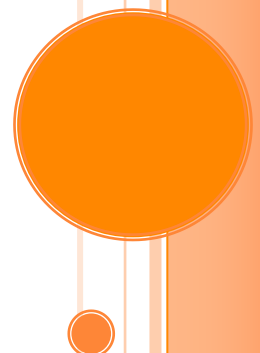


# AGUA Y DESARROLLO HUMANO

## MÓDULO 3: TPDH EN PROYECTOS DE COOPERACIÓN DE AGUA

### TEMA 1: PARÁMETROS DE DISEÑO



## ÍNDICE

Tema 1: parámetros de diseño.....	2
1.1. DATOS DE CONSUMO Y DISEÑO .....	2
1.1.1 Cantidad de agua.....	2
1.1.2 Distancia máxima .....	2
1.1.3 Cálculo del consumo de una comunidad .....	3
1.2. LA CALIDAD DEL AGUA.....	3
1.2.1 Parámetros de calidad .....	3
1.2.2 El tratamiento del agua .....	4
1.3. AFRONTANDO UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO: LA CAPTACIÓN .....	5
1.3.1 Manantiales.....	6
1.3.2 Captaciones subterráneas.....	7
1.3.3 Otros sistemas: Agua de lluvia .....	8
1.4. TRANSPORTE PARA LA DISTRIBUCIÓN.....	9
1.4.1 Sistemas por Gravedad.....	9
1.4.2 Sistemas por Bombeo .....	10
1.5. REDES DE DISTRIBUCIÓN .....	11
1.5.1 Tipos de redes.....	12
1.6. SANEAMIENTO.....	13
1.6.1 Sistemas autónomos de saneamiento.....	13
1.7. RESUMEN DE DATOS NECESARIOS EN EL DISEÑO.....	14
1.7.1 Aspectos técnicos.....	14
1.7.2 Aspectos sociales.....	16
1.7.3 Listas de comprobación.....	16
1.8. BIBLIOGRAFÍA.....	17

## TEMA 1: PARÁMETROS DE DISEÑO

### 1.1. DATOS DE CONSUMO Y DISEÑO

#### 1.1.1 Cantidad de agua

La cantidad de agua que una persona necesita diariamente depende de diversos factores. Según el clima y la carga de trabajo, el cuerpo humano necesita de 3 a 10 litros de agua al día (lpd) para poder funcionar con normalidad. Si a eso le sumamos el agua necesaria para cocinar y limpiar, la cantidad mínima en situaciones de emergencia podría ser de 15-20 lpd.

En situaciones de desarrollo medio, esa cantidad debería aumentarse hasta los 40 lpd y los 80 lpd.

#### 1.1.2 Distancia máxima

Por otro lado, está demostrado que la cantidad de agua consumida está relacionada con la distancia a la que hay que ir a buscarla.

Si una mujer está a media hora del punto de agua más cercano y su familia tiene 5 miembros, considerando que pueda llevar un cántaro de 25 litros, deberá realizar 4 viajes a la fuente, invirtiendo 4 horas diarias en ello. Es lógico que esta familia reduzca su consumo de 20 lpd a 10 lpd, por debajo de cualquier estándar.

Así pues, se considera que, para garantizar una dotación eficaz, nadie debería andar más de 15 minutos hasta el punto de agua más cercano.

Tipo de abastecimiento de agua	Consumo (lpd)	Rango (lpd)
Punto de agua comunal a más de 1000 m	7	5 – 10
Punto de agua comunal entre 500 y 1000 m	12	10 – 15
Punto de agua comunal a menos de 250 m	20	15 – 25
Conexión domiciliar	50	40 – 80

Concepto	Emergencia	Post-emergencia	Criterios de desarrollo
Cantidad de agua	3-10 lpd	15 lpd	20-50 lpd
Usuarios / punto de agua	500-750	250 – 500	150-250
Distancia	1 km	500-700 m	250 m
Tiempo de espera	2 horas	20 minutos	-

**Gráfico1. Parámetros de diseño referentes a dotación y nivel de servicio.**

### 1.1.3 Cálculo del consumo de una comunidad

Es necesario calcular el consumo de una comunidad para compararlo con el caudal disponible de una fuente. En estos casos debe considerarse lo siguiente:

- Utilizar una **familia tipo** para extrapolarla a toda la comunidad.
- Tener también en cuenta las escuelas, centros de salud, iglesias, etc.
- Estimar una tasa de crecimiento para la comunidad. Proyectar para la vida útil del proyecto (habitualmente 20 años).
- Aumentar en un 10% el resultado para incluir posibles fugas del sistema.

## 1.2. LA CALIDAD DEL AGUA

### 1.2.1 Parámetros de calidad

El agua para consumo doméstico debe ser segura en cuanto a la calidad. Sería deseable que fuera:

- Clara.
- Poco turbia.
- Sin gusto, olor ni color.

Existen **razones sanitarias** para establecer que el agua debe cumplir lo siguiente:

- No debe ser salina.
- Contenidos de calcio y magnesio dentro de unos rangos aceptables.
- Sin exceso de sodio.
- Contenidos de sulfatos y nitratos limitados.
- Concentración estrictamente restringida de ciertos metales tóxicos.

Por otro lado, la **calidad bacteriológica** debe estar asegurada, evitando la presencia de organismos patógenos causantes de enfermedades. Esto muchas veces es difícil asegurarlo, así que, como mínimo, debería seleccionarse una fuente de agua con la menor contaminación bacteriológica posible, e incluir un sistema de desinfección en la solución adoptada.

La **OMS** establece unos **estándares de calidad** que se deben entender como una referencia de objetivos a largo plazo, y **no como criterios rígidos**.

Concepto	Unidad	Valores OMS	Concepto	Unidad	Valores OMS
Color	mg/l Pt	15	Zinc como Zn	mg/l	3
E.coli	Ud/100ml	No	Aluminio como Al	µg/l	200
Coliformes termotolerantes	Ud/100ml	No	Antimonio como Sb	µg/l	5
DBO <sub>5</sub>	Mg/l O <sub>2</sub>	<1	Arsénico como As	µg/l	10
Sólidos disueltos	mg/l	1 000	Cadmio como Cd	µg/l	3
Olor	TON	Aceptable	Cromo como Cr	µg/l	50
pH	-	<8.0	Cobre como Cu	µg/l	2 000
Gusto	FTN	Aceptable	Cianuro (libre) como CN	µg/l	70
Turbiedad	NTU	< 5	Hierro como Fe	µg/l	0,3
Amonio como N	mg/l	1.5	Plomo como Pb	µg/l	10
Cloro como Cl	mg/l	250	Manganeso como Mn	µg/l	100
Fluor como F	mg/l	1.5	Mercurio como Hg	µg/l	1
Nitritos y nitratos como N	mg/l	< 1	Níquel como Ni	µg/l	20
Sulfatos como SO <sub>4</sub>	mg/l	250	Selenio como Se	µg/l	10
Sodio como Na	mg/l	200			

**Gráfico2. Parámetros organolépticos, bacteriológicos y químicos de calidad del agua para consumo humano.**  
Fuente: OMS

### 1.2.2 El tratamiento del agua

Prácticamente todos los sistemas de abastecimiento de agua requieren un tratamiento del agua para que sea potable. Pero, por otro lado, muchas veces la comunidad:

- No puede asumir su coste.
- No puede asumir su complejidad técnica.
- No muestra predisposición favorable al respecto.

Para reducir los riesgos de contaminación microbiológica, física y química del agua potable es necesario tener en cuenta diversos aspectos a lo largo de todo el sistema de abastecimiento:

- Gestión del uso del suelo en la zona de captación.
- Selección y protección de las fuentes de agua.
- Tratamiento y reciclaje del agua residual.
- Sistema de distribución adecuado y bien mantenido.
- Prácticas seguras por parte de los usuarios.

El objetivo principal es reducir la contaminación hasta niveles aceptables por los usuarios, de forma que el uso y la sostenibilidad del sistema no se vean afectados negativamente, teniendo en cuenta que la aplicación de un sistema de tratamiento está siempre condicionada por aspectos técnicos y económicos.

Todo proceso de tratamiento de agua potable pretende:

- Eliminar todos los organismos patógenos.
- Eliminar los elementos químicos peligrosos: metales pesados, flúor, arsénico, nitratos.
- Eliminar los constituyentes orgánicos.
- Reducir la materia en suspensión que causa turbiedad.
- Eliminar el hierro y el manganeso que dan color y gusto amargo al agua.

Generalmente, las aguas subterráneas están menos contaminadas que las superficiales; pero en aquellos casos en que el agua subterránea muestra contaminación, básicamente metales pesados, su tratamiento es mucho más difícil y costoso. El agua superficial requiere casi siempre tratamiento. La cloración de las aguas se considera el método más efectivo y económicamente factible para la desinfección de las aguas residuales.

Uno de los puntos fundamentales para el consumo de agua segura es el almacenaje protegido en las propias viviendas: baldes de agua tapados y lavados con frecuencia.

### **1.3. AFRONTANDO UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO: LA CAPTACIÓN**

---

El primer elemento de cualquier sistema de abastecimiento de agua es la captación. Ésta puede ser de aguas superficiales o de aguas subterráneas. Las captaciones superficiales incluyen:

- Agua de lluvia.
- Arroyos y ríos.
- Lagos y embalses.

Cada uno de estos tipos requiere obras de distinta naturaleza e importancia, pero todos ellos comparten que una ejecución inadecuada puede influir en:

- La calidad del agua servida.
- Los problemas aguas abajo: sistemas de tratamiento, conducciones, depósitos, red de distribución.

Exceptuando el agua de lluvia, el resto presenta un serio inconveniente respecto a las subterráneas: la existencia de zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba del punto de toma puede conllevar problemas sanitarios.

Por ello, en fase de diseño se debe prever lo siguiente:

- Conocer el estado sanitario de la fuente.
- Determinar los caudales disponibles, dejando un caudal ecológico en la fuente para no afectar los usos previos que esta pudiera tener.
- Conocer la calidad de agua y prever actuaciones en materia de tratamiento de la misma.

Para poder decidir si los arroyos o ríos (sobre todo los primeros) nos pueden servir de fuente de abastecimiento hace falta conocer su caudal que será dependiente de los parámetros:

- Magnitud de las precipitaciones en la cuenca.
- Superficie de la misma.
- Coeficiente de escorrentía.

Es necesario conocer la distribución a lo largo del año de la cantidad de agua que circula por el río para determinar el **caudal mínimo** anual y, por tanto, qué cantidad de agua podemos asegurar durante todo el periodo del año completo. En función de si el caudal circulante es o no elevado, las soluciones técnicas más adecuadas son distintas.

### 1.3.1 Manantiales

Las principales condiciones que han de cumplir las obras de captación de manantiales son las siguientes:

- No alterar la cantidad y calidad del agua ni por disposiciones constructivas, ni por los materiales empleados. Utilizar materiales inertes que no se degraden y puedan producir obstrucciones a la vena líquida.
- Evitar la penetración de las aguas exteriores en el manantial, así como de cualquier organismo extraño
- Conservar las condiciones físicas del agua captada: temperatura, etc
- Regular automáticamente el caudal a conducir. Disponer un aliviadero y llaves de paso para regular la cantidad de agua que se toma.
- Eliminar las arenas si existen.

Además de todas estas protecciones localizadas, debe establecerse lo que se denominan zonas de protección, en las que no se debe permitir el cultivo, la entrada de ganados ni las construcciones. Es difícil dar un número de aplicabilidad generalizada para estas zonas, pero como mínimo conviene señalar 100 metros a partir de los manantiales o zanjas de captación.

En general, la captación en un manantial suele ser preferible a la de un río, ya que la calidad del agua es peor en este último, y por lo tanto, resulta más costoso obtener agua potable. Los costes aumentan rápidamente con el tamaño del proyecto (longitud de tubería y dimensiones de los tanques). Si tratamos de dar el mismo nivel de servicio con pozos excavados o perforados, la solución resultará más cara que tomando el agua de ríos o manantiales.

Los costes de funcionamiento suelen ser bajos (inferiores a 1\$ US hab/año), requiriendo sólo mantenimiento regular con el cambio de grifos, la limpieza de los filtros, etc.

### 1.3.2 Captaciones subterráneas

Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de éstas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de:

- Manantiales.
- Pozos profundos.
- Pozos superficiales.

Habitualmente la calidad de las aguas subterráneas es superior a la del agua superficial debido a la menor influencia del hombre sobre ella. Por otro lado, las obras de captación suelen ser bastante más caras y requieren de estudios previos.

Desde el punto de vista presupuestario, pocas organizaciones destinan fondos a realizar estudios hidrológicos previos para conocer la presencia y calidad del agua subterránea. Esto hace que las obras de captación de agua subterránea sean una incógnita hasta el final, económica y técnicamente hablando.

Los pozos empleados en la captación de aguas pueden clasificarse según:

- Tipo de construcción: **perforación**, donde es necesario maquinaria de perforación, suelen tener mayor profundidad y el diámetro es pequeño, y **pozo artesanal**: cavado a mano, de profundidad limitada y con diámetro mayor.
- Magnitud: **superficiales u ordinarios**, con una profundidad relativamente pequeña, y **profundos**, con una profundidad importante y, por tanto, más difíciles de construir.
- Entrada de agua: **permeables**, con entrada de agua por los laterales, y **de pie**, con entrada de agua únicamente por el fondo.



- Revestimiento: de **fábrica, metálicos y especiales**, según el material del que estén recubiertas sus paredes interiores.

En función de las características del terreno atravesado, será necesario uno u otro tipo de revestimiento, así como fijar un valor para el diámetro del pozo.

### 1.3.3 Otros sistemas: Agua de lluvia

Los sistemas de captación de agua de lluvia recogen agua desde el techo de una casa o desde otras superficies, con cunetas y bajantes (de madera, bambú, hierro galvanizado o PVC) que conducen a uno o más depósitos. El agua arrastra impurezas, por lo que es preciso filtrarla para hacerla potable.

El sistema debe contar con un dispositivo para impedir que el agua de las primeras lluvias entre en el tanque, ya que esta agua contiene polvo, hojas e insectos. Se puede extraer el agua del tanque con una bomba de mano o con un sistema de distribución hacia un punto de agua.

Los sistemas de captación de agua de lluvia son adecuados en los siguientes casos:

- Inexistencia de agua superficial, o agua subterránea muy profunda o inaccesible debido a una formación geológica dura.
- Agua salada, ácida o no potable.

Si escasea el agua proveniente de manantiales o pozos, el agua de lluvia puede ser una fuente suplementaria para alcanzar la demanda mínima. En estos casos, el agua de lluvia no debe usarse para beber.

Siempre resulta adecuado implementar un sistema de captación de agua de lluvia en centros sanitarios, escuelas, iglesias, etc. El tanque es el elemento más caro de un proyecto de captación de agua de lluvia. Suele representar el 90% del coste total.

Otro tipo de captación proveniente del agua de lluvia son las represas. Normalmente son excavadas en el terreno aprovechando zonas bajas donde las aguas fluyen naturalmente. Las paredes tienen una cierta impermeabilidad para minimizar la infiltración. Su objetivo es almacenar agua que dure hasta el fin de la época seca.

Las represas suelen ser una buena solución para ganado y usos agrícolas. Existen algunas para consumo humano, en este caso hay que cuidar mucho de la calidad del agua antes del consumo (desinfección), porque al estar a cielo abierto es muy fácil su contaminación.

## 1.4. TRANSPORTE PARA LA DISTRIBUCIÓN

---

No todas las poblaciones disponen de manantiales o pozos cercanos en condiciones sanitarias adecuadas para el consumo humano. Por ello se hace necesario transportar y distribuir el agua.

El transporte desde el punto de captación hasta el punto de consumo se puede realizar:

- Por impulsión gracias a un bombeo.
- Por gravedad, normalmente en tuberías a presión.

El transporte se puede realizar por un canal en lámina libre, lo contrario de una tubería a presión, pero por motivos sanitarios no se suele usar para sistemas de abastecimiento para el consumo doméstico.

El transporte por gravedad es mucho más seguro y fácil de mantener que el transporte por bombeo. Por esta razón, en el caso de ser necesaria una impulsión por causa de la topografía es recomendable hacer una impulsión corta hasta una cota desde la cual sea posible transportar el agua por gravedad.

### 1.4.1 Sistemas por Gravedad

Los sistemas por gravedad se basan en la utilización de la energía gravitatoria para el transporte del agua entre el punto de captación y el punto de consumo. La situación óptima de estos sistemas es aquella en la que la captación se encuentra a una cota superior a la de la comunidad.

Habitualmente, un sistema por gravedad cuenta con los siguientes elementos:

- Captación.
- Tubería.
- Depósito.
- Tanque rompe-presión.
- Tuberías de distribución.
- Puntos de consumo: domiciliar o público.

Los sistemas de transporte y distribución por gravedad son soluciones muy buenas desde el punto de vista de la sostenibilidad, puesto que requieren poco mantenimiento, los elementos del sistema son sencillos y cualquier problema se detecta rápidamente.

Estos sistemas suelen requerir una inversión inicial superior a un sistema de pozos superficiales sin distribución, aunque el nivel de servicio es también muy superior. Esto es debido principalmente al coste de las tuberías y al coste de los depósitos de almacenamiento. Los costes de operación son habitualmente bajos debido a que no se requiere de fuentes de

energía externas. La fiabilidad es en general alta y, por lo tanto, el nivel del servicio proporcionado es bueno.

### 1.4.2 Sistemas por Bombeo

Cuando la fuente de agua se sitúa más baja que las viviendas es necesario recurrir a sistemas por bombeo. El bombeo se puede realizar con bombas manuales o con bombas automáticas, la principal diferencia es la necesidad de alimentación de la bomba por una energía no manual, aunque las automáticas consiguen bombear mayores caudales desde mayores profundidades.



**Gráfico 3. Ensayo de bombeo en un pozo para determinar la capacidad del pozo, el tipo de bomba óptima a utilizar y su profundidad de instalación. Fuente: ESF**

En el caso de abastecimiento por pozos de agua equipados con bomba manual, de acuerdo con las recomendaciones de la OMS, el número máximo de usuarios por bomba sería de 250.

Las bombas motorizadas son más caras y requieren un personal cualificado, pero proporcionan un servicio mejor.

Las aplicaciones más habituales en los sistemas de abastecimiento de agua son:

- Bombeo de agua desde pozos excavados o perforados. Bombas manuales o no manuales.
- Bombeo de agua desde manantiales situados debajo de la comunidad (desde un tanque de captación o de bombeo) hacia depósitos y un sistema de distribución. Sólo bombas no manuales.

Siempre que se piensa en instalar una bomba, es necesario pensar en la energía que la va a mover. Hay distintas alternativas, entre las que hay que elegir según la ubicación del proyecto y la disponibilidad:

- Humana
- Diesel
- Eólica
- Fotovoltaica

Los criterios básicos para determinar qué bomba es la más adecuada en cada situación son:

- Caudal requerido.
- Distancia vertical entre el nivel de bombeo y de distribución.
- Distancia horizontal entre el punto de bombeo y de distribución.
- Variaciones esperadas en los niveles de agua de la fuente.
- Durabilidad de los componentes básicos (incluyendo resistencia a la corrosión).
- Disponibilidad y coste de los repuestos.
- Facilidad de operación y mantenimiento; adaptación a los criterios
- Criterios institucionales y comunitarios: contribución de la comunidad en la selección de la tecnología, ubicación de la bomba, selección del guarda y de la cuota del agua.

Muy a menudo, se sobrevaloran las capacidades técnicas de los usuarios, lo que influye en un mantenimiento incorrecto de las bombas.

Las soluciones tecnológicas para el bombeo son muchas y diversas. El ingeniero encargado del proyecto deberá adaptarlas, modificarlas o combinarlas según sea necesario.

## 1.5. REDES DE DISTRIBUCIÓN

Se entiende por red de distribución aquella red de tuberías a baja presión que conecta habitualmente el depósito de la comunidad y los puntos de consumo.

En las redes de distribución se intenta encontrar el punto de equilibrio entre **nivel de servicio e inversión necesaria** por distintos caminos:

- Instalando elementos que faciliten la gestión posterior (contadores, válvulas de paso).

- Obviando en algunos casos los diseños más caros, aunque con mejor servicio (selección de redes arborescentes frente a soluciones malladas).

Los mayores problemas de gestión de los sistemas de abastecimiento de agua se suelen dar en las redes de distribución. Estos problemas están relacionados, entre otras cosas, con aspectos como:

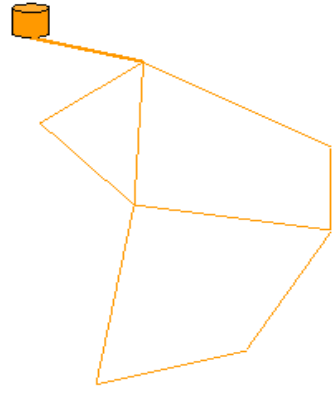
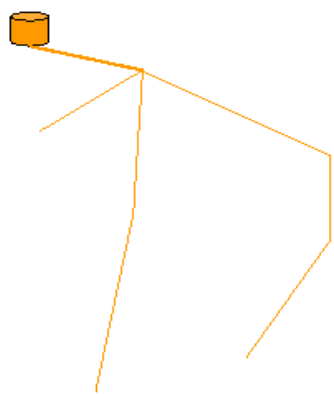
- Gestión del cobro de la cuota de agua.
- Diseño adecuado de los puntos de consumo de agua (agua estancada, lavaderos insuficientes, grifos con pérdidas, etc.).

La distribución puede ser de tipo **domiciliar**, donde cada casa o parcela tiene una conexión a la red, o por **fuentes públicas**, los puntos de consumo se distribuyen entre las viviendas, se sitúan en espacios públicos, y los consumidores se tienen que desplazar una cierta distancia para buscar agua.

### 1.5.1 Tipos de redes

Las redes de distribución de agua potable se pueden dividir, en función de la morfología de las mismas, en dos grandes tipos:

- Redes arborescentes: sin ningún circuito cerrado o, dicho de otro modo, donde el agua tan sólo puede circular en un único sentido.
- Redes malladas: con circuitos cerrados o donde el agua puede realizar como mínimo dos trayectos distintos para servir cada punto de consumo.

	Redes malladas	Redes arborescentes
<b>Esquema</b>		
<b>Coste</b>	Elevado	Reducido
<b>Servicio</b>	Muy bueno. En caso de avería, poca población queda afectada.	Malo. En caso de avería, mucha población queda afectada
<b>Ámbito de aplicación</b>	Urbano	Rural

**Gráfico 4. Comparación entre redes arborescentes y malladas.**

## 1.6. SANEAMIENTO

Es necesario marcar bien la diferencia entre evacuación y tratamiento cuando hablamos de saneamiento, ya que normalmente la **prioridad absoluta es la evacuación**.

El alejamiento de las aguas residuales de los núcleos de población, principalmente los más densos, es una necesidad de primer orden para garantizar la salubridad.

El tratamiento también es ineludible para preservar el medio ambiente y la calidad del agua en el cuerpo receptor, pero, cuando se dispone de pocos recursos, queda en un segundo plano.

### 1.6.1 Sistemas autónomos de saneamiento

Son aquellos sistemas que evacuan y tratan las aguas negras y grises generadas en las viviendas. Esta solución es adecuada para las zonas con poca densidad de población, en las que no es económicamente rentable afrontar la ejecución de un sistema centralizado de tratamiento.

Existen soluciones autónomas que ofrecen rendimientos satisfactorios de depuración y que permiten tratar el agua, a la espera de futuras inversiones en materia de depuración. Las más comunes son:

- Letrinas
- Tanques sépticos

- Zanjas drenantes.
- Pozos de infiltración.

Muchas veces, aprovechando la ejecución de un proyecto de abastecimiento de agua, se construye algún sistema autónomo de saneamiento para alguno de los beneficiarios que está motivado (no suelen ser muchos). La intención es que el resto de beneficiarios, al ver cómo funciona el sistema, lo adopten también en sus viviendas. Este enfoque tiene diversas ventajas:

- Abordar el saneamiento de una comunidad de forma progresiva.
- Baja inversión inicial.
- Apropiación del proyecto: son los propios beneficiarios quienes deciden libremente acometer la ejecución de su sistema autónomo.

Sin embargo, también cuenta con varias desventajas respecto a una actuación masiva:

- Requiere una fuerte motivación inicial por parte de algún miembro de la comunidad.
- Es necesario adaptar la solución a los materiales disponibles en la zona para garantizar que la solución será reproducida.

## 1.7. RESUMEN DE DATOS NECESARIOS EN EL DISEÑO

---

Se presenta aquí un listado de aspectos específicamente relacionados con los proyectos de abastecimiento y saneamiento de agua, complementarios a los ya mencionados en la fase de formulación. Además de estos aspectos, es probable que los donantes pidan información específica referente a las contrapartes.

### 1.7.1 Aspectos técnicos

- Cálculos:
  - Pronóstico de la población.
  - Demanda base: de acuerdo con el caudal disponible y el consumo previsto.
- Fuente, manantial:
  - Levantamiento topográfico.
  - Cálculos hidráulicos: diámetro de conductos, volumen del tanque,...
- Pozo excavado:
  - Estudio hidrogeológico.
  - Diseño del pozo excavado.
- Pozo perforado:
  - Estudio hidrogeológico.

- Diseño de la perforación.
- Aprovechamiento de agua de lluvia:
  - Datos de precipitación.
  - Captación y diseño del tanque.
- Represas:
  - Localización según orografía.
  - Diseño: dimensiones, materiales
- Bombas:
  - Diseño hidráulico: caudal, altura.
  - Solución energética: combustible, solar, bomba manual, viento.
  - Disponibilidad en el mercado.
- Red:
  - Conductos: longitud, material, diámetros.
  - Tanque: volumen, diámetro, material.
  - Punto de agua: diseño del grifo, drenaje.
- Requisitos de operación y mantenimiento:
  - Previsión de trabajos, tiempos, limpieza.
- Justificación técnica de cuota mínima de agua.
- Solución de drenaje de agua.
- Letrinas:
  - Diseño básico.
  - Habitantes/letrina previstos.
- Lagunaje:
  - Diseño de las distintas lagunas.
  - Ubicación definitiva.
- Planos de construcción.
- Cronograma detallado.
- Proceso de construcción.
- Presupuesto: dividido en fases, actividades y unidades (definiendo la contribución de cada actor):
  - Previos: recursos humanos, topografía, pruebas en el terreno, analíticas, mapas,...
  - Ejecución: materiales, recursos humanos, equipo, herramientas, capacitaciones.
  - Monitoreo y evaluación: sesiones de evaluación conjunta, estudio de impacto,...



### 1.7.2 Aspectos sociales

Durante la fase de diseño se deben recoger y analizar los datos sociales relacionados como indicadores en la fase de formulación.

Estos datos servirán para determinar la línea base del proyecto que se empleará como punto de partida para futuros estudios de monitoreo y evaluación.

### 1.7.3 Listas de comprobación

Se presenta a continuación una serie de aspectos que han de ser comprobados antes de aceptar una formulación:

- Ubicación del proyecto de acuerdo con la estrategia de la organización.
- Demanda de agua presente y futura, calculada de acuerdo a la vida prevista del proyecto y al crecimiento previsto de la población.
- Distancias y tiempos a los puntos de consumo de acuerdo a los estándares establecidos (siempre inferiores a 15 minutos).
- Número de usuarios adecuado de acuerdo al tipo de solución propuesta.
- Estudio de alternativas realizado.
- Calidad del agua:
  - Fuente o manantial: es deseable contar con algún análisis bacteriológico y químico.
  - Otras fuentes: calidad estimada a través de parámetros como olor, sabor, transparencia, etc.
- Sistema de tratamiento del agua:
  - Existencia.
  - Elección adecuada a las características del agua y el terreno.
  - Viabilidad económica, técnica y social.
- Operación y mantenimiento incluidos en la tecnología elegida en el estudio de alternativas. Especialmente, tener en cuenta la existencia de repuestos en la zona.
- Cuota del sistema: viabilidad de la propuesta.
- Criterios medioambientales: protección de la fuente y drenaje de aguas previsto incluso a nivel presupuestario.
- Carta de la comunidad y las autoridades locales solicitando la ejecución del proyecto.
- Propiedad legal: resuelta en cuanto a fuente, zona para tanques, lagunaje, etc.
- Capacitaciones: previstas incluso a nivel presupuestario.
- Monitoreo y evaluación: prevista incluso a nivel presupuestario.
- Género: perspectiva de género considerada a nivel transversal en todo el proyecto.
- Presupuesto:

- Monitoreo, evaluación, aspectos medioambientales, capacitaciones incluidas.
- Aportes de la comunidad: claramente establecidos (sería deseable que cubrieran como mínimo el 10% del presupuesto total).
- Aportes de la contraparte: claramente definidos.
- Evaluación del coste *per capita* del proyecto.
- Datos de la contraparte según los documentos estratégicos de la organización.

## 1.8. BIBLIOGRAFÍA

---

Action Contre la Faim ACF (1999), *Alimentation en eau des populations menacées*, Hérmán Éditeurs des sciences et des arts, Paris.

ESF (2009), *Curso de Introducción Agua y Desarrollo Humano*

OMS (2006), *Guías para la calidad del agua potable, Vol. 1, Recomendaciones*, recuperado el 20/09/12, de [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html)

Enlace de interés:

IRC Centro Internacional de Agua y Saneamiento, <http://www.irc.nl/>

IRC es una organización independiente sin ánimo de lucro de referencia en el área del agua y saneamiento.