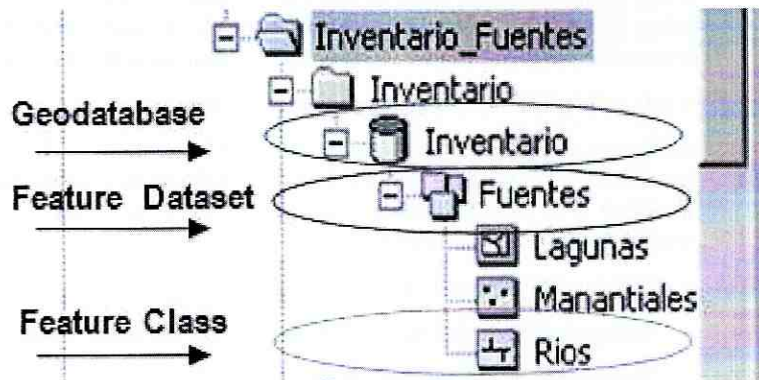
- La estructura de las tablas (Nombre de tabla, número de campos).
- Los campos que conforman las tablas (Nombre, tipo, tamaño y observación).
- Los tipos de datos de los campos (texto, numérico, alfanumérico, fecha).

En los formatos 8, 9, 10, 11 y 12 del Anexo B se muestran los atributos y tipo de información que se encuentran enlazadas a la parte gráfica, es decir cada cobertura (*Feature Class*) será descrita por una tabla de atributos en donde se define el tipo de dato, ancho y contenido de los campos.

El Sistema de Información Geográfica para el Inventario de las Fuentes de Agua Superficial, se realizara mediante el empleo del programa informático Arcgis 9.X o superior, bajo la estructura propia que maneja este paquete; la cual se basa en la creación de una *Geodatabase* que es una estructura que permite la creación, manejo y almacenamiento de datos georeferenciados así como el manejo de base de datos; dentro de los *Geodatabase* se crean los *Feature Dataset* los mismos que agrupan a las coberturas o *layers* que tengan características iguales, es decir, que se encuentren en el mismo sistema de referencia, así como dentro de la misma área de estudio (coordenadas máximas y mínimas) y finalmente, dentro del *Feature Dataset* se ubican las coberturas correspondientes a puntos, líneas y polígonos denominados *Feature Class*.

De acuerdo a la estructura mencionada la información recopilada y generada para el Estudio, será almacenado por ejemplo en una carpeta denominada "Inventario" y está estructurada de la siguiente manera: (ver Figura 17).

Figura N° 17 Estructura de datos del ArcView 9.2

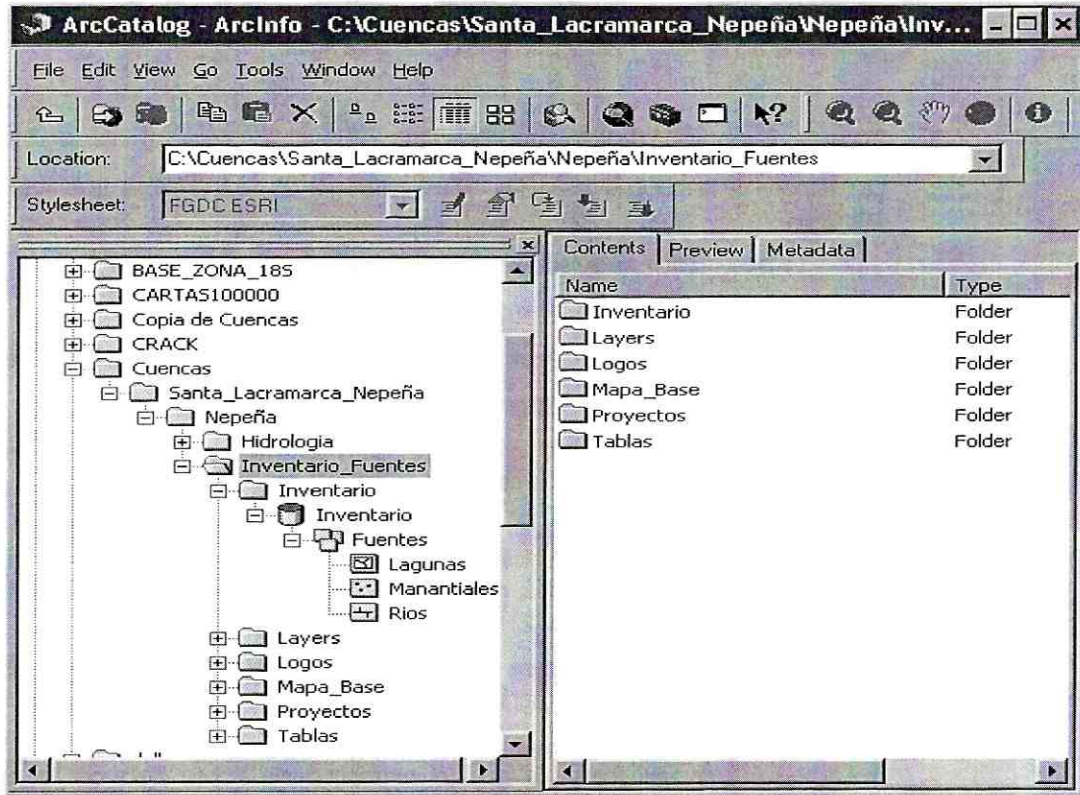


4.1.4 Estructura general de los archivos generados

Crear carpetas para cada tipo de información generada dentro del inventario, lo que a su vez determina el nombre de cada una de ellas. Por ejemplo: la carpeta denominada "Inventario_Fuentes", la misma que fue creada en el directorio raíz C:\Cuencas\ Santa _Lacramarca_ Nepeñal Nepeñal\Inventario_Fuentes, está estructurada de la siguiente manera:



Figura N° 18 Estructura de carpetas o folders del Inventario del Recurso Hídrico



CARPETA	INFORMACION
Inventario	Contiene el Geodatabase: Inventario
Layers	Contiene los archivos lyr correspondientes a los atributos gráficos (símbolo, color, tamaño) de los elementos que forman parte de los documentos cartográficos finales
Logos	Contiene los logos en formato .jpg y bmp de las instituciones que ejecutan el proyecto
Mapa_Base	Contiene los archivos shp correspondientes a la información base del IGN, coberturas temáticas, ubicación, mapa del Peru, etc.
Proyectos	Contiene los archivos mxd correspondiente a cada documento cartográfico final, agrupados de acuerdo a las diferentes temáticas tratadas en el proyecto.
Tablas	Contiene los archivos en formato Excel correspondiente a las fichas del inventario, cuadros resúmenes de la información temática a nivel de cuenca, cuadro de ubicación de punto de interés, ubicación de las estaciones hidrométricas y meteorológicas.

4.1.5 Resultados

Las fuentes de agua inventariadas serán ubicadas utilizando como base cartográfica la elaborada por el IGN y caracterizadas en base a los resultados de la información recopilada en campo. Los resultados se detallarán a través de gráficos y cuadros concisos que irán en el cuerpo de la memoria del inventario.

Las coberturas del inventario una vez incorporadas en un SIG, se interceptarán con otras coberturas, como límites provinciales, unidades hidrográficas, entre otras; generando reportes y cuadros resúmenes de los resultados del inventario que proporcionarán una información más detallada y completa para la presentación de los mapas temáticos finales del proyecto.

Respecto a las fuentes de agua existentes pero que carecen de nombre registrado por el IGN, tal como se indica en ítem 2.1.1, deben ser incluidas en la cartografía resultante del inventario.

Las especificaciones de los mapas resultantes por ejemplo: escala, sistema de referencia, unidad de análisis, formato de salida, etc., se encuentran detallados en el ítem 3.1.1. La información generada debe ser sistematizada en un sistema de información geográfica (SIG), y estructurada de acuerdo a los



requerimientos del proyecto, la información actualizada sobre las fuentes de agua superficiales servirá como una herramienta para facilitar la toma de decisiones en el ámbito de la cuenca de las Autoridades Administrativas de Agua y Administraciones Locales de Agua.

5. Etapa IV - Elaboración de la Memoria Descriptiva.

La redacción de la memoria descriptiva deberá considerar las características de formato y presentación siguientes:

- La presentación del expediente se hará preferentemente de la siguiente forma:

Volumen 01: Memoria Principal (Incluye Resumen Ejecutivo)

Volumen 02: Anexos (Cuadros, Fotos, Esquemas Fluviales, Fichas de campo, etc.)

Volumen 03: Mapas Temáticos del Inventario

- Cada uno de los Anexos serán diferenciados con hojas separadoras, conservando el orden especificado en el índice del contenido del expediente.
- Los mapas serán impresos en formatos y escalas que permitan la apreciación de los detalles del inventario, así como la ubicación de las fuentes referidas a elementos físicos circundantes (caminos, centros poblados, ríos, etc.), asimismo los mapas se adecuarán al formato A4 (a menor detalle, como parte del texto principal).
- La memoria del inventario de fuentes de agua superficial estará visada en cada página, por el profesional responsable y será remitido oficialmente en originales al ALA y dos copias a la sede central de la ANA.

La presentación final deberá de incluir el correspondiente archivo digital con las extensiones que permitan realizar las respectivas ediciones de texto, cuadros y gráficos, y base de datos espacial (geodatabases).

El contenido del documento técnico o memoria final del inventario de fuentes de agua, sin ser limitativo, es el que se presenta a continuación:

Resumen Ejecutivo

Capítulo I. Aspectos Generales

Capítulo II. Descripción de la Cuenca

Capítulo III. Inventario de Fuentes de Agua Superficial

Capítulo IV. Conclusiones y Recomendaciones



FORMATOS

FORMATO 1

FICHA DE CAMPO DEL INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL

A. DATOS GENERALES

TIPO DE FUENTE: (1)	<input type="text"/>	FECHA	<input type="text"/> dd <input type="text"/> mm <input type="text"/> aaa
NOMBRE DE LA FUENTE	<input type="text"/>	CODIGO PFAFSTETTER CUENCA (Nivel)	<input type="text"/> 8 <input type="text"/> 7 <input type="text"/> 6 <input type="text"/> 5 <input type="text"/> 4 <input type="text"/> 3 <input type="text"/> 2 <input type="text"/> 1
CUENCA	<input type="text"/>	CODIGO DE LA FUENTE INVENTARADA	<input type="text"/>
ALA	<input type="text"/>		

(1) Tipo de fuente: R=Río, Q=Quebrada, L=Lagunas, LR=Lagunas represadas, Bo=Bofedales, M=Manantiales

B. UBICACIÓN POLÍTICA

CENTRO POBLADO MENOR	<input type="text"/>	PROVINCIA	<input type="text"/>
DISTRITO	<input type="text"/>	DEPARTAMENTO	<input type="text"/>

C. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

ZONIFICACION UTM (HUSO)	<input type="text"/>	CAMINO PEATONAL	<input type="text"/>
Para lagunas, manantiales, bofedales y represas, el punto de descarga Para ríos, el punto de desembocadura COORDENADA UTM NORTE Y (m)	<input type="text"/>	CARRETERA SIN AFIRMAR	<input type="text"/>
COORDENADA UTM ESTE X (m)	<input type="text"/>	CARRETERA AFIRMADA	<input type="text"/>
ALTITUD (msnm)	<input type="text"/>	NO EXISTE	<input type="text"/>
* Solo en el caso de ríos, el punto de nacimiento COORDENADA UTM NORTE Y (m)	<input type="text"/>		
COORDENADA UTM ESTE X (m)	<input type="text"/>		
ALTITUD (msnm)	<input type="text"/>		

E. CARACTERÍSTICAS DE LAGUNA/PRESA

AREA DE SUPERFICIE LIBRE DE AGUA (m2)	<input type="text"/>	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	<input type="text"/>	CAUDAL DE SALIDA (l/s)	<input type="text"/>
ALTURA DE PRESA (m)	<input type="text"/>	LONGITUD DE CORONA (m)	<input type="text"/>	TIPO DE AFORO (3)	<input type="text"/>
ALMACENAMIENTO MAXIMO (Hm3)	<input type="text"/>	ALMACENAMIENTO UTIL (Hm3)	<input type="text"/>	Lugar de aforo	<input type="text"/>
TIPO DE PRESA (2)	<input type="text"/>			COORDENADA UTM NORTE Y (m)	<input type="text"/>
				COORDENADA UTM ESTE X (m)	<input type="text"/>
				ALTITUD (msnm)	<input type="text"/>

(2) Tipo de presa: Ru=Rústica, C=Concreto, T=Tierra, M=Mampostería

F. CARACTERÍSTICAS DE MANANTIALES/BOFEDALES

(marcar con x)		CAUDAL DE SALIDA (l/s)	<input type="text"/>
CAUDAL PERMANENTE	<input type="checkbox"/>	TIPO DE AFORO (3)	<input type="text"/>
SIN OBRA DE TOMA	<input type="checkbox"/>	Lugar de aforo	<input type="text"/>
SALIDA A CANAL DE CONDUCCION	<input type="checkbox"/>	COORDENADA UTM NORTE Y (m)	<input type="text"/>
TOMA RUSTICA	<input type="checkbox"/>	COORDENADA UTM ESTE X (m)	<input type="text"/>
		ALTITUD (msnm)	<input type="text"/>

G. CARACTERÍSTICAS DE RIQUEBRADA

ANCHO DE CAUCE	MINIMO (m)	<input type="text"/>	MAXIMO	<input type="text"/>	CAUDAL AFORADO (l/s)	<input type="text"/>
ALTURA DE CAUCE	MINIMO (m)	<input type="text"/>	MAXIMO	<input type="text"/>	TIPO DE AFORO (3)	<input type="text"/>
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE PUNTO DE AFORO (UTM)					Frecuencia de caudal	
Lugar de aforo					CONTINUO	<input type="checkbox"/>
COORDENADA UTM NORTE Y (m)		<input type="text"/>			ESPORADICO	<input type="checkbox"/>
COORDENADA UTM ESTE X (m)		<input type="text"/>				
ALTITUD (msnm)		<input type="text"/>				

(3) Método de aforo: Vo=Volumetrico, F=Flotador, Ve=Vertedero, C=Correntometro

Nota: los recuadros de coordenadas UTM deben rellenarse con numeros enteros, sin decimales
 : los recuadros de ubicación y denominaciones deben ser llenados con nombres completos
 : los recuadros de mediciones que indican datos numericos deben considerar como minimo dos decimales.



H. CALIDAD FISICA DEL AGUA

pH	<input type="text"/>	CONDUCTIVIDAD (mS/cm)	<input type="text"/>	TIPO DE EQUIPO (Marca)	
SALES TOTALES (ppm)	<input type="text"/>	TEMPERATURA (°C)	<input type="text"/>	TIPO DE AFORO	<input type="text"/>
COLOR	<input type="text"/>				

I. TIPO Y DERECHO DE USO

CLASE DE USO (4)	<input type="text"/>	CLASES DE USO (4)	<input type="text"/>	CLASES DE USO (4)	<input type="text"/>
TIPO DE USO (5)	<input type="text"/>	TIPO DE USO (5)	<input type="text"/>	TIPO DE USO (5)	<input type="text"/>
CLASES DE DERECHO (6)	<input type="text"/>	CLASES DE DERECHO (6)	<input type="text"/>	CLASES DE DERECHO (6)	<input type="text"/>
CONFLICTOS (7)	<input type="text"/>	CONFLICTOS (7)	<input type="text"/>	CONFLICTOS (7)	<input type="text"/>

(4) Clase de uso: P=Primario, Po=Poblaciones, Pr=Productivo

(5) Tipo de uso productivo: A=agrario, AP=acuicola y pesquero, E=energetico, I=industrial, M=medicinal, Mi=minero, R=recreativo, T=turistico, O=otros.

(6) Clase de derechos: L=Licencia, P=Permiso, A=Autorizacion

(7) Tipo de conflictos por uso del agua: N=No, E=Escasez, Co=Contaminacion

OBSERVACIONES	
CROQUIS	FOTOGRAFIA
TECNICO RESPONSABLE (Nombre, Apellidos, Firma)	
INGENIERO RESPONSABLE (Nombre, Apellidos, Firma)	



FORMATO 2

AFORO CON CORRENTÓMETRO

Instrumento: OTT N°12170 Hélice N°1
 $v = 0,2465 n + 0,015$ si $n < 0,72$
 $v = 0,2590 n + 0,006$ si $n > 0,72$

Estación de Aforo :
 Observador :
 Fecha :

OBSERVACIONES										CALCULOS						
Distancia (m)	Profundidad (cm)	Profundidad de lectura (cm)	Revol. (nr)	Tiempo (s)	N (rev/s)	Punto (m)	Velocidad (m)	Media (m)	Ancho (m)	Prof. Media (m)	Area (m2)	Caudal (m3/s)				
0.00	0															
0.40	60	12	100	56	1.7857	0.469		0.239	0.40	0.300	0.12	0.029				
		48	100	54	1.8519	0.486	0.477									
0.80	70	14	100	50	2.0000	0.524		0.496	0.40	0.650	0.26	0.129				
		56	100	52	1.9231	0.504	0.514									
1.20	75	15	100	44	2.2727	0.595		0.542	0.40	0.725	0.29	0.157				
		60	100	48	2.0833	0.546	0.570									
1.60	75	15	100	40	2.5000	0.654		0.594	0.40	0.750	0.3	0.178				
		60	100	45	2.2222	0.582	0.618									
2.00	74	14.8	100	43	2.3256	0.608		0.592	0.40	0.745	0.298	0.176				
		59.2	100	50	2.0000	0.524	0.566									
2.40	10	14	100	56	1.7857	0.469		0.494	0.40	0.420	0.168	0.083				
		56	100	70	1.4286	0.376	0.422									
2.80	0							0.211	0.40	0.050	0.02	0.004				
												0.756				

Profundidad de lectura con el correntómetro 0,2 y 0,8 de la profundidad medida a partir de la superficie del agua





FORMATO 4

DIRECCION DE CONSERVACION Y PLANEAMIENTO DE RECURSOS HIDRICOS
 AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA
 ADMINISTRACION LOCAL DE AGUA

**INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL
 MANANTIALES**

CUENCA : SUBCUENCA :

CÓDIGO DE UNIDAD HIDROGRÁFICA :

N°	NOMBRE DEL MANANTIAL	CÓDIGO DE FUENTE	GEOGRÁFICA			UBICACION			CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES			TIPO DE USO	CLASE DE DERECHO	FECHA DE INVENT.	CONFLICTOS	OBSERVACIONES	
			UTM NORTE (m)	UTM ESTE (m)	ALTITUD (m.s.n.m.)	DPTO.	PROV.	DISTRITO	LUGAR	TIPO DE OBRA DE TOMA	AFORADO (l/s)						CAUDAL

FORMATO 8

BASE DE DATOS PARA LAGUNAS

1 Nombre del Río/Quebrada y Código de la Fuente					
N°	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
1	CODIGO DE FUENTE	carácter	COD_FUE	C(20)	Código generado de acuerdo a Pfafstetter
2	NOMBRE DE LA FUENTE	carácter	NOM_FUE	C(40)	Nombre de laguna
3	TIPO DE FUENTE	carácter	TIPO_FUE	C(5)	Tipo de fuente: L = Laguna
2 Ubicación Geográfica					
N°	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
4	CENTRO POBLADO MENOR	carácter	CENT_POB	C(40)	Centro poblado menor, comunidad o caserío
5	DISTRITO	carácter	DIST	C(30)	Nombre del distrito al que pertenece
6	PROVINCIA	carácter	PROV	C(30)	Nombre de la provincia al que pertenece
7	DEPARTAMENTO	carácter	DEPART	C(30)	Nombre del departamento al que pertenece
8	CUENCA	carácter	CUENCA	C(30)	Unidad hidrográfica a la que pertenece
9	UTM NORTE	número entero	NORTE	N(11)	Coordenada Norte UTM del punto de descarga
10	UTM ESTE	número entero	ESTE	N(11)	Coordenada Este UTM del punto de descarga
11	ALTITUD	número entero	ALTITUD	N(11)	Altura sobre el nivel del mar del punto de descarga
12	ACCESIBILIDAD	carácter	ACCESO	C(30)	Tipo de acceso: peatonal, carretera o sin acceso.
3 Características Principales					
N°	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
13	ESPEJO DE AGUA	número decimal	ESPEJO	N(10, 2)	Area aproximada de la laguna en kilómetros cuadrados Km2
14	PROFUNDIDAD APROXIMADA	número decimal	PROF_LAGUNA	N(3, 2)	Profundidad aproximada de la laguna en metros
15	CAUDAL AFORADO	número decimal	CAUDAL	N(20, 2)	Caudal de salida en l/s
16	METODO DE AFORO	carácter	MET_AFORO	C(5)	Método: Vo=Volumetrico, F=Flotador, Ve=Vertedero, C=Correntometro
4 Tipo de Uso, Derecho de Uso, Fecha del Inventario, Observaciones					
N°	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
17	CLASE DE USO	carácter	CLASE_USO	C(5)	Tipo de uso: P=Primario, Po=PoblacionesI, Pr=Productivo
18	TIPO DE USO	carácter	TIPO_USO	C(5)	A=agrario, A/P=acuicola y pesquero, E=energetico, I=Industrial, M=medicinal, Mi=minero, R=recreativo, T=turístico, O=otros.
19	CLASE DE DERECHO	carácter	DEREC_USO	C(5)	Clase de derechos: L=Licencia, P=Permiso, A=Autorizacion
20	FECHA DE INVENTARIO	carácter	FECHA_INVENT	C(12)	Fecha del inventario: día,mes, año
21	CONFLICTOS	carácter	CONFLIC	C(5)	Tipo de conflictos por uso del agua: N= No, E=Escasez, Co=Contaminacion



FORMATO 9

BASE DE DATOS PARA LAGUNAS REPESADAS					
1 Nombre del Río/Quebrada y Código de la Fuente					
Nº	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
1	CODIGO DE FUENTE	carácter	COD_FUE	C(20)	Código generado de acuerdo a Pfafstetter
2	NOMBRE DE LA FUENTE	carácter	NOM_FUE	C(40)	Nombre de laguna represada
3	TIPO DE FUENTE	carácter	TIPO_FUE	C(5)	Tipo de fuente: LR = Laguna represada o represa
2 Ubicación Geográfica					
Nº	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
4	CENTRO POBLADO MENOR	carácter	CENT_POB	C(40)	Centro poblado menor, comunidad o caserío
5	DISTRITO	carácter	DIST	C(30)	Nombre del distrito al que pertenece
6	PROVINCIA	carácter	PROV	C(30)	Nombre de la provincia al que pertenece
7	DEPARTAMENTO	carácter	DEPART	C(30)	Nombre del departamento al que pertenece
8	CUENCA	carácter	CUENCA	C(30)	Unidad hidrográfica a la que pertenece
9	UTM NORTE	número entero	NORTE	N(11)	Coordenada Norte UTM del punto de descarga
10	UTM ESTE	número entero	ESTE	N(11)	Coordenada Este UTM del punto de descarga
11	ALTITUD	número entero	ALTITUD	N(11)	Altura sobre el nivel del mar del punto de descarga
12	ACCESIBILIDAD	carácter	ACCESO	C(30)	Tipo de acceso: peatonal, carretera o sin acceso.
3 Características Principales					
Nº	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
13	ESPEJO DE AGUA	número decimal	ESPEJO	N(10, 2)	Área aproximada de la laguna en kilómetros cuadrados Km ²
14	PROFUNDIDAD APROXIMADA	número decimal	PROF_LAGUNA	N(3, 2)	Profundidad aproximada de la laguna en metros
15	TIPO DE PRESA	carácter	TIPO_PRESA	C(5)	Tipo de presa: Ru=Rústica, C=Concreto, T=Tierra, M=Mampostería
16	ALTURA DE PRESA	número decimal	ALT_PRESA	N(8, 2)	Altura de la presa en metros
17	LONGITUD DE CORONA	número decimal	LONG_COR	N(8, 2)	Longitud de corona de la presa en metros
18	VOLUMEN TOTAL	número decimal	VOL_TOTAL	N(20, 2)	Volumen en Hectómetros (Hm ³)
19	VOLUMEN UTIL	número decimal	VOL_UTIL	N(20, 2)	Volumen en Hectómetros (Hm ³)
20	CAUDAL AFORADO	número decimal	CAUDAL	N(20, 2)	Caudal de salida en l/s
21	METODO DE AFORO	carácter	MET_AFORO	C(5)	Método: Vo=Volumetrico, F=Flotador, Ve=Vertedero, C=Correntometro
4 Tipo de Uso, Derecho de Uso, Fecha del Inventario, Observaciones					
Nº	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
22	CLASE DE USO	carácter	CLASE_USO	C(5)	Tipo de uso: P=Primario, Po=Poblaciones, Pr=Productivo
23	TIPO DE USO	carácter	TIPO_USO	C(5)	A=agrario, A/P=acuicola y pesquero, E=energetico, I=Industrial, M=medicinal, Mi=minero, R=recreativo, T=turistico, O=otros.
24	CLASE DE DERECHO	carácter	DEREC_USO	C(5)	Clase de derechos: L=Licencia, P=Permiso, A=Autorizacion
25	FECHA DE INVENTARIO	carácter	FECHA_INVENT	C(12)	Fecha del inventario: dia,mes, año
26	CONFLICTOS	carácter	CONFLIC	C(5)	Tipo de conflictos por uso del agua: N= No, E=Escasez, Co=Contaminacion



FORMATO 10

BASE DE DATOS PARA MANANTIALES					
1 Nombre del Río/Quebrada y Código de la Fuente					
N°	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
1	CODIGO DE FUENTE	carácter	COD_FUE	C(20)	Código generado de acuerdo a Pfafstetter
2	NOMBRE DE LA FUENTE	carácter	NOM_FUE	C(40)	Nombre del manantial o puquio
3	TIPO DE FUENTE	carácter	TIPO_FUE	C(5)	Tipo de fuente: M = Manantial
2 Ubicación Geográfica					
N°	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
4	CENTRO POBLADO MENOR	carácter	CENT_POB	C(40)	Centro poblado menor, comunidad o caserío
5	DISTRITO	carácter	DIST	C(40)	Nombre del distrito al que pertenece
6	PROVINCIA	carácter	PROV	C(30)	Nombre de la provincia al que pertenece
7	DEPARTAMENTO	carácter	DEPART	C(30)	Nombre del departamento al que pertenece
8	CUENCA	carácter	CUENCA	C(30)	Unidad hidrográfica a la que pertenece
9	UTM NORTE	número entero	NORTE	N(11)	Coordenada Norte UTM del punto de descarga
10	UTM ESTE	número entero	ESTE	N(11)	Coordenada Este UTM del punto de descarga
11	ALTITUD	número entero	ALTITUD	N(11)	Altura sobre el nivel del mar del punto de descarga
12	ACCESIBILIDAD	carácter	ACCESO	C(30)	Tipo de acceso: peatonal, carretera o sin acceso.
3 Características Principales					
N°	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
13	CAUDAL AFORADO	número decimal	CAUDAL	N(20, 2)	Caudal de salida en l/s
14	METODO DE AFORO	carácter	MET_AFORO	C(5)	Método: Vo=Volumetrico, F=Flotador, Ve=Vertedero, C=Correntometro
15	CAUDAL CARACTERISTICO	carácter	CAUDAL_C	C(15)	Caudal característico. Permanente o intermitente
16	ESTRUCTURA CAPTACION	carácter	CAPTA	C(15)	Tipo de captación: toma concreto, rustica o sin toma
4 Tipo de Uso, Derecho de Uso, Fecha del Inventario, Observaciones					
N°	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
17	CLASE DE USO	carácter	CLASE_USO	C(5)	Tipo de uso: P=Primario, Po=Poblacionesl, Pr=Productivo
18	TIPO DE USO	carácter	TIPO_USO	C(5)	A=agrario, A/P=acuicola y pesquero, E=energetico, I=industrial, M=medicinal, M=minero, R=recreativo, T=turístico, O=otros.
19	CLASE DE DERECHO	carácter	DEREC_USO	C(5)	Clase de derechos: L=Licencia, P=Permiso, A=Autorizacion
20	FECHA DE INVENTARIO	carácter	FECHA_INVENT	C(12)	Fecha del inventario: dia,mes, año
21	CONFLICTOS	carácter	CONFLIC	C(5)	Tipo de conflictos por uso del agua: N= No, E=Escasez, Co=Contaminacion



FORMATO 11

BASE DE DATOS PARA BOFEDALES

1 Nombre del Río/Quebrada y Código de la Fuente					
Nº	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
1	CODIGO DE FUENTE	carácter	COD_FUE	C(20)	Código generado de acuerdo a Pfafstetter
2	NOMBRE DE LA FUENTE	carácter	NOM_FUE	C(40)	Nombre de laguna
3	TIPO DE FUENTE	carácter	TIPO_FUE	C(5)	Tipo de fuente: Bo = Bofedal
2 Ubicación Geográfica					
Nº	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
4	CENTRO POBLADO MENOR	carácter	CENT_POB	C(40)	Centro poblado menor, comunidad o caserío
5	DISTRITO	carácter	DIST	C(30)	Nombre del distrito al que pertenece
6	PROVINCIA	carácter	PROV	C(30)	Nombre de la provincia al que pertenece
7	DEPARTAMENTO	carácter	DEPART	C(30)	Nombre del departamento al que pertenece
8	CUENCA	carácter	CUENCA	C(30)	Unidad hidrográfica a la que pertenece
9	UTM NORTE	número entero	NORTE	N(11)	Coordenada Norte UTM del punto de descarga
10	UTM ESTE	número entero	ESTE	N(11)	Coordenada Este UTM del punto de descarga
11	ALTITUD	número entero	ALTITUD	N(11)	Altura sobre el nivel del mar del punto de descarga
12	ACCESIBILIDAD	carácter	ACCESO	C(30)	Tipo de acceso: peatonal, carretera o sin acceso.
3 Características Principales					
Nº	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
13	AREA	número decimal	AREA	N(10, 2)	Area aproximada del bofedal en kilómetros cuadrados Km2
14	PERIMETRO	número decimal	PERIM	N(10, 2)	Longitud aproximada del contorno del bofedal en kilómetros
15	CAUDAL DE INGRESO	número decimal	CAUDAL_I	N(20, 2)	Caudal de ingreso en Vs
16	CAUDAL DE SALIDA	número decimal	CAUDAL_S	N(20, 2)	Caudal de salida en Vs
17	METODO DE AFORO	carácter	MET_AFORO	C(5)	Método: Vo=Volumetrico, F=Flotador, Ve=Vertedero, C=Correntometro
18	CAUDAL CARACTERISTICO	carácter	CAUDAL_C	C(15)	Caudal característico. Permanente o intermitente
19	ESTRUCTURA CAPTACION	carácter	CAPTA	C(15)	Tipo de captacion: toma concreto, rustica o sin toma
4 Tipo de Uso, Derecho de Uso, Fecha del Inventario, Observaciones					
Nº	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
20	CLASE DE USO	carácter	CLASE_USO	C(5)	Tipo de uso: P=Primario, Po=PoblacionesI, Pr=Productivo
21	TIPO DE USO	carácter	TIPO_USO	C(5)	A=agrario, A/P=acuicola y pesquero, E=energetico, I=industrial, M=medicinal, Mi=minero, R=recreativo, T=turistico, O=otros.
22	CLASE DE DERECHO	carácter	DEREC_USO	C(5)	Clase de derechos: L=Licencia, P=Permiso, A=Autorizacion
23	FECHA DE INVENTARIO	carácter	FECHA_INVENT	C(12)	Fecha del inventario: dia,mes, año
24	CONFLICTOS	carácter	CONFLIC	C(5)	Tipo de conflictos por uso del agua: N= No, E=Escasez, Co=Contaminacion



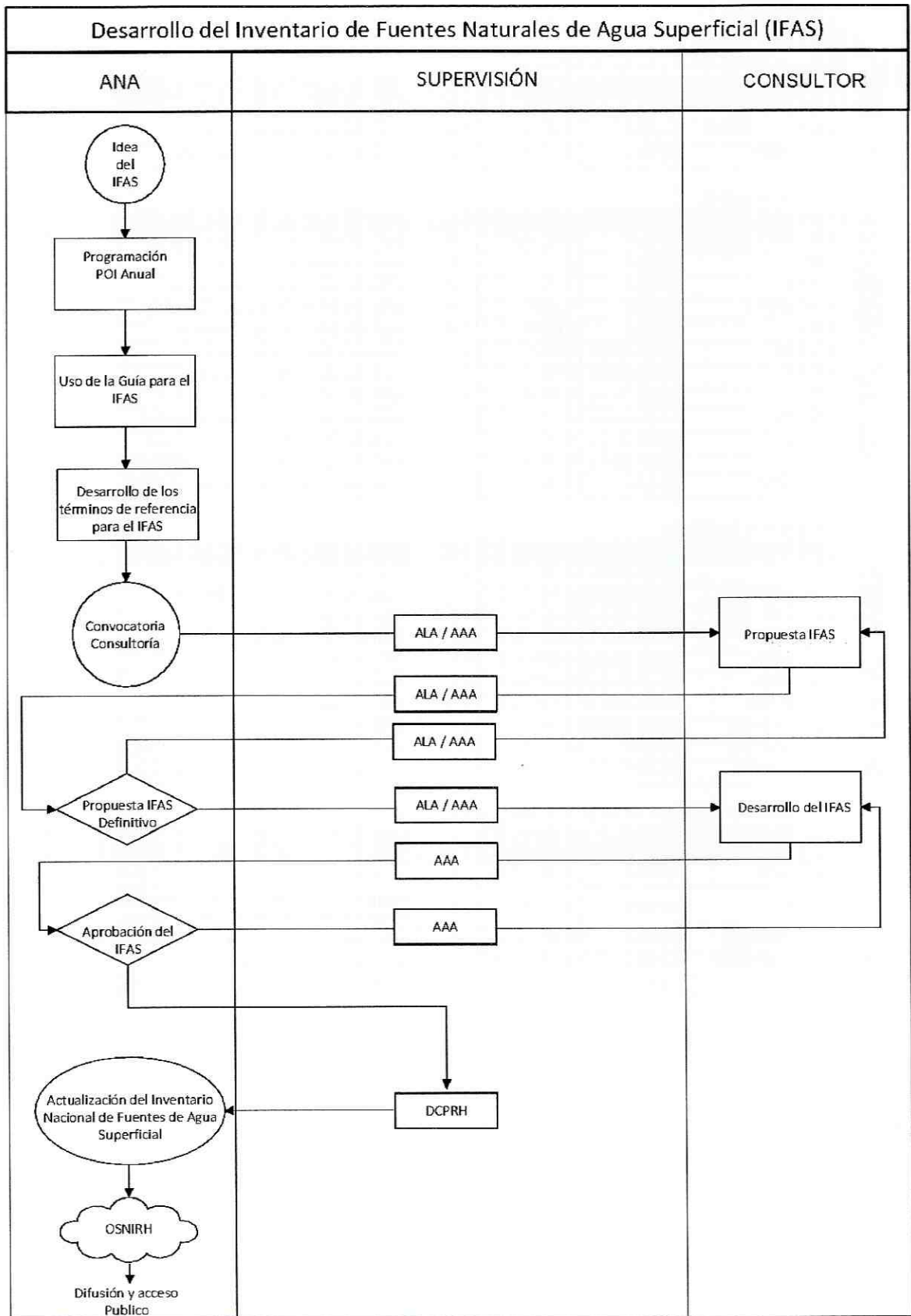
FORMATO 12

BASE DE DATOS PARA RIOS Y QUEBRADAS					
1 Nombre del Río/Quebrada y Código de la Fuente					
N°	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
1	CODIGO DE FUENTE	carácter	COD_FUE	C(20)	Código generado de acuerdo a Pfafstetter
2	NOMBRE DE LA FUENTE	carácter	NOM_FUE	C(40)	Nombre del río o quebrada (arroyo)
3	TIPO DE FUENTE	carácter	TIPO_FUE	C(5)	Tipo de fuente: R = Río o Q = Quebrada
2 Ubicación Geográfica					
N°	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
4	CENTRO POBLADO MENOR	carácter	CENT_POB	C(40)	Centro poblado menor, comunidad o caserío
5	DISTRITO	carácter	DIST	C(30)	Nombre del distrito al que pertenece
6	PROVINCIA	carácter	PROV	C(30)	Nombre de la provincia al que pertenece
7	DEPARTAMENTO	carácter	DEPART	C(30)	Nombre del departamento al que pertenece
8	CUENCA	carácter	CUENCA	C(30)	Unidad hidrográfica a la que pertenece
9	UTM NORTE1	número entero	NORTE1	N(11)	Coordenada Norte UTM de la naciente
10	UTM ESTE1	número entero	ESTE1	N(11)	Coordenada Este UTM de la naciente
11	ALTITUD1	número entero	ALTITUD1	N(11)	Altura sobre el nivel del mar de la naciente.
12	UTM NORTE2	número entero	NORTE2	N(11)	Coordenada Norte UTM de la desembocadura
13	UTM ESTE2	número entero	ESTE2	N(11)	Coordenada Este UTM de la desembocadura
14	ALTITUD2	número entero	ALTITUD2	N(11)	Altura sobre el nivel del mar de la desembocadura
15	ACCESIBILIDAD	carácter	ACCESO	C(30)	Tipo de acceso: peatonal, carretera o sin acceso.
3 Características Principales					
N°	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
16	ORDEN	número entero	ORDEN	N(11)	Orden del río o quebrada
17	LONGITUD DE CAUCE	número decimal	LONG_CAUC	N(8, 2)	Longitud del río o quebrada en kilómetros
18	PENDIENTE DE CAUCE	número decimal	PEND_CAUC	N(8, 2)	Pendiente en porcentaje (%)
19	ANCHO MÍNIMO	número decimal	ANCHO_MIN	N(8, 2)	Ancho de cauce en metros
20	ANCHO MÁXIMO	número decimal	ANCHO_MAX	N(8, 2)	Ancho de cauce en metros
21	TIRANTE MÍNIMO	número decimal	TIRANT_MIN	N(8, 2)	Altura de cauce en metros
22	TIRANTE MÁXIMO	número decimal	TIRANT_MAX	N(8, 2)	Altura de cauce en metros
23	CAUDAL AFORADO	número decimal	CAUDAL	N(20, 2)	Caudal en l/s
24	METODO DE AFORO	carácter	MET_AFORO	C(5)	Método: Vo=Volumetrico, F=Flotador, Ve=Vertedero, C=Correntometro
25	LUGAR DE AFORO	carácter	LUG_AFORO	C(50)	Nombre del lugar (centro poblado cercano o nombres de cerros, puente)
4 Tipo de Uso, Derecho de Uso, Fecha del Inventario, Observaciones					
N°	Nombre de Campo	Tipo de Dato	Campo	Tipo	Descripción
26	CLASE DE USO	carácter	CLASE_USO	C(5)	Tipo de uso: P=Primario, Po=Poblaciones, Pr=Productivo
27	TIPO DE USO	carácter	TIPO_USO	C(5)	A=agrario, A/P=acuicola y pesquero, E=energetico, I=industrial, M=medicinal, Mi=minero, R=recreativo, T=turistico, O=otros.
28	CLASE DE DERECHO	carácter	DEREC_USO	C(5)	Clase de derechos: L=Licencia, P=Permiso, A=Autorizacion
29	FECHA DE INVENTARIO	carácter	FECHA_INVENT	C(12)	Fecha del inventario: dia,mes, año
30	CONFLICTOS	carácter	CONFLIC	C(5)	Tipo de conflictos por uso del agua: N= No, E=Escasez, Co=Contaminacion



ANEXO N° 02

Flujo Administrativo del Estudio de Inventarios de Fuentes Naturales de Agua Superficial



ANEXO N° 03

CONTENIDO MINIMO DEL ESTUDIO DE INVENTARIO DE FUENTES NATURALES DE AGUA SUPERFICIAL

RESUMEN EJECUTIVO

I. ASPECTOS GENERALES

- 1.1 Introducción
- 1.2 Antecedentes
- 1.3 Objetivos
 - 1.3.1 Objetivos generales
 - 1.3.2 Objetivos específicos
- 1.4 Justificación
- 1.5 Conceptos empleados en el inventario de fuentes de agua superficial
- 1.6 Fases en el desarrollo del Inventario de fuentes de agua
 - 1.6.1 Primera fase: Trabajos preliminares
 - 1.6.2 Segunda Fase: Trabajos de campo
 - 1.6.3 Tercera fase: Trabajos de gabinete
 - 1.6.4 Cuarta fase: Elaboración de informes

II. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

- 2.1 Ubicación de la cuenca
 - 2.1.1 Demarcación Política
 - 2.1.2 Demarcación Administrativa
 - 2.1.3 Demarcación de Sector de riego
 - Junta de Usuarios
 - Comisión de usuarios
 - Comité de riego
- 2.2 Accesibilidad – Sistema vial
- 2.3 Población
- 2.4 Delimitación y codificación hidrográfica de la cuenca
 - 2.4.1 El método Pfafstetter
 - 2.4.2 Descripción general de la cuenca del Río
 - 2.4.3 Esquema fluvial de la cuenca del Río
- 2.5 Descripción de las unidades hidrográficas de la cuenca del Río
 - 2.5.1 Unidad hidrográfica
 - 2.5.2 Unidad hidrográfica
 - 2.5.3 Unidad hidrográfica
 - 2.5.4 Unidad hidrográfica



3

III. INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL

3.1 Generalidades

3.2 Clases y tipos de Uso de las fuentes de agua

3.3 Tipo de fuentes de agua inventariadas

3.3.1 Almacenamientos naturales o lagunas

3.3.2 Lagunas represadas

3.3.3 Ríos y quebradas

3.3.4 Manantiales

3.3.5 Humedales (Bofedales)

3.4 Descripción de fuentes de agua por unidades hidrográficas

3.4.1 Nombre de la unidad hidrográfica: Código

3.4.2 Nombre de la unidad hidrográfica: Código

3.4.3 Nombre de la unidad hidrográfica: Código

3.4.4 Nombre de la unidad hidrográfica: Código

3.4.5 Nombre de la unidad hidrográfica: Código

3.4.6 Nombre de la unidad hidrográfica: Código

3.4.7 Nombre de la unidad hidrográfica: Código

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

5.2 Recomendaciones

V. ANEXOS

CUADROS

- ✓ Inventario de lagunas.
- ✓ Inventario de lagunas represadas
- ✓ Inventario de ríos y quebradas
- ✓ Inventario de manantiales.
- ✓ Inventario de bofedales

ESQUEMAS FLUVIALES

ALBÚM FOTOGRAFICO

FICHAS DE CAMPO

MAPAS TEMATICOS

