

# Evaluación del abastecimiento de agua mediante bombas manuales en el sur de Chad

**Carlos Benítez Gimeno**

Grupo de Cooperación Sistemas de Agua y Saneamiento para el Desarrollo.  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial – Universidad Politécnica de Madrid.  
carlosbenige@gmail.com

**Julia Recio Aguilera**

Grupo de Cooperación Sistemas de Agua y Saneamiento para el Desarrollo. ETSIDI - UPM  
j.recioaguilera@gmail.com

**José Antonio Mancebo Piqueras**

Departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial. ETSIDI - UPM  
ja.mancebo@upm.es

## Resumen

Este proyecto surge de la colaboración entre el Centro de Innovación en Tecnología para el desarrollo Humano de la Universidad Politécnica de Madrid (itdUPM) y Oxfam Intermón (OI) para realizar la evaluación del funcionamiento y la gestión del acceso al agua mediante bombas manuales instaladas en pozos en la región de Mandoul, al sur del Chad.

El objetivo final, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), busca identificar las causas que provocan el mal funcionamiento de las bombas para poder plantear métodos y tecnologías con los que mejorar el mantenimiento y sostenibilidad de estas, y con ello, el acceso al agua de forma sostenible y justa, de las poblaciones beneficiarias.

Para ello, la realización de este estudio se ha compuesto de tres etapas: una fase inicial de estudio e investigación, una de trabajo en terreno para recoger datos necesarios y finalmente, una fase de tratamiento de la información recabada para la detección de problemas de diferente índole que afectan al buen funcionamiento de las bombas.

Teniendo en cuenta la información analizada, los principales resultados obtenidos señalan problemas técnicos en las bombas manuales; de gestión en los comités de agua; de aprovisionamiento y calidad de piezas de repuesto y la dependencia que aún se mantiene por parte de las poblaciones con las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) establecidas en la región.

Con ello se quiere poner en evidencia la necesidad de una tecnología sostenible y al alcance de toda la población, con todo lo que esto conlleva, para mejorar el derecho al agua.

*Palabras clave: Bombas Manuales, Vergnet, India Mark, Agua, Evaluación, Mandoul, Tchad.*

*DisTecD. Diseño y Tecnología para el Desarrollo*  
2017, 4, desde pág. 32 - hasta pág. 48  
ISSN: 2386 – 8546

## Abstract

This project arises from the collaboration between the Center of Innovation in Technology for Human Development of the Universidad Politécnica de Madrid (itdUPM) and Oxfam Intermón (OI), to perform the evaluation of the operation and access management to water by hand pumps installed in wells in the Mandoul region, south of Chad.

The final objective, in line with the Sustainable Development Goals (SDG), seeks to identify the causes that produce the malfunction of the hand pumps to be able to propose methods and technologies with which they will improve the maintenance and sustainability of these and, with it, the access of the beneficiary populations, to the water in a sustainable and fair way.

In order to do this, this study has been composed of three stages: an initial phase of study and research, a field work to collect necessary data and, finally, a processing of information collected phase for the detection of different problems that affect the proper functioning of the hand pumps.

Taking into account the information analyzed, the main results obtained indicate technical problems in manual pumps; management issues in water committees; supply and quality of spare parts and the dependency that still remains on the part of the populations with the Non-Governmental Organizations (NGOs) established in the region.

With this, we want to highlight the need for a sustainable technology and within the reach of the entire population, with all the consequences that this situation implies, to improve the right to water.

*Keywords: Hand Pump, Vergnet, India Mark, Water, Assessment, Mandoul, Tchad.*

## 1. Introducción

El presente informe se enmarca dentro de la primera fase del proyecto de “Investigación y evaluación del funcionamiento de bombas manuales en el sur de Chad” llevado a cabo por el itdUPM junto con el Grupo de Cooperación en Sistemas de Agua y Saneamiento para el Desarrollo de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la UPM y Oxfam Intermón.

El objetivo principal del estudio consiste en evaluar las condiciones que dan lugar al mal funcionamiento de las bombas manuales, teniendo en cuenta que el fin último es mejorar las condiciones de acceso al agua de la población.

El estudio se ha llevado a cabo en la región de Mandoul, situada al sur del Chad, junto a la frontera con la República Centroafricana (Figura 1).

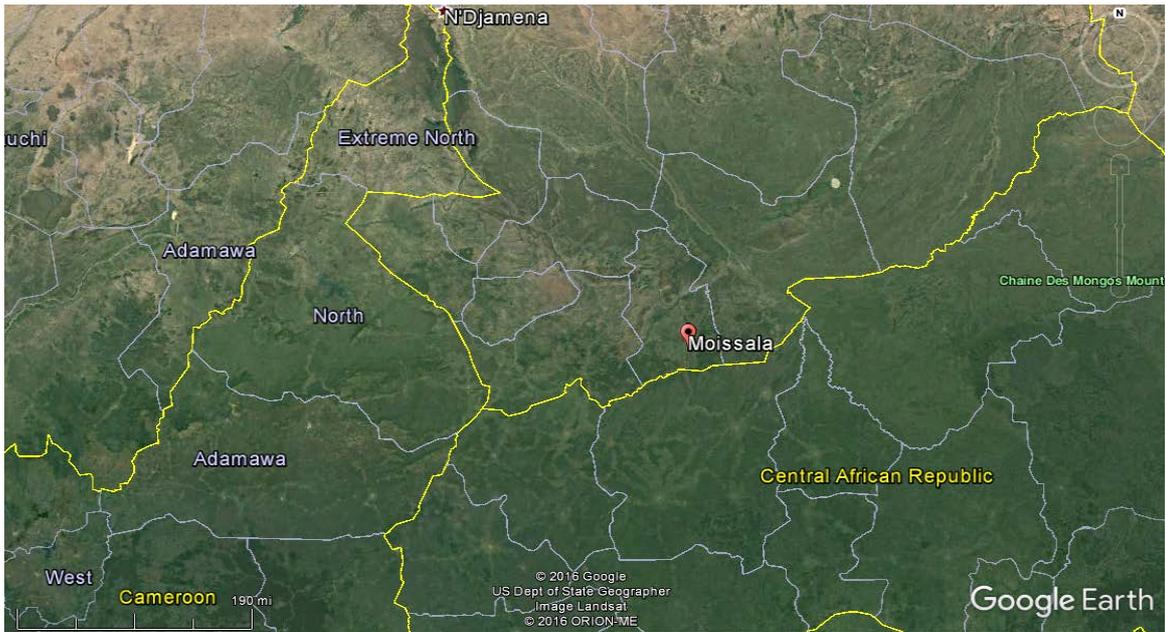


Figura 1. Localización de la zona de estudio. Fuente: Google Earth.

## 1. Contexto general

### 1.1. Zona del estudio

La zona de estudio se localiza en la región de Mandoul dentro del departamento de Barh Sara, al sur de la República de Chad, cerca de la frontera con República Centroafricana. El estudio se ha centrado en cinco pueblos de la región (figura 2): Dilingala, Dobadène 5, Koldaga, Bekourou y Mahihongo, en los que OI realiza actividades en materia de apoyo y mantenimiento técnico, formación, control de calidad y sensibilización de la población en el acceso al agua y el saneamiento.

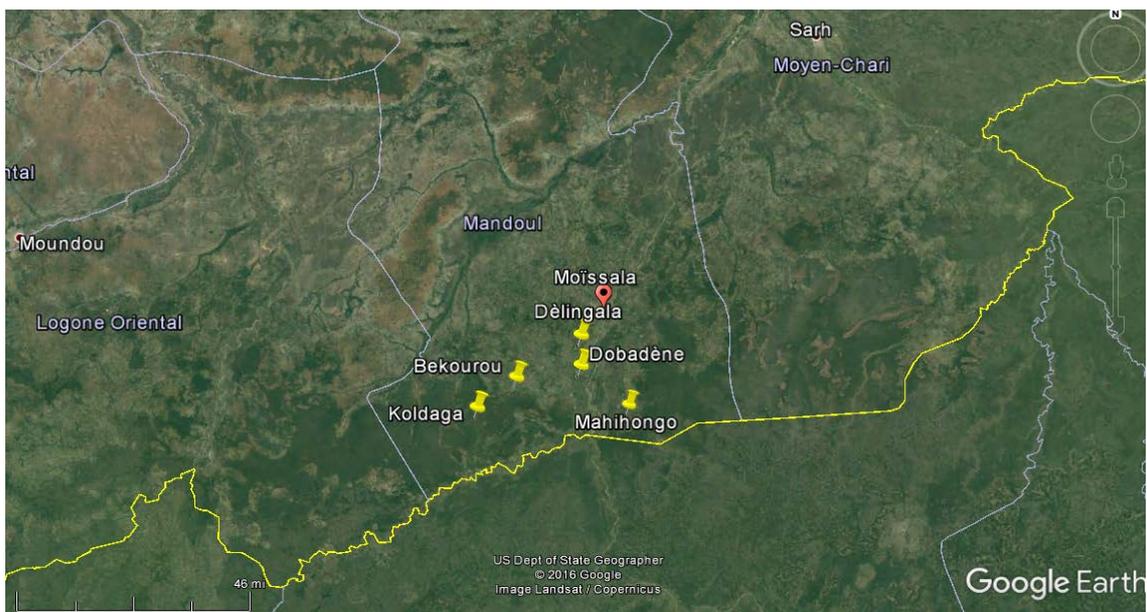


Figura 2. Pueblos de la región de Mandoul incluidos en el estudio. Fuente: Google Earth.

Los núcleos urbanos más importantes de la zona, son Moundou, perteneciente a la región de Logone Oriental; Sarh en la región de Moyen-Chari, y Moïssala, capital de Barh Sara, en la cual se encuentra la base sur de operaciones de Oxfam en el país. Las ciudades de Sarh y Moundou son dos de las más grandes y pobladas de Chad, y tienen especial relevancia por su tejido comercial, ya que son las que abastecen a los pueblos circundantes. A pesar de su importancia, la ausencia de carreteras asfaltadas dificulta el transporte y acceso a estas ciudades.

Cerca del 50% de la población del país se localiza en el sur de forma muy dispersa; el resto de la población se concentra en las grandes ciudades. Esto es debido a las condiciones climatológicas de la zona, ya que la mitad norte del país está contenida en el cinturón del Sahel.

En la región existen diversas etnias siendo la más numerosa la etnia Sara. La religión mayoritaria es la musulmana, seguida del cristianismo.

El nivel económico de la zona es muy bajo y consiste en la subsistencia de la población a través del comercio local a pequeña escala. Las principales actividades son la agricultura (algodón, cacahuetes, mangos, bananas, mijo, sorgo...) y la ganadería extensiva.

### ***El acceso a los servicios básicos en la zona de estudio***

En los pueblos en los que se ha realizado el estudio, el acceso a servicios básicos es muy deficiente. Se detecta una tasa de alfabetización muy baja, relacionado directamente con el bajo número de escuelas y el ineficaz e insuficiente sistema educativo. El acceso a energía es prácticamente nulo y la única forma de obtener electricidad es mediante generadores de combustión interna.

Las viviendas son de construcción precaria, a base de ladrillos de adobe y tejados de paja conglomerada. Su tamaño es muy reducido, con sólo una entrada y sin ventilación.

Debido a las crisis existentes en los países fronterizos con Chad, en el interior del país se producen importantes flujos de refugiados. Moyen-Chari es una de las regiones que más refugiados y repatriados acoge debido al conflicto en República Centroafricana. Esta crisis de refugiados acentúa aún más los problemas existentes en la región.

En lo que concierne a la evaluación realizada, centrada en la problemática del acceso y calidad del agua, así como su impacto en la población, el abastecimiento de agua se encuentra cubierto a partir de pozos con bombas manuales y pozos tradicionales. Sin embargo, en muchos casos es deficiente y no cubre las necesidades básicas. Según datos de OI, el 65% de la población de Chad no tiene acceso a agua potable.

### ***1.2. Actores que intervienen en el proyecto***

Se identifican los siguientes actores en el proyecto de OI (figura 3):

- Gobierno de la República de Chad-Ministerio del Agua: El Ministerio del Agua establece las normas sobre todos los puntos de acceso de agua instalados en las distintas zonas del país.
- Oxfam Intermón (OI): Organización No Gubernamental sin ánimo de lucro que trabaja para erradicar la pobreza y la injusticia. Su presencia en Chad es mayoritaria y su trabajo en el Sur se enmarca en tres líneas estratégicas: protección, seguridad alimentaria y agua y saneamiento.

- Comités de Gestión de Puntos de Agua (CGPE): Grupos encargados del mantenimiento y gestión de los puntos de agua en los pueblos. Reciben formación de ONGs como Oxfam Intermón. Se componen de presidente, secretario, tesorero, mecánico y agente comunitario.
- Artesanos Reparadores (AR): Formados por el Ministerio del Agua de Chad, para el mantenimiento de los dos modelos de bomba en el país a nivel departamental. Son agentes independientes del CGPE pero colaboran en la resolución de problemas con este y mantienen una relación directa con las ONG.
- Comités de salud: Aliados normalmente con los comités de agua, se encargan de fomentar hábitos de higiene entre la población. Se componen de presidente, secretario y agente comunitario.
- Población beneficiaria: Comunidades de los distintos pueblos de la región; en especial las mujeres, encargadas de recoger el agua y pagar la tasa de servicio.

Equipo evaluador del proyecto:

- itdUPM: es un centro transversal que canaliza e impulsa la contribución de la Universidad Politécnica de Madrid a la agenda de desarrollo humano y sostenibilidad y, en particular, a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, aprobados en 2015 por la Asamblea General de Naciones Unidas.
- Técnicos UPM: Alumnos de grado y máster de la UPM realizando sus respectivos proyectos finales así como profesores de la UPM.

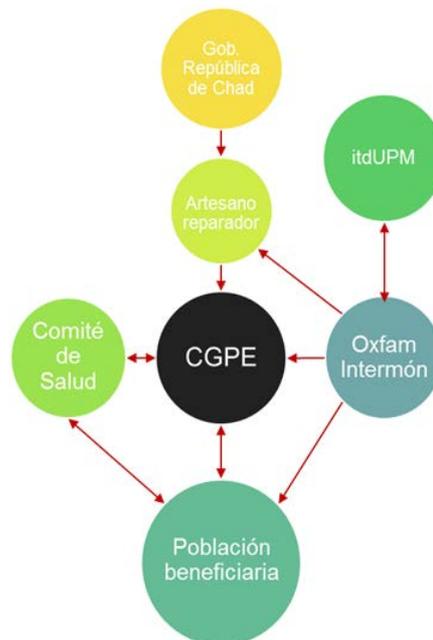


Figura 3. Actores identificados en el proyecto.

## 2. Metodología de evaluación

El objetivo de esta evaluación es identificar las causas relacionadas con el mal funcionamiento de las bombas manuales instaladas para plantear soluciones y medidas que mejoren, tanto la calidad, como el acceso a agua potable de la población. Para lograr este objetivo, la evaluación se ha estructurado en la secuencia de etapas que se muestra a continuación (figura 4).



**Figura 4. Panorama general de las etapas de la evaluación.**

Este apartado se ha estructurado en tres etapas de trabajo distintas, comenzando por una investigación y estudio previo para, posteriormente, realizar un trabajo de campo. Por último, se describe la metodología seguida para el tratamiento e interpretación de la información recogida.

### **2.1. Investigación y estudio**

En la primera etapa se ha realizado un trabajo de documentación sobre los tipos de bombas a tratar (Vergnet e India Mark II) y sobre metodologías de evaluación de acceso a agua potable en contextos similares (Leclert, 2013). La revisión del estado del arte ha servido para estudiar proyectos de temática similar en otros países, lo que ha proporcionado un mayor conocimiento acerca de la problemática sobre bombas manuales (IDRC, 1984).

El estudio previo se ha centrado en analizar, por una parte, los aspectos técnicos relativos a las bombas manuales y, por otro lado, se han analizado las causas socioculturales y ambientales que afectan al funcionamiento de estas.

El objetivo del primer análisis ha sido, por tanto, la caracterización de los modelos de bombas manuales instaladas (India Mark II y Vergnet) mediante el estudio de sus planos y manuales de instalación, mantenimiento y reparación. Como resultado de esta investigación, se han identificado los principales problemas técnicos, excluyendo cualquier factor sociocultural y ambiental, que suelen afectar a estos modelos de bombas manuales. Además, se han estudiado los posibles métodos constructivos de pozos en la zona, tanto sistemas de perforación manual como sistemas con maquinaria de percusión con cable y rotación.

El objetivo del segundo análisis ha sido identificar las posibles causas socioculturales y ambientales que pueden afectar al correcto funcionamiento de las bombas. Para ello se han analizado las posibles relaciones entre los distintos actores en terreno, para conocer la interacción entre los comités con la población, así como con los AR y/o los técnicos de OI.

A partir del estudio de estos aspectos, se han identificado una serie de factores a analizar durante la evaluación en terreno:

- Bombas funcionales e identificación de los problemas técnicos existentes.
- Acceso y disponibilidad de las piezas de repuesto.
- Gestión de los CGPE. Se ha estudiado la directiva ministerial de Chad así como información aportada por OI para poder evaluar más adelante la labor, composición y relación con otros actores. Se han detectado los siguientes aspectos a analizar en terreno:
  - o Puntos de agua con gestión por parte de un CGPE.
  - o Capacidad de los CGPE de solventar los problemas técnicos y sociales asociados a los puntos de agua de los que son responsables así como la cadena que siguen para gestionar los problemas que se dan en los puntos de agua.
  - o Relación de dependencia de los CGPE con respecto a las ONGs.
- Sensibilización de la población con el pago de la tasa de servicio.

- Cobertura de agua de la población. A partir de la información recabada en terreno por OI sobre las comunidades de la zona de trabajo, se ha estudiado la cobertura de agua potable así como la población beneficiaria y sus necesidades hídricas en la zona. Además, se ha tenido en cuenta la actividad ganadera en la región en este estudio.

Se han elaborado, gracias a estos factores estudiados, una serie de indicadores que ayuden a analizar los resultados obtenidos (tabla 1).

**Tabla 1. Indicadores según los aspectos a estudiar.**

FACTORES A ESTUDIAR	INDICADORES
<b>Bombas funcionales e identificación de los problemas técnicos existentes</b>	- Nº de bombas funcionales y no funcionales - Tipo de problema técnico identificado - Piezas críticas
<b>Acceso y disponibilidad de las piezas de repuesto</b>	- Nº de puntos de venta de recambios para los modelos Vergnet e India Mark II - Precio de las piezas de repuesto - Calidad de las piezas de repuestos
<b>Gestión de los CGPE:</b>	- Nº de puntos de agua con gestión de CGPE - Nivel de independencia y autosuficiencia de los CGPE y su relación con las ONGs
<b>Sensibilización de la población con el pago de la tasa de servicio</b>	- Cantidad de población beneficiaria que paga la tasa - Conocimiento de la población del uso que se le da al dinero recaudado
<b>Cobertura de agua de la población</b>	- Dotación de agua de la población (l/persona/día) - Nº de veces/día que una mujer recoge agua - Tiempo para la recogida de agua

Con el objeto de facilitar la recogida y el posterior análisis de los datos, se ha decidido utilizar encuestas para conocer la labor de los CGPE, así como detectar posibles problemas de los puntos de agua y la percepción de la población de estos y otros problemas derivados del acceso al agua. Para la aplicación de las encuestas se han diseñado dos modelos de cuestionario, uno de carácter técnico y otro de carácter social:

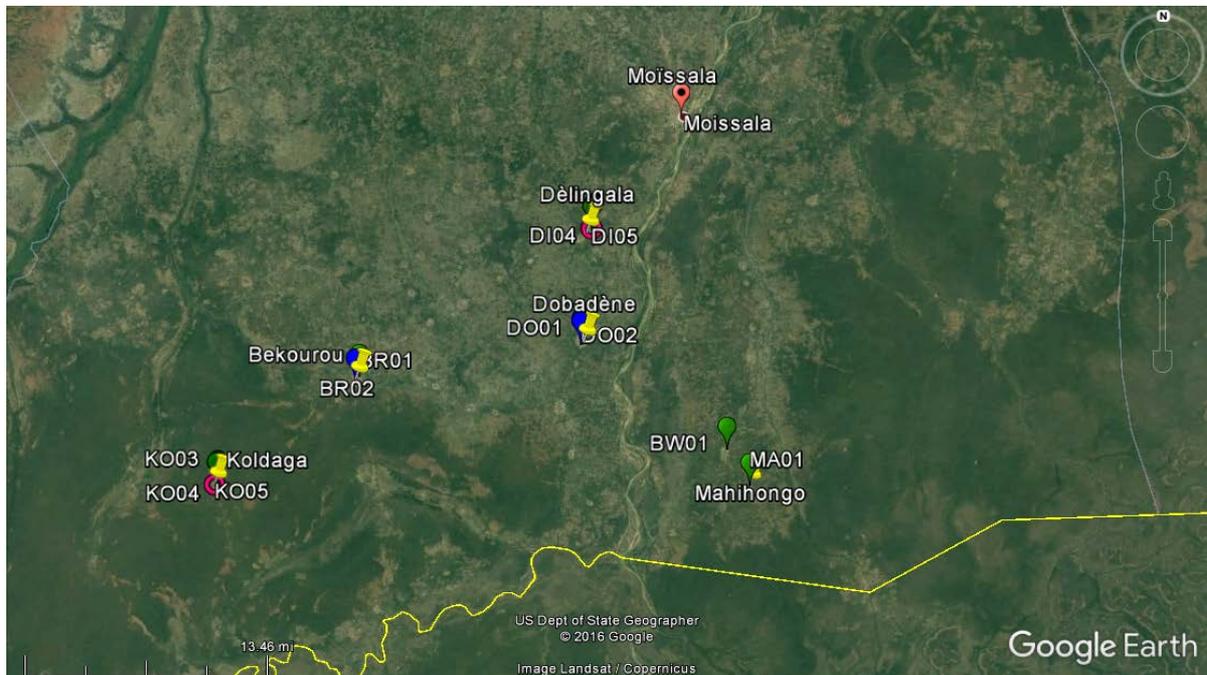
- Cuestionario técnico, enfocado a los integrantes de los CGPE para conocer información técnica relevante acerca de las bombas manuales. En este cuestionario también se incluye la gestión de estos CGPE y su interacción con la comunidad y las ONGs, así como la forma de proceder en caso de un mal funcionamiento y/o la reparación de la bomba.
- Cuestionario social, destinado principalmente a las mujeres, ya que son las que recogen el agua y pueden aportar mayor información sobre los hábitos, necesidades y costumbres de uso, tiempo empleado en la recogida, labor de los CGPE, etc.

Los cuestionarios se han realizado a partir de la herramienta Open Data Kit (ODK), software de libre acceso para la realización de encuestas. Ha sido creado por el departamento de Ingeniería y Ciencias Informáticas de la Universidad de Washington. Esta aplicación se utiliza para la realización de encuestas de salud y de tipo socioeconómico. Permite crear un formulario para la recogida de datos en un dispositivo móvil, lo que facilita su posterior tratamiento, ya que genera una hoja de cálculo con los datos recogidos durante la realización de las encuestas.

## 2.2. Trabajo de campo

En esta segunda etapa se ha procedido a la recolección de todos los datos necesarios para realizar la evaluación, identificados previamente en el trabajo de escritorio anterior.

Durante el trabajo de campo se han evaluado un total de 17 puntos de agua, 13 de los cuáles con bomba manual, y el resto pozos tradicionales (figura 5).



**Figura 5. Mapa de puntos de agua visitados. Fuente: Google Earth.**

En las comunidades visitadas, se han identificado tres modelos distintos de bombas manuales: un modelo de India (figura 6) y dos modelos de Vergnet (figuras 7 y 8).



**Figura 6. Bomba India Mark II. Fuente: Benítez y Recio. Figura 7. Bomba Vergnet HPV 60-2000. Fuente: Benítez y Recio.**



**Figura 8. Bomba Vergnet Hydro-India 60. Fuente: Benítez y Recio.**

Las temáticas tratadas en el conjunto de la evaluación técnica han sido las siguientes:

- Identificación de piezas críticas.
- Parámetros de funcionamiento.
- Calidad de las piezas de repuesto de la bomba India Mark II.
- Acceso y disponibilidad a las piezas de repuesto, especialmente en el caso de las bombas Vergnet.
- Problemas económicos derivados de la recogida de tasas.
- Formación de la persona encargada del mantenimiento.
- Plan de actuación en caso de que una bomba presente problemas.

Se han realizado análisis paramétricos del agua en ocho de los trece puntos con bombas, obteniendo los valores de conductividad eléctrica, sólidos disueltos, pH, temperatura y turbidez. Mediante el Kit Del Agua facilitado por OI, se han analizado cinco muestras de agua recogidas de distintos puntos, para controlar las colonias de coliformes fecales presentes en 100 ml. Además, se han tomado los valores más representativos de una bomba hidráulica como son la altura piezométrica y el caudal.

La evaluación social ha comprendido dos metodologías para la recogida de los datos. En primer lugar, se han realizado encuestas personales en domicilios. En segundo lugar, se ha procedido con la segunda metodología para ampliar la información y el análisis. El procedimiento ha consistido en reuniones con grupos focales conformados por mujeres y niñas (Figura 9).



**Figura 9. Reunión con grupo focal en Doubadene 5. Fuente: Benítez y Recio.**

Los datos obtenidos se enmarcan en las siguientes ideas principales:

- Necesidades y acceso al agua por familia y día.
- Uso que se le da al agua.
- Tiempo empleado en la recogida de agua.
- Preferencias entre los distintos puntos de agua de un mismo pueblo.
- Relación y opinión sobre el CGPE.

Esta fase concluye con una cantidad notable de datos cuyo tratamiento se explica en el siguiente apartado.

### ***2.3. Tratamiento e interpretación de los datos recogidos***

Finalmente, en esta etapa se han tratado los datos obtenidos durante el trabajo de campo. Para una mejor interpretación de toda la información recogida, se ha continuado con la diferenciación de datos según el tipo de evaluación en la que se han obtenido (cuestionario técnica o social), lo que ha permitido procesar mejor la información.

Para la evaluación técnica, en primer lugar, se han estudiado los datos obtenidos durante los despieces junto a la información recabada en el laboratorio. Para trabajar con todos estos datos, se han relacionado los planos de despiece con las piezas críticas así como la información facilitada por los técnicos de OI. De esta misma forma, se han establecido relaciones entre los manuales de instalación, mantenimiento y reparación estudiados en el trabajo de oficina con la información recabada durante el trabajo de campo. Por último, los datos obtenidos acerca de las piezas de repuesto también se han tratado con la información estudiada en la primera etapa, facilitando la interpretación de este aspecto.

Complementando lo anterior, se añade el tratamiento de los datos obtenidos en las reuniones con los CGPE. A través de la información recogida en los cuestionarios, se ha elaborado una hoja de cálculo que ha permitido trabajar con los datos, filtrándose por su nivel de interés e importancia para la evaluación. Se han elaborado gráficos y tablas que permiten una mejor lectura y análisis de la información. El tratamiento de toda la información técnica relevante ha arrojado unos resultados que se desarrollarán en el apartado correspondiente.

Para el tratamiento de datos correspondientes a los cuestionarios sociales individuales, se ha seguido la misma metodología que en la evaluación técnica. Se ha relacionado la información recogida en terreno junto con el estudio previo realizado en el trabajo de escritorio. Del mismo modo, se ha elaborado una hoja de cálculo que contiene todos los datos recogidos en el trabajo de campo para proceder como en el apartado anterior. Estos datos se completan con los obtenidos en la realización de las reuniones con los grupos focales.

Una vez realizado el tratamiento e interpretación de la información en función de su tipología, se ha llevado a cabo un proceso de correlación de todos los datos procesados en esta etapa. Este proceso ha permitido identificar tendencias y dependencias de los distintos factores evaluados (técnicos, sociales, geográficos y ambientales).

### 3. Resultados obtenidos

En la última etapa de la evaluación, tras el tratamiento de los datos obtenidos y su interpretación, se ha podido conocer el estado del funcionamiento de las bombas manuales, así como los problemas técnicos y socioculturales que existen actualmente en los distintos puntos de agua.

A la hora de interpretar los resultados hay que tener en cuenta que la evaluación ha sido menos concluyente en los modelos de bombas Vergnet, debido a la dificultad para acceder a planos completos así como a las características técnicas de cada pieza. Por lo tanto el conocimiento adquirido sobre la bomba India Mark II es mucho mayor que sobre las bombas Vergnet.

#### *Estudio de funcionalidad*

Según el estudio de funcionalidad de los puntos de agua visitados, el 31% de las bombas evaluadas se encontraban fuera de servicio. Dentro del conjunto de bombas operativas, el 22% funcionaban con algún problema. Por lo tanto, se deduce de estos datos que sólo la mitad de las bombas evaluadas eran completamente funcionales (figuras 10 y 11).

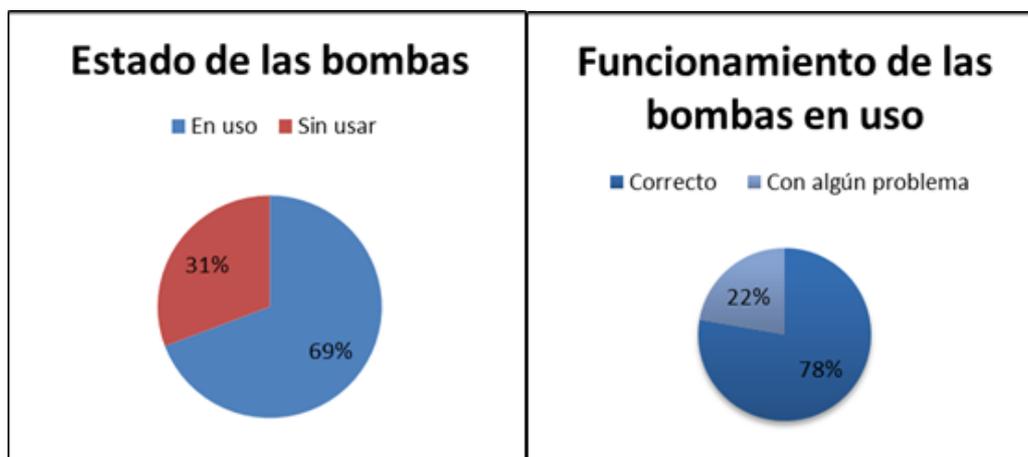
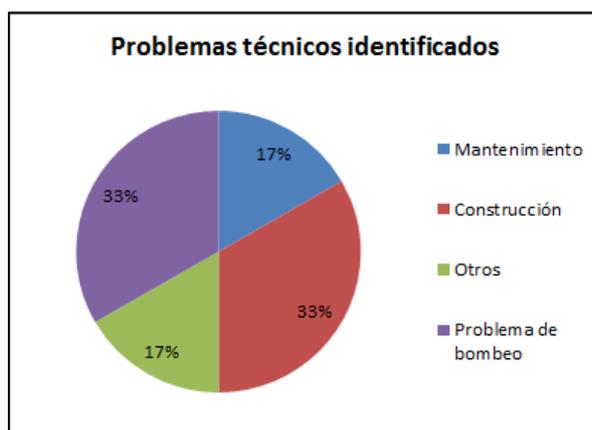


Figura 10. Estado de las 13 bombas estudiadas. Figura 11. Estado de funcionamiento de las bombas en uso.

En los casos en los que se detectó un mal funcionamiento de las bombas, se han identificado los siguientes problemas (figura 12):



**Figura 12. Problemas técnicos detectados en las bombas.**

- Problema de bombeo: detectado en bombas funcionales que presentaban problemas en el momento de elevar la columna de agua en condiciones normales de funcionamiento.
- Problema de construcción: derivado de la mala ejecución del pozo que influye directamente en el funcionamiento de la bomba.
- Problema de mantenimiento: relacionado con la falta de conservación y seguimiento rutinario de las bombas manuales.
- Otros: comprenden distintos problemas que no se han podido identificar.

En referencia a la reparación de bombas manuales, se han identificado determinadas piezas que suelen sustituirse con frecuencia. Estas piezas críticas son:

- En el modelo India Mark II: cadena, rodamientos, acoplamiento de la tubería ascendente principal y retén del pistón.
- En los modelos Vergnet: rodamientos, anillo de guía, pistón, segmentos y membrana de retorno.

Cabe destacar que la mayoría de estos elementos, como el retén y los segmentos, son piezas de desgaste y por lo tanto tienen una vida limitada. Los factores que afectan a la duración de estos componentes dependen de la calidad de las piezas y su mantenimiento. El escaso mantenimiento al que son sometidas las bombas manuales y la sobreutilización de estas, junto con la pobre calidad de las piezas de repuesto (especialmente en el caso de la India Mark II), ocasiona que estas piezas sean sustituidas con una frecuencia muy alta.

Para los problemas técnicos comúnmente detectados, se ha elaborado un compendio de actuaciones que facilitan solucionar el problema existente (ver tablas 2 y 3).

Tabla 2. Compendio de actuaciones para solucionar los problemas técnicos de la INDIA MARKII. Fuente: Manuel de réparation et de maintenance des pompes India Mark II et India MarkIII.

PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	SOLUCIÓN
<b>Caudal de la bomba es nulo</b>	Retenes desgastados	Reemplazar los retenes del cilindro
	Nivel estático se encuentra por debajo del cilindro	Añadir más tramos de tubería y barras a la bomba
	Cadena rota	Reemplazar la cadena
	Válvula antirretorno no funciona correctamente	Reemplazar las válvulas antirretorno
	Barras desacopladas	Reconectar la barra desacoplada al conjunto
<b>Caudal de la bomba irregular o deficiente</b>	Pérdidas en la válvula antirretorno	Reemplazar las válvulas antirretorno
	Anillos elásticos desgastados	Reemplazar anillos elásticos
	Retenes desgastados	Reemplazar los retenes del cilindro
	Tubería de ascensión principal dañada	Reemplazar el tramo de tubería dañado
<b>Claqueteo de la cadena durante la embolada descendente</b>	Émbolo se encuentra demasiado apretado con el cilindro	Reemplazar émbolo o cilindro, según la pieza defectuosa
	Tramo superior de la barra demasiado largo, el émbolo sienta sobre la válvula antirretorno de pie	Ajustar la longitud del tramo superior de la barra
<b>Ruido durante el bombeo</b>	Cadena insuficientemente engrasada	Engrasar la cadena
	Rodamientos desgastados	Reemplazar rodamientos
	Plataforma inestable	Fijar de nuevo la plataforma a la base
<b>Palanca inestable</b>	Tuercas de la palanca desaflojadas	Apretar tuercas de la palanca
	Arandelas dañadas o desgastadas	Reemplazar arandelas
	Tuercas de la palanca dañadas o desgastadas	Reemplazar tuercas
	Rodamientos desgastados	Reemplazar rodamientos
	Rodamientos fuera de su asiento	Reemplazar conjunto de la palanca

Tabla 3. Compendio de actuaciones para solucionar los problemas técnicos de la VERGNET HPV 60-2000 y HPV 100. Fuente: Ficha técnica Vergnet HPV 60-2000.

PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	SOLUCIÓN
El pedal no remonta por si solo	Juntas tóricas del circuito de comando desgastadas o dañadas	Reemplazar las juntas tóricas dañadas
	Baudruche pinchado	Reemplazar la baudruche
	Membrana de retorno dañada	Limpiar el asiento de la membrana y sustituir la membrana si está dañada
	Tubería de comando pinchada	Reemplazar la tubería de comando
El pedal no remonta por si solo. No sale agua o sale poca	Válvula antirretorno atascada	Limpiar el asiento y verificar bola y membrana
	Juntas tóricas del circuito de bombeo desgastadas o dañadas	Reemplazar las juntas tóricas dañadas
	Tubería de bombeo pinchada	Reemplazar la tubería de bomba
El pedal remonta un poco y sale algo de agua	Baudruche sucio de arena y tierra	Limpiar la baudruche

#### ***Acceso y disponibilidad de las piezas de repuesto***

A este problema de durabilidad de algunas piezas, se suma la accesibilidad a los recambios en el caso de los modelos Vergnet, ya que los puntos de venta de las piezas de repuesto son escasos y están muy alejados de la región (los más cercanos se encuentran en Mandoul y N'Djamena). Debido al sobrecoste de algunas de estas piezas de recambio este problema se acentúa. El precio de mercado de estos repuestos es muy elevado y resulta prácticamente imposible de costear para la población. Un ejemplo de esta situación es la baudruche, pieza distintiva y fundamental de las bombas Vergnet, cuyo precio es de 162.400 FCFA (250 €). Esta es la principal causa de que más de la mitad de las bombas Vergnet visitadas presentaran problemas, la mayoría de los cuales inutilizando completamente el uso de las bombas.

En el caso del modelo India Mark II, la situación es muy diferente. El acceso a los recambios es sencillo y son asumibles económicamente. Esto es debido a la gran cantidad de puntos de fabricación y venta. Sin embargo, esta situación conlleva un problema de calidad en los repuestos, ya que no existe un organismo que gestione la distribución y controle la calidad de las piezas vendidas.

#### ***Gestión de los CGPE***

La mayoría de los puntos de agua observados, cerca del 70%, se encuentran gestionados por un CGPE. La gestión de los comités es especialmente relevante para el correcto funcionamiento de las bombas. En la mayoría de los casos, la existencia de un CGPE mejora el

estado de las bombas manuales, y permite solucionar los problemas que puedan surgir adoptando medidas preventivas y resolutivas. Además, facilita en gran medida la labor de las ONGs en caso de actuación, y permite que los puntos de agua sean rehabilitados.

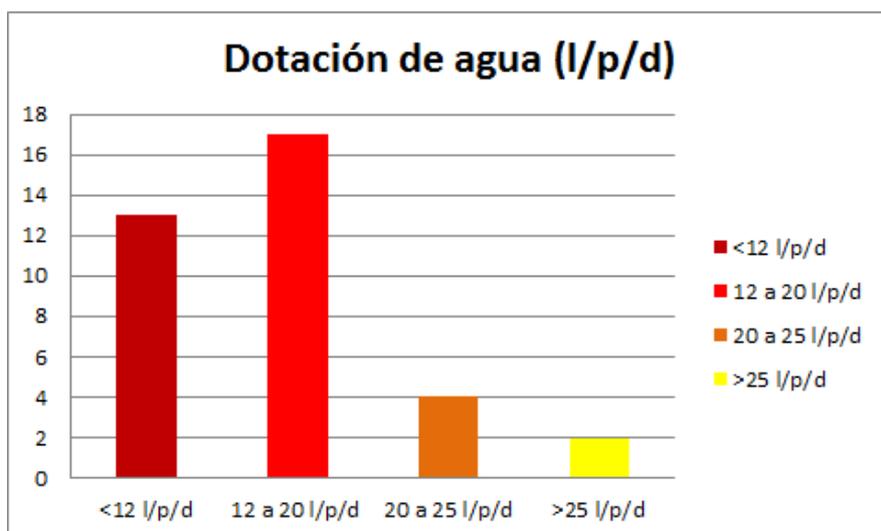
Consecuencia de ellos es que los puntos de agua gestionados por un CGPE se encuentran en funcionamiento durante un período mayor y en mejores condiciones que los puntos sin ninguna gestión. Esto conlleva una mayor afluencia de usuarios, que repercute directamente en la bomba al someterla a un sobreesfuerzo, disminuyendo la vida útil de sus componentes. Por esta misma razón, se dificulta que el nivel de agua en los pozos y en los niveles acuíferos se recupere.

En cuanto a la capacidad operativa de los CGPE, en el momento de solucionar los problemas técnicos de las bombas, es muy baja. Esto se debe a que el personal de mantenimiento de los CGPE se encuentra con falta de conocimientos técnicos a la hora de realizar la reparación. El mantenimiento y reparaciones que realizan se centran principalmente en la parte superficial de la bomba, pero no en la subterránea, donde se suelen dar los problemas técnicos más graves. Se ha detectado además, que algunos de los AR que operan en la zona son formados por ONGs, por lo que cuando se da una avería importante, los CGPE avisan directamente a los técnicos de la ONG.

Por lo tanto, todos estos factores señalan la incapacidad de los CGPE para gestionar independientemente los puntos de agua de los que son encargados, estableciendo una relación de dependencia con terceros actores.

### **Resultados sociales y ambientales**

A partir de la información recogida, se obtiene un dato muy preocupante: la dotación de agua de la población es muy inferior a la cantidad mínima fijada por la OMS de 25 litros/persona/día, cifra que en este caso solo se supera por el 6% de la población encuestada (Figura 13). Estos resultados, aunque no tienen una representatividad muy alta por el tamaño de la muestra utilizada, si son indicativos de la tendencia en la zona evaluada.



**Figura 13. Dotación de agua en litros/persona/día.**

Los análisis paramétricos realizados en los distintos puntos de agua han permitido realizar una aproximación a sus características físico-químicas y principales problemas.

El resultado del análisis bacteriológico indica la ausencia de coliformes fecales en los puntos de agua con bomba manual en los que se realizó. Sin embargo, dos meses antes de realizar este análisis, los técnicos de OI en su labor de control de calidad de agua, realizaron análisis que arrojaron unos resultados muy diferentes. En esos análisis, facilitados por OI, se observó que algunos puntos de agua contenían colonias, en algunos casos alcanzando valores entre 5 y 12 UFC. La solución de cloración que adoptó OI ha permitido potabilizar el agua de esos puntos hasta el momento de los análisis realizados en terreno. La aparición de coliformes fecales en los puntos de agua proviene de la ausencia de saneamiento en la zona, lo que facilita en gran medida el lixiviado de los desechos orgánicos a los acuíferos.

#### **4. Conclusiones**

Por último se presentan las conclusiones obtenidas a partir de la información recabada entre las distintas fuentes y metodologías empleadas. Se considera que se ha obtenido una información bastante certera de la realidad en el acceso a agua tras la evaluación realizada. Se separan las conclusiones extraídas de las evaluaciones técnica y social.

##### ***Conclusiones de la evaluación técnica***

1. Existe poca bibliografía sobre evaluaciones del funcionamiento de bombas manuales.
2. Resultado de estudio del estado del arte realizado y del estudio técnico previo de las bombas manuales, se han identificado las problemáticas técnicas más comunes y sus posibles soluciones. Este estudio se ha confirmado en terreno y además ha sido ampliado con otra serie de problemas detectados durante la evaluación técnica.
3. Problemas a la hora de obtener las piezas de repuesto (mala calidad de las piezas en el caso de la India Mark II, y pocos puntos de venta y precios elevados de la Vergnet). Este aspecto dificulta enormemente la sostenibilidad de las intervenciones y reduce la considerablemente la vida útil de las bombas.
4. Bajo ratio del número de pozos en relación con la población de las comunidades. Esto conlleva un sobreuso de las bombas manuales, sometiendo a estas a mayor fatiga y reduciendo su durabilidad. Un dato generalizado sería el de 500 personas por bomba, lo que es más del doble de lo recomendable. Por tanto, la presión por el uso de las mismas, combinada con el mantenimiento, condiciona su mal funcionamiento.
5. Construcción de los pozos defectuosa, lo que deriva en el desgaste de las piezas de las bombas por abrasión al ser aspirados los sedimentos que se encuentran depositados en el fondo del pozo. Esto afecta además a la calidad del agua, ya que tiene muchos sólidos en suspensión.

##### ***Conclusiones de la evaluación social***

1. Dotación de agua insuficiente, muy por debajo de la mínima fijada por la OMS (menos de 15 litros/persona/día). Es, por tanto, un gran problema que amenaza la salud de la población.
2. Alto grado de dependencia de las ONGs para la gestión de los sistemas y puntos de agua.
3. Comités poco capaces de gestionar los problemas y llevar a cabo un buen mantenimiento y reparación. Esto es debido, principalmente, al grado de formación recibido, que les hace depender de técnicos externos. También influye significativamente la baja capacidad económica para la compra de piezas de recambio.

Estas conclusiones señalan dos puntos clave: un problema claro de sostenibilidad de los proyectos de desarrollo (dentro del área de WaSH) que se llevan a cabo en esta zona; y un bajo acceso a agua de calidad que permita cubrir las necesidades de la población.

## 5. Referencias

Directive Ministeriel sur les Pompes à Motricite Humaine. Ministere de L'eau-Republique du Tchad (2010)

International Development Research Center, IDRC (1984). Tecnología de bombas manuales: investigación y evaluación en Asia. Ottawa, Canadá.

Leclert, L. (2013). Status Review of BSF's borehole drilling component in South Sudan (2006-2012). Government of South Sudan. Department for International Development (DFID)

Otros documentos consultados:

Corps de la Paix, Senegal. Manuel de réparation et de maintenance des pompes India Mark II et India Mark III

Ficha técnica Vergnet HPV 60-2000. Vergnet S.A.