

## E46 - La construcción de redes gravitacionales a partir de manantiales o extensiones de agua en altura

9 de diciembre de 2013



### 1) ¿En qué consiste ?

El procedimiento consiste en implantar una red de distribución de agua que permita **abastecer de agua potable** a las aldeas o pequeñas ciudades **a partir de un manantial o una extensión de agua en altura**, como un río, un lago o un depósito de agua retenida por una presa, **sin tener que recurrir a la instalación de bombas.**

### 2) ¿Por qué ?

La lejanía de los puntos de agua constituye un problema para el abastecimiento de agua potable de las poblaciones. Sin embargo, en ciertos lugares hay que recorrer varios kilómetros para poder acceder a una fuente de agua tratada. Se hace necesario transportar el agua desde el punto de partida del recurso hasta las viviendas (conexiones particulares o fuentes).

Esta tarea se lleva a cabo mediante la implantación de una red de distribución de agua, compuesta generalmente por una tubería principal a la que se conectan tuberías secundarias que permiten alimentar el conjunto de los barrios que componen una aldea o una ciudad pequeña. **La red se denomina gravitacional cuando el punto de partida se encuentra a una altura suficiente con respecto a las viviendas** como para abastecer a la población **por simple uso de la pendiente**, sin necesidad de instalar bombas de presión ni depósitos elevados (tipo torre de agua elevada).

### 3) ¿Quiénes son los principales interesados ? Lugares o contextos en los que este medio parece el más adecuado

Cuando las condiciones topográficas locales lo permiten, **la solución gravitacional puede utilizarse en aldeas, pequeñas ciudades o ciertos barrios de grandes ciudades.** Su aplicación a toda una ciudad resulta difícil por diversas razones, como la diferencia de altura entre algunos barrios, la diferencia de altura entre los distintos edificios y la longitud de las tuberías necesarias para dar servicio a las viviendas más alejadas de la fuente de agua, lo que aumenta las pérdidas de carga.



**Parte superior de una captación y una red de agua gravitacional en Laos (Fotografía : ONU Habitat)**

#### **4) ¿En qué consiste este procedimiento ? ¿Cómo se pone en práctica ?**

Cuando la fuente de agua se encuentra fuera de la aldea, la red de alimentación y distribución **comienza con una canalización principal** que permite conducir la totalidad del caudal de agua desde su origen hasta ella. La topografía del lugar **suele** obligar a recurrir a la **instalación de una bomba** que lleve el agua hasta una tubería que conecte la red a un **depósito elevado**, que estará situado en un punto alto, si existe, o en el centro de la aldea. Desde allí, el agua se **canalizará, de nuevo por gravedad**, hacia las viviendas o las fuentes. **Si el agua está turbia**, el abastecimiento principal deberá pasar por balsas de decantación o de filtración (por un lecho de arena, por ejemplo).



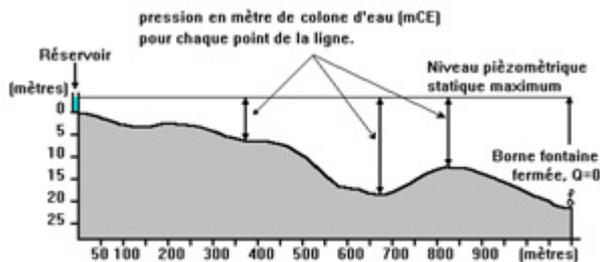
**Pequeño esquema explicativo (documento : Solidarités)**

En los casos más favorables, y especialmente en regiones montañosas, la toma de agua se encuentra a una altura notablemente superior a las viviendas, permitiendo sacar provecho de la presión disponible para implantar una red completamente gravitacional sin bombeo. **Antes de comenzar** con la preparación detallada de una red de este tipo, es necesario **realizar un estudio preliminar de viabilidad**, cuyo objetivo es estimar si el desnivel existente entre los diferentes elementos de la red es suficiente para permitir la escorrentía por gravedad del agua. Un operador provisto de un **altímetro** puede realizar una estimación rápida que permita conocer la altitud de los puntos característicos del trazado. Estas lecturas servirán para determinar **las presiones « estáticas » y « dinámicas »** de las canalizaciones en todos los puntos de la red.

#### **a) Determinación de la presión estática**

Para que la distribución gravitacional sea posible, **la pendiente** entre el punto más alto de la red (depósito o captación del manantial) y el más alejado **debe superar el 1 %**. Si se traza una línea de pendiente del 1 % a partir del punto más alto, **ninguna parte de la red debe estar por encima** de la misma.

En caso de que se cumplan ambas condiciones, a priori será técnicamente posible construir un sistema de distribución gravitacional. No obstante, este punto debe confirmarse mediante un estudio detallado.



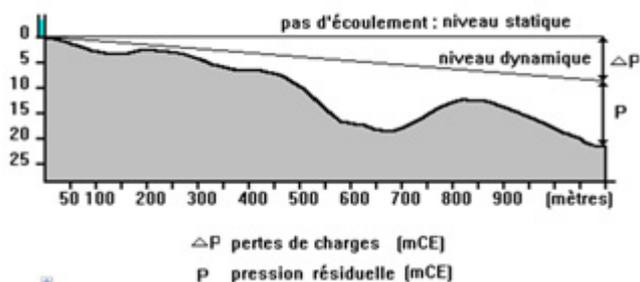
## Presentación de la presión estática (gráfico : ACF)

Si por el contrario, como ocurre en algunos lugares, la presión es demasiado fuerte (más de 100 m de columna de agua, o 10 bares), será necesario construir una o varias obras de « **disipación de energía** » que, en función de la topografía, podrán colocarse sobre la tubería principal o a la salida de una tubería secundaria. En la práctica, **se recomienda no sobrepasar los 60 m** para evitar una tensión excesiva en los equipos hidráulicos (riesgo de fugas en las juntas de las tuberías y los grifos).

## b) Determinación de la presión dinámica

El estudio comienza con la **representación de la red sobre un plano de ubicación y la elaboración de un esquema** que indique los caudales y las características de cada una de sus ramas (ver el ejemplo de la página 4). **La presión dinámica en un punto de la red es la presión residual disponible de manera efectiva cuando el agua es utilizada por los habitantes** y, por tanto, circula por las tuberías. Esta circulación implica pérdidas de carga que deben calcularse teniendo en cuenta los caudales máximos en cada rama de la red. La presión residual en un punto dado se define como  **$P_{\text{residual}} = H - \sum P$** , donde :

- H : desnivel existente entre el punto más alto y el punto considerado (m).
- $\sum P$  : pérdidas de carga (m).



## Presentación de la presión dinámica (gráfico : ACF)

**Las pérdidas de carga resultan de la fricción del agua en las tuberías**, y se calculan a partir del caudal y de la velocidad de paso a través de las mismas. A continuación, hay que **remitirse a las fórmulas y los diagramas** (si es necesario, consultar las páginas 14 a 23 del documento de ACH citado al final de la ficha) que permiten determinar las pérdidas de carga en función de la longitud, el diámetro y el material de cada tramo de tubería. A esto hay que añadir las pérdidas de carga particulares debidas al trazado de la tubería (codos, estrechamientos, ensanchamientos, etc.) y a los equipos hidráulicos (válvulas, clapetas, etc.).

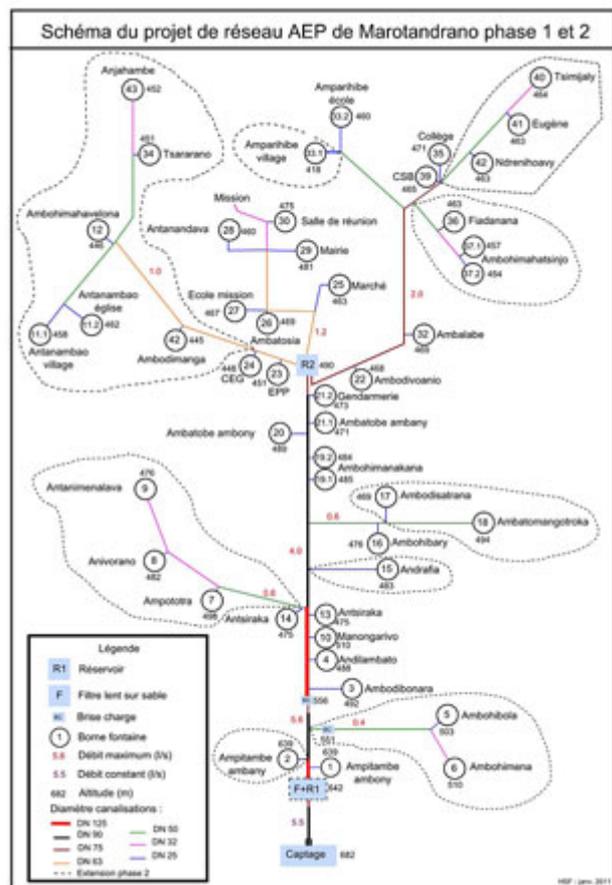
**Es absolutamente obligatorio que la presión sea positiva en el conjunto de la red. Se recomienda que supere los 10 m CE (o 1 bar)** para evitar los riesgos de contaminación. En caso contrario, habrá que aumentar el diámetro de ciertas tuberías y volver a realizar la comprobación.

## 5) Dificultades especiales y medidas de precaución a tomar

El dimensionamiento de una red gravitacional se complica cuando es amplia y está compuesta por muchas conexiones. La principal dificultad estriba en **comprobar que cada punto de utilización tenga en todo momento un caudal suficiente, sea cual sea el consumo en el resto de puntos de agua**. También

hay que asegurarse de la ausencia de sobrepresiones que no puedan ser soportadas por los equipos hidráulicos (tuberías, grifos, válvulas, etc.).

[<http://www.wikiwater.fr/IMG/UserFil...>] [<http://www.wikiwater.fr/IMG/UserFil...>]



## Esquema de elaboración de una red gravitacional

El siguiente documento, de la ONG **Hydraulique sans frontières**, proporciona un ejemplo de **esquema de elaboración de una red gravitacional** : la que diseñó para el abastecimiento de agua de una pequeña ciudad de Madagascar situada en una zona rural próxima a unas colinas. Se compone de una captación de agua de manantial, un dispositivo simplificado de filtración en arena, dos depósitos, un dissipador de energía y 42 fuentes repartidas por el centro de la ciudad y en distintos barrios.

## 6) Ventajas

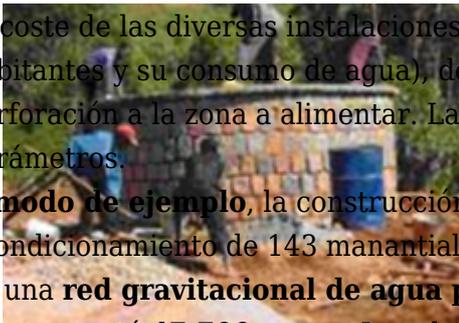
La principal ventaja de una red gravitacional es su capacidad para **funcionar de forma puramente hidráulica, sin bombeo**. A menudo, supone un **ahorro** en la inversión (no hay que comprar bombas, aunque es necesario incrementar el diámetro en ciertas partes de la red), y siempre lo hace en **gastos de funcionamiento** relacionados con el bombeo (energía, lubricantes, piezas de recambio, mantenimiento), además de no tener riesgos de averías que priven a la población del agua potable.

## 7) Coste

## Depósito en una red gravitacional de Burundi

El coste de las diversas instalaciones **depende sobre todo** de la población a abastecer (número de habitantes y su consumo de agua), de la topografía de los lugares y de la distancia de la fuente o la perforación a la zona a alimentar. La red debe tener unas dimensiones adecuadas a todos estos parámetros.

**A modo de ejemplo**, la construcción por **Cáritas Burundi** (en el marco de un programa de acondicionamiento de 143 manantiales, de recuperación del agua de lluvia y de construcción de letrinas) de una **red gravitacional de agua potable de 6 km** equipada con depósitos, cámaras de purga y fuentes costó **47.700 euros**. La rehabilitación completa de otras 3 redes gravitacionales, con una longitud media de 12 km, costó de media 16.000 euros ; he aquí un ejemplo de la importancia de un mantenimiento regular.



## 8) Observaciones y recomendaciones

La estimación de las necesidades a medio plazo y, por tanto, de los futuros consumos, es básica en los estudios de viabilidad y dimensionamiento de una red gravitacional. Esto afecta a los proyectos de desarrollo de la ciudad o aldea. Es importante **comprometer a las poblaciones locales** desde la fase preliminar del proyecto. Esta participación debe tener continuidad durante la implantación de la red para implicar a la población en su funcionamiento y su mantenimiento.

## 9) Ejemplo de implementación



En la provincia congoleña de **Kivu del Norte**, la asociación **Solidarités** viene desarrollando un programa de abastecimiento por gravedad que ha permitido suministrar agua potable de manera permanente y duradera al conjunto de la población urbana de la ciudad de **Beni (176.000 personas en 2002)**. Las obras se realizan siguiendo las costumbres y tradiciones locales para que las poblaciones beneficiarias puedan apropiarse de ellas y mantener la red.

**Objetivos específicos** (*consultar la ficha del proyecto citada más adelante*) :

- Construir una nueva red de abastecimiento y distribución gravitacional, cuyas dimensiones permitan abastecer a los habitantes de la ciudad de Beni en un horizonte demográfico de 10 años.
- Garantizar la fiabilidad financiera y técnica de la red reforzando las capacidades de los agentes locales y apoyando la definición de los principios de gestión de la obra.
- Desarrollar la responsabilidad de los usuarios respecto a la gestión y el mantenimiento de la obra.

## 10) Dónde encontrar más información

 - **ACH (Acción contra el Hambre)** publicó un extracto muy detallado e interesante de 54 páginas, titulado « **Réseau de distribution gravitaire** », procedente de su libro « Eau, assainissement, hygiène pour les populations à risques » (744 páginas), que proporciona información técnica muy útil e ilustrada con numerosos croquis y ejemplos para el estudio de viabilidad y el estudio detallado de la construcción de una red de distribución gravitacional.

[http://www.pseau.org/outils/ouvrages/acf\\_eau\\_assainissement\\_populations\\_a\\_risque\\_fr.pdf](http://www.pseau.org/outils/ouvrages/acf_eau_assainissement_populations_a_risque_fr.pdf)

- **HSF (Hydraulique sans frontières)**. Ficha de **una página que resume el proyecto de abastecimiento de agua gravitacional de Moratondrano**, en Madagascar (esquema de la página 4).

[http://assohsf.free.fr/hsf\\_monde/Fi...](http://assohsf.free.fr/hsf_monde/Fi...)

- **SOLIDARITES International**. Descripción detallada de un **proyecto de abastecimiento gravitacional en Beni, ciudad situada en Kivu del Norte (RDC)**, realizado por la asociación e ilustrada con numerosos esquemas y fotos. Disponible *online* (aunque el tiempo de acceso es algo prolongado) en : <http://reliefweb.int/sites/reliefwe...>

- Emplacement : Accueil > es > Wikiwater > Ficha técnica > Facilitar el acceso al agua > Distribuir >
- Adresse de cet article : <https://wikiwater.fr/e46-la-construccion-de-redes>