

# EVALUACIÓN DE CISTERNAS ESCOLARES EN EL SEMIÁRIDO ALAGOANO

**Autores**  
**LUZ FERNÁNDEZ**  
**CARLA GULDANI**  
**JULIO LUMBRERAS**

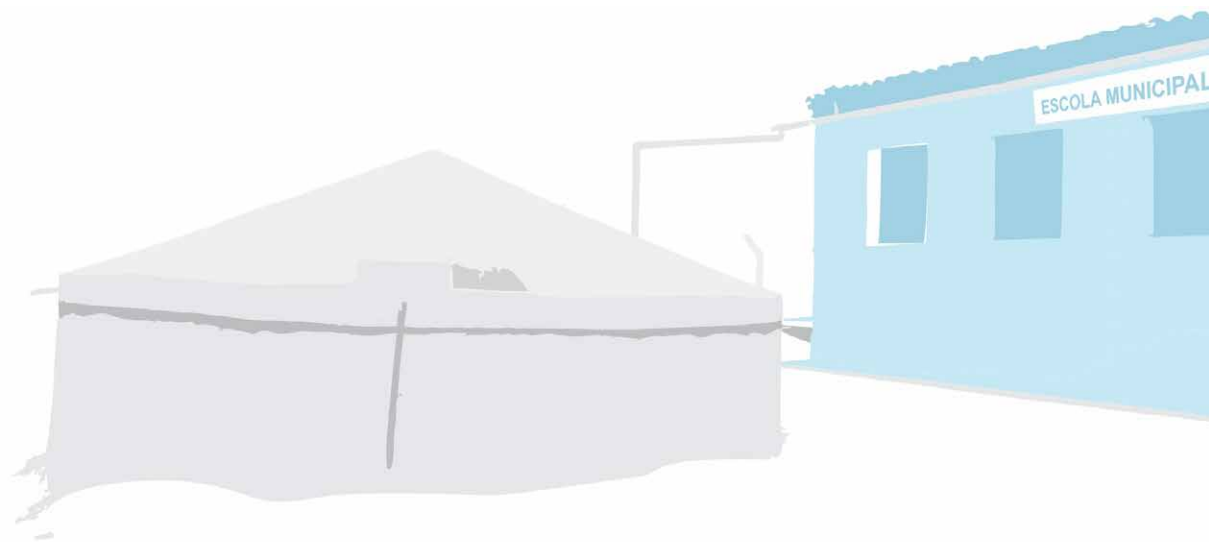




# EVALUACIÓN DE CISTERNAS ESCOLARES EN EL SEMIÁRIDO ALAGOANO

## AUTORES

LUZ FERNÁNDEZ  
CARLA GUALDANI  
JULIO LUMBRERAS



## GOBIERNO ESPAÑOL

**Manuel de la Cámara Hermoso**  
Embajador de España en Brasil

**Jesús María Molina Vázquez**  
Coordinador General de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo – AECID

**Margarita García Hernández**  
Directora de Programas de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo – AECID

## GOBIERNO BRASILEÑO

**Tereza Helena Gabrielli Barreto Campello**  
Ministra de Desarrollo Social y Combate al Hambre

**Arnoldo Anacleto de Campos**  
Secretario Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional

**Francisca Rocicleide Ferreira da Silva**  
Directora del Departamento de Fomento a la Producción y Estructuración Productiva

**Igor da Costa Arsky**  
Coordinador-General de Acceso al Agua

## INSTITUTO BRASILEÑO DE DESARROLLO Y SOSTENIBILIDAD (IABS)

**André Macedo Brügger**  
Presidente del Consejo Deliberativo

**Luís Tadeu Assad**  
Director Presidente

**Eric J. Sawyer**  
Director Técnico

---

El "PROGRAMA CISTERNAS" – BRA-007-B se firmó el 17 de noviembre de 2009 entre el Instituto de Crédito Oficial – ICO, en nombre del Gobierno de España, y el IABS, en el ámbito del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento – FCAS, con aporte financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo – AECID y contrapartida del Ministerio de Desarrollo Social y Combate al Hambre – MDS.

---

## EQUIPO TÉCNICO DEL PROGRAMA CISTERNAS - BRA 007/B

**Instituto Brasileño de Desarrollo y Sostenibilidad (IABS)**

**Luís Tadeu Assad**  
Director del Proyecto

**Carla Gualdani**  
Coordinadora Técnica

**Milton Krügger Martins**  
Gestor de Convenios

## EJECUCIÓN

**Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano de la Universidad Politécnica de Madrid (itdUPM)**

**Coordinación:**  
Julio Lumberas

**Equipo Técnica:**  
Carlos Mataix  
Jaime Moreno  
Javier Mazorra Mafalda González  
María Teresa Hernández  
Luz Fernández  
Andrea Ventura  
José Antonio Mancebo  
Juan Manuel Orquín  
María Pérez

---

Este libro cubre los trabajos desarrollados y los resultados alcanzados en la evaluación de las cisternas escolares en el alto sertão de Alagoas. Su objetivo es sacar conclusiones y recomendaciones para mejorar y fortalecer la implementación de futuros proyectos de esta tecnología social, en la región semiárida de Brasil.

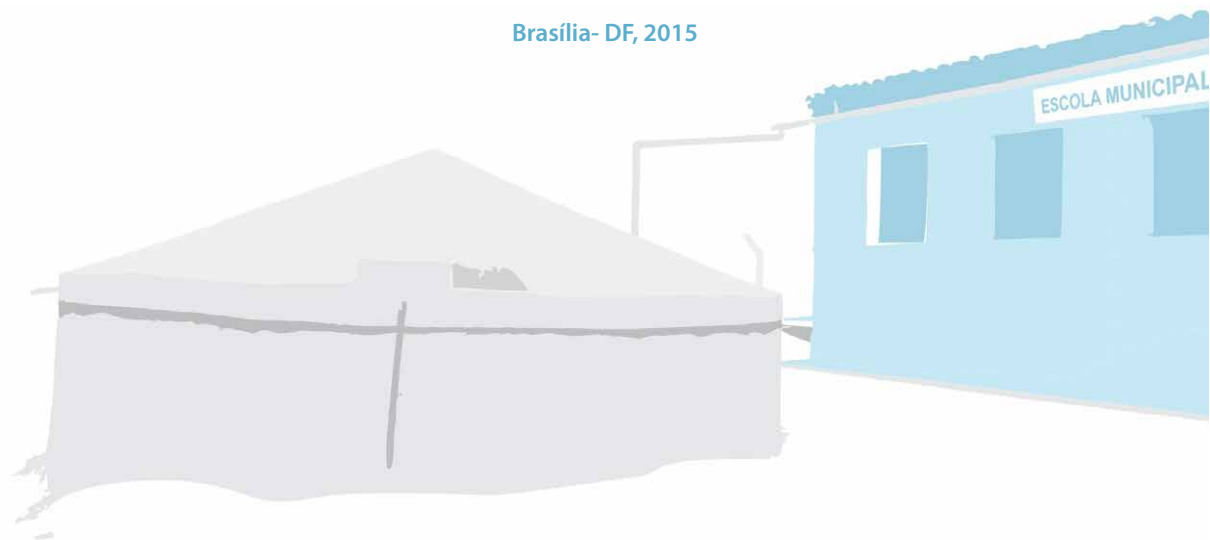
# EVALUACIÓN DE CISTERNAS ESCOLARES EN EL SEMIÁRIDO ALAGOANO

## AUTORES

LUZ FERNÁNDEZ  
CARLA GUALDANI  
JULIO LUMBRERAS



Brasília- DF, 2015



SERIE COOPERACIÓN BRASIL – ESPAÑA,  
Acceso al Agua y Convivencia con el Semiárido  
Programa Cisternas - BRA 007-B

Editoración  
**Editora IABS**

Proyecto Gráfico y Capa  
**Toro Criativo**

Ilustración de Capa  
**Toro Criativo**

Autores  
**Luz Fernández**  
**Carla Gualdani**  
**Julio Lumbreras**

Datos Internacionales de Catalogación en la Publicación (CIP)

---

Evaluación de cisternas escolares en el semiárido alagoano / Luz Fernández, Carla Gualdani y Julio Lumbreras (autores). Instituto Brasileño de Desarrollo y Sostenibilidad – IABS / Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo – AECID / Editora IABS, Brasília-DF, Brasil - 2015.

ISBN 978-85-64478-42-8  
130 p.

1. Estudio de evaluación. 2. Cisternas escolares. 3. Semiárido brasileño. I. Título. II. Instituto Brasileño de Desarrollo y Sostenibilidad – IABS. III. Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo – AECID IV. Editora IABS.

CDU: 371.26  
556.5

---

Publicación concebida y viabilizada por la  
COOPERACIÓN BRASIL – ESPAÑA,  
Programa Cisternas - BRA 007-B, 2010 - 2014

Esta obra está disponible y en la página web de la Editora IABS: [www.editoraiabs.com.br](http://www.editoraiabs.com.br)

Su distribución gratuita y posibles reproducciones podrán ser analizadas por las entidades organizadoras.

# ÍNDICE

---

|  |     |
|--|-----|
| PRESENTACIÓN   | 7   |
| PREFACIO   | 11  |
| Introducción   | 13  |
| 1. La importancia de evaluar para re-aplicar                 | 17  |
| 2. El proyecto evaluado                                      | 21  |
| 3. Los componentes de la evaluación                          | 29  |
| 3.1. Las escuelas beneficiarias                              | 31  |
| 3.2. Evaluación de la obra civil e hidráulica                | 38  |
| 3.3. Análisis de la calidad del agua                         | 60  |
| 3.4. La evaluación de los efectos en las condiciones de vida | 90  |
| 4. Principales recomendaciones del estudio de evaluación     | 119 |
| Referencias  | 125 |
| Anexo I. Limitaciones del estudio                            | 129 |







# PRESENTACIÓN

La serie Cooperación Brasil-España – Programa Cisternas BRA 007-B, Acceso al agua y Convivencia con el Semiárido es resultado de las actividades y alianzas desarrolladas entre 2010 y 2014 en el ámbito de este programa, con el objetivo de consolidar y difundir los diferentes tipos de acciones y conocimientos tan significativos para la convivencia con el semiárido brasileño.

El Programa Cisternas BRA 007-B, vinculado al Fondo de Cooperación para el Agua y Saneamiento – FCAS, fue creado a partir de la alianza entre el Instituto de Crédito Oficial – ICO en nombre del Gobierno Español y el Instituto Brasileño de Desarrollo y Sostenibilidad (*Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade - IABS*). El aporte financiero provino de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo – AECID, con contrapartida del Ministerio de Desarrollo Social y Combate al Hambre (*Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome – MDS*).

Entre los objetivos del Programa se planteó, contribuir a la transformación social, la promoción y valorización del agua como un derecho esencial a la vida y a la ciudadanía, procurando la comprensión y la práctica de la convivencia sostenible y solidaria con el semiárido brasileño. Estas acciones fueron impulsadas por medio de la difusión de tecnologías sociales que tienen en el proceso participativo las bases fundamentales de sus acciones, permitiendo la visibilidad de la región y el protagonismo de su pueblo.

El proceso de difusión de tecnologías y el nuevo paradigma de la convivencia con el semiárido partió de una iniciativa de la sociedad civil, organizada con el objetivo de garantizar el acceso al agua potable a familias donde el problema de escasez de agua para el consumo humano directo afecta la sobrevivencia de la población. A partir de ese momento, las políticas públicas de universalización del acceso al agua incorporaron tales procesos con el fin de contribuir con los movimientos y articulaciones locales.

La tecnología social apoyada y difundida como son las cisternas de placas para la captación de agua de lluvia, representa una solución de acceso a recursos hídricos para la población rural de la región. Estas Cisternas son destinadas a la población rural de renta baja, que sufre con los efectos de las secas

prolongadas que llegan a durar hasta ocho meses en el año. En este periodo, el acceso al líquido normalmente se da a través de aguas estancadas así como pozos que se encuentran a grandes distancias y que poseen una baja calidad, provocando enfermedades en las familias que se ven obligadas a consumir agua proveniente de estas fuentes.

Gran parte del territorio del Semiárido está cubierto por la caatinga, considerada por especialistas, el bioma brasileño más sensible a la interferencia humana y a los cambios climáticos globales. Otra característica del semiárido brasileño es el déficit hídrico, sin embargo eso no significa la falta de agua, por el contrario, es el semiárido más lluvioso del planeta. No obstante, las lluvias son irregulares en el tiempo y en el espacio y la cantidad de lluvia es menor que el índice de evaporación.

Esto significa para las familias, la necesidad prepararse para la llegada de la lluvia. Saber gestionar sus recursos y tener reservorios para captar y almacenar agua son fundamentales para garantizar la seguridad hídrica en el periodo seco. Ejemplos de estos reservorios son, las cisternas domiciliarias, cisternas calçada (calzada), cisternas escolares, presas subterráneas y otras tecnologías sociales.

Uno de los mayores desafíos en la lucha por la convivencia con el semiárido es la garantía universal del agua para todo el pueblo sertanejo. Por esto, la cisterna de placa representa un marco en esta búsqueda de soberanía hídrica y alimentaria. Así, a partir de los conocimientos adquiridos por los aliados locales, más de 15 mil cisternas de placas (cisternas domiciliarias, de producción y escolares) fueron construidas por medio de un proceso participativo de gestión, movilización, capacitación y construcción en el ámbito de la Cooperación Brasil-España.

Además de las cisternas de placas – tecnología social más consolidada e incorporada a las políticas públicas – otras formas de apoyo de este programa de cooperación resultaron fundamentales en este proceso.

Fueron realizadas importantes acciones de fortalecimiento institucional; consolidación de redes de saberes; formación de líderes y gestores vinculados a la temática; intercambios de prácticas y experiencias; identificación y difusión de tecnologías sociales a partir del Premio Mandacaru; estudios e investigaciones de evaluación de impactos; consolidación del Centro Xingó de Convivencia con el Semiárido, además de diversas publicaciones y videos que contribuyeron para el suceso del programa.

En este contexto, la publicación del estudio de evaluación de las cisternas

escolares contribuye en el debate de este tema, a subsidiar mejoras, al igual que, propuestas para garantizar agua de calidad para las comunidades escolares.

Esperamos así, contribuir para este nuevo momento y mirada sobre el semiárido, impulsando prácticas cada día mas adaptadas al bioma, a la cultura local del pueblo sertanejo y a las mejoras significativas que el Brasil viene atravesando en los últimos años.

**Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome**

**Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo**

**Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade**



# PREFACIO

El Semiárido es una de las regiones brasileñas más vulnerables a los efectos del cambio climático. Los procesos de desertificación e irregularidad de las precipitaciones hacen que el acceso a agua en cantidad y calidad suficientes sea una cuestión todavía no resuelta, particularmente en las zonas rurales más aisladas. Una problemática común en amplias zonas de otros países de América Latina y África, que comparten ecosistemas semiáridos. Este hecho hace del Semiárido brasileño una región particularmente interesante para desarrollar tecnologías y procesos que puedan tener un impacto global.

En este marco el Instituto Brasileño de Desarrollo y Sostenibilidad (IABS), con el apoyo del Ministerio de Desarrollo Social y la Cooperación Española ha puesto en marcha un proyecto de implementación de 108 cisternas escolares de captación de agua de lluvia. Una acción piloto - esta tecnología no había sido utilizada antes de manera sistemática en escuelas-, con un carácter demostrativo que pretende generar conocimiento y contribuir a la estructuración a la política pública brasileña de universalización del acceso al agua.

El Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano de la Universidad Politécnica de Madrid (itdUPM) ha participado en el proceso de sistematización y gestión del conocimiento en torno a las cisternas escolares mediante la evaluación que en este libro se presenta. Con un enfoque interdisciplinar expertos en evaluación y medición, calidad del agua, estructuras e hidráulica y gestión de las organizaciones, han analizado esta tecnología social y extraído recomendaciones que podrán ser aplicadas en nuevos programas de universalización.

(\*) En el proyecto de evaluación han participado los siguientes miembros del itdUPM (por orden alfabético): Luz Fernández, Mafalda González, María Teresa Hernández, Julio Lumbreras, José Antonio Mancebo, Carlos Mataix, Javier Mazorra, Jaime Moreno, Juan Manuel Orquín y María Pérez.



# INTRODUCCIÓN

*Deve-se escrever da mesma maneira como as lavadeiras lá de Alagoas fazem seu ofício. Elas começam com uma primeira lavada, molham a roupa suja na beira da lagoa ou do riacho, torcem o pano, molham-no novamente, voltam a torcer. Colocam o anil, ensaboam e torcem uma, duas vezes. Depois enxáguam, dão mais uma molhada, agora jogando a água com a mão. Batem o pano na laje ou na pedra limpa, e dão mais uma torcida e mais outra, torcem até não pingar do pano uma só gota. Somente depois de feito tudo isso é que elas dependuram a roupa lavada na corda ou no varal, para secar. Pois quem se mete a escrever devia fazer a mesma coisa. A palavra não foi feita para enfeitar, brilhar como ouro falso; a palavra foi feita para dizer (Graciliano Ramos, 1948).*

Este libro presenta los resultados obtenidos y las principales lecciones aprendidas durante el proceso de evaluación de un proyecto de construcción de 108 cisternas escolares de captación de agua de lluvia en municipios rurales del semiárido alagoano.

Las regiones semiáridas brasileñas, entre las que se encuentra el semiárido alagoano, tienen un clima que se caracteriza por sus escasas precipitaciones (las cuales están concentradas en épocas concretas del año) y altas temperaturas dando lugar a una importante deficiencia hídrica y a una gran vulnerabilidad a los desastres naturales.

Para hacer frente a este problema, desde los movimientos sociales y la sociedad civil brasileña han ido surgiendo diferentes propuestas para proporcionar agua potable a las familias y hacer frente a este problema (ASA, 2009).

Una de las propuestas más populares es la construcción de cisternas de placas<sup>1</sup> para la captación de agua de lluvia. A partir del año 2003, esta iniciativa que comenzó a nivel local pasó a formar parte de la Estrategia Nacional "Fome Zero", estableciéndose como meta política la construcción de un millón de cisternas rurales en todo el semiárido, materializada a través del Programa un Millón de Cisternas (P1MC). Aunque la construcción de las cisternas de placas es el núcleo de las acciones del P1MC, sus objetivos son más amplios pues también persigue la movilización, participación y formación de la población que vive en el Semiárido.

1 Las cisternas de placas son construidas localmente a partir de placas de cemento pre-construidas, cubiertas y por medio de un sistema de canalones acoplado a los tejados, reciben y almacenan el agua de lluvia.

En este contexto, fue firmado el 17 de noviembre de 2009 el convenio de financiación del Programa Cisternas - BRA-007-B entre el Instituto de Crédito Oficial - ICO en nombre del Gobierno de España y el Instituto Brasileño de Desarrollo y Sostenibilidad, en el ámbito del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento - FCAS de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo - AECID. La acción evaluada a lo largo de este documento, se enmarca en el componente de “Agua en las Escuelas” del Programa Cisternas –BRA-007B.

Las cisternas de placas son consideradas una tecnología social<sup>2</sup> de captación de agua de lluvia por su bajo coste y alto valor técnico, cultural y ambiental. Además, representa una solución destinada a garantizar agua de calidad a la población rural de baja renta y a mitigar los efectos que sobre ella tienen las sequías recurrentes y prolongadas que afectan a la región (Ventura et al., 2013).

El acceso a agua de calidad y en cantidad suficiente genera transformaciones profundas en la vida de las personas. Entre ellas, destaca que reduce la incidencia de las enfermedades, reorganiza las relaciones familiares, libera a mujeres y niños para otras actividades (estudiar, jugar, cuidar del hogar y de los niños, atender las labores del campo, participar en los grupos de la comunidad), permite la diversificación de la producción (garantizando la seguridad alimentaria), activa la economía local (ya que por lo general son albañiles locales los responsables de la construcción de las cisternas) y rompe con la dependencia política del suministro de agua (asociado al uso de camiones cisterna y otras fuentes de agua de dominio privado), favoreciendo las condiciones de vida ciudadana (Gomes et al., 2013).

Sin embargo, a pesar del innegable potencial de los proyectos de construcción de cisternas de placas para mejorar las condiciones de vida de las poblaciones locales del semiárido brasileño (tanto por la construcción de la cisterna, como por el proceso de movilización y participación social que ésta implica), no se dispone de muchas investigaciones que permitan demostrar la consecución de estos potenciales beneficios socioeconómicos.

Además, como sucede también con la difusión de otras tecnologías sociales, evaluar los resultados y el impacto de un proyecto de construcción de cisternas escolares es bastante más complejo que considerar simplemente el número de cisternas construidas.

---

2 Aunque no existe una definición oficial sobre el concepto de tecnología social, una de las definiciones más aceptadas es la de la Red de Tecnologías Sociales (RTS, 2010): la tecnología social es un conjunto de productos, técnicas y/o metodologías re-aplicables, desarrollada en la interacción con la comunidad a la que están destinadas, y que representan soluciones efectivas de transformación social.



Durante el proceso de evaluación, se debe considerar: i) la calidad técnica de la obra civil e hidráulica de las cisternas para garantizar tanto el almacenamiento como la calidad del agua, ii) el empoderamiento de la comunidad escolar<sup>3</sup> para gestionar y hacer un manejo sostenible del agua almacenada — y cómo ha sido esta gestión—, y iii) el impacto social que han tenido estas cisternas sobre las comunidades escolares, lo que puede ser medido a través de la percepción de las comunidades escolares beneficiarias o con distintos indicadores como la prevalencia de enfermedades gastrointestinales o el número de veces que la escuela se ve obligada a terminar las clases antes de tiempo.

La evaluación presentada en este libro ha sido realizada por el Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano de la Universidad Politécnica de Madrid (itdUPM) según el Termo de Parcería 012/2013 del Programa Cisternas BRA-007-B, firmado entre el Instituto Brasileño de Desarrollo y Sostenibilidad (IABS) y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Por su parte, la entidad responsable de la ejecución del proyecto evaluado, fue el Consórcio para o Desenvolvimento da Região do Ipanema (CONDRI).

Desde el itdUPM y el IABS el proceso de evaluación del proyecto de cisternas escolares se entendió desde el principio como una estrategia para fortalecer y contribuir a difundir los espacios para la innovación social que están siendo creados por las poblaciones del semiárido brasileño bajo el nuevo paradigma de Convivencia con el Semiárido<sup>4</sup>.

En este sentido, la evaluación fue entendida como una herramienta para favorecer la conciencia crítica y el aprendizaje, buscando fortalecer a las organizaciones involucradas en la implementación del proyecto. Y, al mismo tiempo, para extraer conclusiones y recomendaciones que pudieran mejorar tanto la finalización del proyecto evaluado, como el desarrollo de futuros proyectos de cisternas escolares en el semiárido brasileño.

En este sentido, esta publicación es un paso clave del proceso de evaluación, se busca que otros investigadores, técnicos de extensión, políticos y, por supuesto, organizaciones sociales trabajando bajo el paraguas de Convivencia con el Semiárido, tengan acceso a los resultados y principales lecciones aprendidas. Se busca, también, fomentar el diálogo social en torno a las buenas (y

3 Bajo el término comunidad escolar se engloban en este libro todos los profesionales que presentan sus servicios en una escuela (director, profesores, personal de la limpieza, vigías, cocineras, etc.), los alumnos y alumnas de la escuela así como sus padres y madres.

4 Este nuevo paradigma, surge para hacer frente al paradigma tradicional de lucha contra la sequía. Para más información sobre las diferencias entre ambos paradigmas se puede leer a Silva (2003).



malas) prácticas existentes alrededor de las tecnologías sociales. Y por supuesto, se busca incidir, de alguna manera, en la formulación de futuros programas y políticas que permitan a los pobladores del semiárido una convivencia sostenible con su entorno.

En el primer capítulo, se hace una breve contextualización de la importancia que tiene la evaluación en la difusión de proyectos basados en la re-aplicación de tecnologías. A continuación, en el segundo, se presenta la acción evaluada haciendo especial énfasis en las particularidades que implica el hecho de que la tecnología difundida se trate de una tecnología social. Seguidamente (tercer capítulo), se presenta la metodología de evaluación utilizada seguida por los principales resultados y lecciones aprendidas, estructurados en torno a las tres componentes de la misma: i) obra civil e hidráulica; ii) calidad del agua; y, iii) beneficios en las condiciones de vida de las comunidades escolares. Finalmente (quinto apartado), se presentan las principales recomendaciones del equipo evaluador para mejorar el desarrollo de futuros proyectos basados en la construcción de cisternas escolares.

# 1. LA IMPORTANCIA DE EVALUAR PARA RE-APLICAR

---

En el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo existe un amplio consenso acerca de la naturaleza y las finalidades de la evaluación. Tal y como se señala en la Política de Evaluación de la Cooperación Española (MAEC, 2013), la evaluación ha de ser un elemento de primer orden en cualquier programa o política pública, ya que resulta fundamental para promover el aprendizaje y la mejora continua e impulsar el cambio y la rendición de cuentas.

En este sentido, la evaluación en el contexto de los programas de captación de agua de lluvia en Brasil, es especialmente relevante, ya que no sólo están siendo ampliados y difundidos en el país, sino que también las tecnologías sociales empleadas están siendo llevadas a otros países de América Latina. Por ejemplo, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), en coordinación con el Ministerio de Agricultura de Haití, financiado por la Agencia Australiana para el Desarrollo Internacional (AusAID) y con el apoyo técnico y financiero de la Agencia de Cooperación Brasileña (ABC), está actualmente construyendo cisternas en Haití.

En el contexto del 1º Seminario Internacional de Convivencia con el Semiárido realizado en el Centro Xingó de Convivencia con el Semiárido<sup>5</sup>, el coordinador de Recursos Naturales y Adaptación al Cambio Climático del IICA Brasil, Beckman (2014), afirmó que “la evaluación es una estrategia clave tanto para difundir el nuevo concepto de Semiárido (pasando de la lucha a la convivencia), como para tener información rigurosa sobre las tecnologías sociales utilizadas para la captación de agua de lluvia, que permita responder a las críticas que surgen desde algunos movimientos. También, permite reflexionar sobre la mejor manera de llevar a cabo las re-aplicaciones de la tecnología (en base a los factores tanto de éxito como de fracaso que se pueden identificar gracias a la misma). Además, también es especialmente relevante para poder elegir entre diferentes tipos de tecnologías”.

---

5 El Centro Xingó de Convivencia por el Semiárido es una de las acciones apoyadas bajo el “Programa Cisternas” BRA-007, la cual fue especialmente pensada para difundir y apoyar el conocimiento local sobre tecnologías sociales y prácticas innovadoras y re-aplicables para garantizar el acceso sostenible, manejo y conservación al agua de calidad y para mejorar la convivencia con el semiárido de sus habitantes.

En relación con este último punto, es interesante destacar que en Brasil existe en este momento un conflicto entre diferentes movimientos y organizaciones, relativo a si es mejor universalizar el acceso al agua utilizando cisternas de plástico o cisternas de placas. A pesar de que la Articulación del Semiárido (ASA)<sup>6</sup> y la mayoría de las ONGDs trabajando en el semiárido se decantan por la tecnología de placa como la más valorada (por el hecho de tratarse de una tecnología social que implica un desarrollo local que va más allá del mero aumento de espacio para almacenar agua), es necesario tener evidencias para elegir con fundamento la tecnología a utilizar en la re-aplicación. En este contexto, la evaluación es uno de los instrumentos para reflexionar de manera crítica y sistemática sobre lo realizado y conseguir así estas evidencias.

No obstante, pese a que a grandes rasgos se entiende y reconoce la importancia de incentivar los procesos de aprendizaje y de reflexión críticas, hasta el momento, no se ha incluido en Brasil la evaluación como un componente más dentro de la actual metodología consolidada para la construcción de cisternas. Tal y como se señala desde la misma ASA, los componentes de su metodología para la re-aplicación de cisternas incluyen: i) movilización; ii) control social; iii) capacitación; iv) fortalecimiento institucional; v) comunicación; y vi) construcción de cisternas. Así, la evaluación no aparece de manera explícita en la metodología.

Hay que tener presente, no obstante, que muchos de los desafíos actuales que enfrenta la inclusión de la evaluación en los programas de re-aplicación de cisternas, son compartidos en mayor o medida por otros donantes y proyectos de nuestro entorno<sup>7</sup>.

También hay que destacar, que se están haciendo importantes esfuerzos por financiar y apoyar evaluaciones externas de los proyectos y programas desarrollados en el marco del P1MC. De hecho, tanto este libro, como el Libro 7 de la Serie Cooperação Brasil-Espanha - Acesso à Água e Convivência com o Semiárido - Programa Cisternas BRA 007-B, realizados ambos en el marco del Programa Cisternas BRA 007 B son el resultado de estos esfuerzos.

---

6 ASA, es un foro de organizaciones de la sociedad civil, que ha estado luchando por el desarrollo social, económico, político y cultural del semiárido brasileño, desde el año 1999. Actualmente, más de 700 organizaciones de diversos sectores, tales como iglesias católica y evangélica, organizaciones no gubernamentales de desarrollo y ambientalistas, trabajadores rurales y asociaciones urbanas, asociaciones comunitarias, sindicatos y federaciones de trabajadores rurales, son parte de la ASA. De esta forma, ASA es una de las principales entidades contratadas dentro del Programa Cisternas BRA 007-B.

7 Para más información sobre desafíos de evaluación a los que se enfrentan otros programas, se puede leer en el informe "Evaluating development activities" de la OCDE (2013).

Las principales evaluaciones llevadas a cabo en el marco del Programa Cisternas se sistematizan en la siguiente tabla.

**Tabla 1. Evaluaciones llevadas a cabo en el marco del Programa Cisternas.**

| Organización(es) responsable(es)   | Objetivos y metodología de la evaluación  | Referencias(i)        |
|--|---|-----------------------|
| Fundação Desenvolvimento Regional (FUNDER); FAO; EMBRAPA SEMIÁRIDO   | Objetivos: evaluar la selección de los beneficiarios del Programa Cisternas; analizar los procesos de capacitación de ASA; analizar los efectos de las cisternas sobre las condiciones de vida de la población local a partir de las percepciones de los beneficiarios; y, evaluar la eficiencia y eficacia de los recursos manejados por ASA en lo que compete al uso del agua y al mantenimiento de las infraestructuras. | MDS, (2006)           |
| Fundação Desenvolvimento Regional (FUNDER); FAO; EMBRAPA SEMIÁRIDO; Secretaria De Avaliação e Gestão da Informação (SAGI); Departamento de Avaliação e Monitoramento (DAM) | Objetivos: analizar y cuantificar el acceso descentralizado a agua potable en las familias beneficiarias del Programa Cisternas del MDS. Además, se buscó evaluar si las cisternas fueron construidas según las especificidades del Programa, y analizar si las familias tienen capacidad para llevar a cabo el mantenimiento de las infraestructuras.  | FUNDER et al., (2009) |
| Investigadores brasileños y canadienses  | Objetivo: evaluar el impacto del uso del agua de las cisternas en la ocurrencia de episodios de diarrea.  | Luna et al., (2011)   |
| Investigadores brasileños  | Objetivos: evaluación crítica del P1MC y del trabajo desarrollado por la ASA a partir del análisis de la integración e incorporación de los conocimientos técnicos a los saberes tradicionales de las comunidades beneficiadas por el P1MC y por la acción de la ASA.   | Gomes et al., (2013)  |



| Organización(es) responsable(es) | Objetivos y metodología de la evaluación  | Referencias(i)   |
|----------------------------------|---|--|
| Investigadores brasileños        | Objetivos: analizar la calidad del agua suministrada por las cisternas de Placas, en base a parámetros físico-químicos y bacteriológicos. | Amorim e Porto, (2001); Brito e Porto, (2005); Tavares, (2009); Alves, (2012); Carvalho e da Silva (2014). |

Fuente: IABS

(i) Las referencias completas pueden encontrarse al final de este libro en el capítulo de Bibliografía

Respecto a estos estudios, es interesante destacar el hecho de que tanto la evaluación que se presenta en este libro, como las de MDS (2006) y FUNDER et al, (2009) incorporan la perspectiva de los beneficiarios. Considerar la perspectiva de los beneficiarios aporta valor a la investigación, puesto que no sólo complementa y proporciona contexto a los datos, asegura una mayor satisfacción de los beneficiarios y una mejor utilización de los recursos, sino que aporta evidencias sobre si las agencias u organizaciones están haciendo lo que los beneficiarios realmente necesitan, incrementando la credibilidad y el interés de los donantes (Praag, 2011).

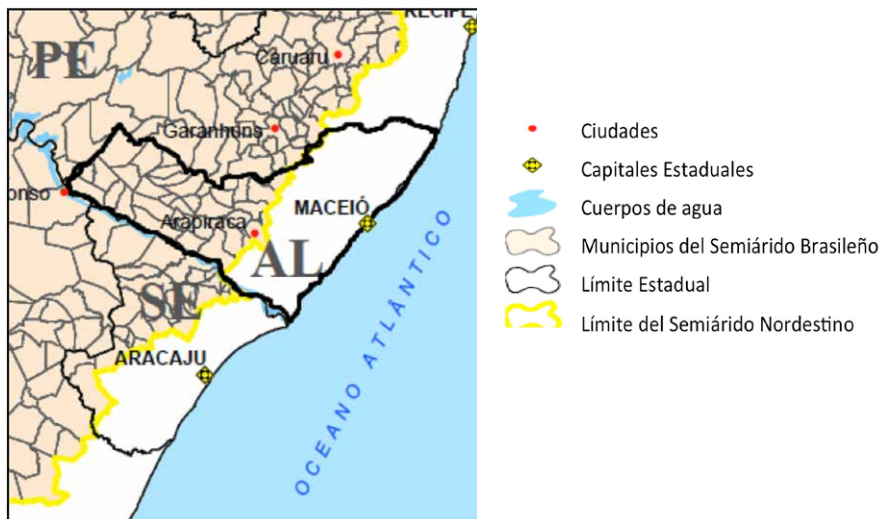
De acuerdo a lo establecido por el Ministerio de Desarrollo Social y Combate al Hambre (MDS), el objetivo de implementar cisternas escolares, es proporcionar agua con calidad y en cantidades suficientes para el consumo humano de alumnos y profesores en escuelas rurales con más de 50 estudiantes. Para esto, es instalada una cisterna de placas de 52.000 litros para la captación y el almacenamiento de agua de lluvia, previéndose la capacitación de la comunidad escolar en la gestión del agua y prácticas de Convivencia con el Semiárido.

## 2. EL PROYECTO EVALUADO

El Proyecto de Cisternas Escolares, objeto de la presente evaluación, incluye la construcción de 108 cisternas en 16 municipios<sup>8</sup> del semiárido alagoano entre los meses de Diciembre de 2012 y Diciembre de 2014. Como resultados, se esperaba que la tecnología mejorara las condiciones de vida, proporcionara mejores condiciones para la enseñanza y el aprendizaje, además de ampliar y mejorar la seguridad hídrica, alimentaria y nutricional de alumnos y profesores. En este contexto, el objetivo final de la evaluación aquí presentada era precisamente evaluar si se alcanzan o no estos resultados e identificar todos los posibles aspectos limitantes.

Para la ejecución del Proyecto de Cisternas Escolares, IABS contrató al Consórcio para o Desenvolvimento da Região do Ipanema (CONDRI), institución con una amplia experiencia en la construcción de proyectos de primera y segunda agua en el semiárido alagoano.

Figura 1 - Mapa del Estado de Alagoas.



Fuente: IBGE, 2007

8 Los 16 municipios beneficiados son: Canapí, Major Isidoro, Ólho D'água das Flores, Carneiros, Senador Rui de Palmeiras, Olivença, Palestina, São José da Tapera, Pao de Açúcar, Santana do Ipanema, Poço das Trincheiras, Maravilha, Cacimbinhas, Inhapi, Dois Riachos y Ouro Branco.



Paralelamente, IABS contrató al itdUPM para llevar a cabo la evaluación del Proyecto. La evaluación fue entendida como una herramienta para favorecer la conciencia crítica y el aprendizaje, buscando fortalecer las organizaciones involucradas en la implementación del proyecto al mismo tiempo que extraer conclusiones y recomendaciones que pudieran mejorar tanto la finalización del proyecto evaluado como el desarrollo de futuros proyectos de cisternas escolares en el semiárido brasileño. Para cumplir con estas expectativas, la evaluación se planteó como una acción constante dentro de las distintas fases del ciclo de vida del proyecto y el equipo de evaluadores adquirió responsabilidades concretas dentro del propio proceso de implementación del proyecto.

Antes de describir las diferentes responsabilidades adquiridas por los actores involucrados en el Proyecto de Cisternas Escolares, es importante destacar el hecho de que el proyecto se basa en la difusión de una tecnología social. Las tecnologías sociales han sido promovidas desde grupos de investigación y diversos movimientos sociales brasileños para incorporar valores y criterios de diseño construidos socialmente, con métodos menos tradicionales. Aunque no existe una definición oficial sobre el concepto de tecnología social, una de las definiciones más aceptadas es la de la Red de Tecnologías Sociales (RTS, 2010): la tecnología social es un conjunto de productos, técnicas y/o metodologías re-aplicables, desarrollada en la interacción con la comunidad a la que están destinadas, y que representan soluciones efectivas de transformación social.

Tal y como se puede apreciar en esta definición, el concepto de tecnología social presenta amplios márgenes de ambigüedad, implícitos al hecho de que las tecnologías se re-aplican<sup>9</sup> con las comunidades locales, aunque no todas las re-aplicaciones de una misma tecnología tienen que ser, necesariamente, iguales. Además, esta flexibilidad en la manera en la que son definidas las tecnologías sociales, hace que existan vacíos tanto en su diseño técnico como en la metodología seguida para ejecutar los proyectos. De igual manera, tampoco existe un reparto de responsabilidades claro para garantizar su sostenibilidad.

Con el objetivo de dar respuesta a algunas de estas limitaciones, el MDS ha establecido marcos legales para las diferentes tecnologías sociales que se engloban bajo los diferentes programas que apoya. Estos marcos legales, que pretenden favorecer la universalización de las tecnologías, se construyen de

9 Según la Fundação Banco do Brasil (2004), la “re-aplicación” de la tecnología es la operación de adecuación – vía re-significación- y difusión no mecánica a diversos contextos locales. Así, cada proceso de implementación local de una tecnología implica nuevas acciones de desarrollo tecnológico, nuevas operaciones cognitivas, y nuevas relaciones usuario-productor.



manera participativa y en base a las experiencias de las organizaciones que ya han trabajado en la implementación de la tecnología social para la que se pretende crear lo que se denomina como “padrón”<sup>10</sup>.

En el caso de la tecnología de cisternas escolares, se trata de una tecnología muy reciente y para la que en el momento en el que se inició el proyecto no existía todavía un *marco normativo*<sup>11</sup>. Ante la ausencia de unas directrices específicas en el momento de comenzar la implementación, la metodología adoptada por CONDRI para la ejecución del proyecto fue adaptada de la metodología ya consolidada por el MDS para las cisternas de Primera Agua (16.000 litros) y para las Cisternas Calçadão de Segunda Agua (52.000 litros), y se desarrolló siguiendo las siguientes fases:

- Movilización y selección de las escuelas beneficiadas;
- Capacitaciones en gestión de agua y prácticas de convivencia con el semiárido con miembros de las comunidades escolares beneficiadas;
- Capacitaciones en la metodología constructiva de la cisterna escolar con pedreiros<sup>12</sup> locales;
- Apoyo en la formación de “Comités Gestores de Agua”;
- Implementación de la tecnología.

Además de estas fases definidas por CONDRI, el Proyecto de Cisternas Escolares, incorporaba una fase de Evaluación a ser desarrollada por el itdUPM.

La siguiente Tabla presenta las fases, actividades y responsabilidades que sirvieron de base al equipo para estructurar la evaluación del Proyecto de Cisternas Escolares.

---

10 La búsqueda de un “padrón” para la implementación de las tecnologías sociales está directamente vinculada con la existencia de proyectos y programas que buscan su universalización (como sucede con el P1MC). Estos padrones, se traducen en kits y manuales que son criticados desde diferentes movimientos sociales, ya que la pérdida de flexibilidad que implican a la hora de hacer las re-aplicaciones supone, según estos movimientos, que se pierda parte de la esencia de las tecnologías sociales generándose los mismos problemas que con las “tecnologías convencionales”.

11 En la actualidad este marco legal viene dado por la Instrução Operacional nº 2, de 15 de abril de 2014, y por el Anexo da Instrução Operacional nº 2, de 15 de abril de 2014.

12 Pedreiro es el nombre por el que se conoce a los albañiles en Brasil.

Tabla 2. Fases, actividades y responsabilidades del Proyecto de Cisternas Escolares

| FASES                                    | ACTIVIDADES  | ACTOR(ES) RESPONSABLE(S)                                   |
|--|--|--|
| Movilización y selección de las escuelas | Realizar los encuentros de movilización territorial como espacios para la interacción y el diálogo de todos los actores involucrados con el proyecto                   | CONDRI   |
|  | Identificar las escuelas a ser atendidas por el proyecto   | CONDRI + Secretarías de Educación Municipales              |
|  | Realizar reuniones con las comunidades escolares para presentarles el proyecto y su rol en las diferentes etapas del mismo   | CONDRI   |
|  | Realizar un diagnóstico para la caracterización de las escuelas beneficiarias y para establecer una línea de base con sus necesidades antes de la llegada del proyecto | UPM  |
| Capacitación                             | Desarrollar el contenido de la capacitación, las técnicas de enseñanza y los materiales a ser utilizados   | CONDRI   |
|  | Seleccionar los beneficiarios que participarán en la capacitación  | CONDRI   |
|  | Realizar las capacitaciones  | CONDRI   |
|  | Formar "Comités Gestores" para garantizar el buen uso del agua de la cisterna  | Escuelas beneficiarias + Secretarías de Educación + CONDRI |
|  | Acompañar las capacitaciones desarrolladas por CONDRI como parte de la evaluación de proceso   | UPM  |

| FASES                     | ACTIVIDADES  | ACTOR(ES) RESPONSABLE(S)                          |
|---------------------------|--|---|
| Proceso constructivo      | Seleccionar el lugar donde la cisterna va a ser instalada y acondicionar ese lugar                   | CONDRI  |
|                           | Construir la cisterna y el sistema de captación de agua de lluvia e instalar la bomba                | CONDRI  |
|                           | “Acabar” la cisterna (enyesar, pintar...)  | CONDRI  |
|                           | Lavar el tejado y repararlo en caso necesario  | CONDRI  |
|                           | Lavar la cisterna  | Secretarías de Educación o CONDRI (*)             |
|                           | Rellenar por primera vez la cisterna de agua una vez finalizado el proceso constructivo              | CONDRI o Secretarías de Educación (*)             |
|                           | Acompañar las construcciones desarrolladas por CONDRI como parte de la evaluación de proceso         | UPM   |
| Operación y mantenimiento | Garantizar que la cisterna en caso de no llenarse con agua de lluvia recibe agua del camión cisterna | Secretarías de Educación                          |
|                           | Realizar el mantenimiento periódico de las cisternas (lavado anual, limpieza del tejado, etc.)       | Escuelas beneficiarias + Secretarías de Educación |
|                           | Reparar los potenciales desperfectos en la cisterna, el sistema de captación y/o la bomba            | Escuelas beneficiarias + Secretarías de Educación |
|                           | Garantizar que existe la capacidad local para reparar los potenciales desperfectos de la cisterna    | SIN DEFINIR                                       |
|                           | Garantizar que el agua de las cisternas es potable   | SIN DEFINIR                                       |
|                           | Realizar una asistencia técnica a los Comités Gestores para garantizar la correcta gestión del agua  | SIN DEFINIR                                       |
| Evaluación                | Evaluar los resultados y efectos generados por el proyecto en la población beneficiada               | UPM   |

Fuente: IABS

(\*) Durante el proceso constructivo de las cisternas de placas es necesario rellenar dos veces de agua la cisterna: una para el lavado de la misma y la otra para garantizar que la cisterna finalizada tiene agua y evitar que se resquebraje. Según las responsabilidades establecidas en el marco del Proyecto de Cisternas Escolares, uno de los llenados es responsabilidad de CONDRI y el otro de las secretarías de educación.



Tal y como se puede observar en la tabla, hay una serie de actividades para las cuales no hay un responsable definido. Esto se debe, principalmente, al carácter “colectivo” de las cisternas escolares, el cual ha repercutido significativamente tanto en la ejecución del proyecto, como en los resultados de la evaluación aquí presentada.

### *Las dificultades aparecidas durante la ejecución del proyecto*

A lo largo de la ejecución del Proyecto de Cisternas Escolares, han ido apareciendo diferentes dificultades que han condicionado la ejecución del mismo. Dada la importancia de conocer y entender estas dificultades para minimizarlas en futuros proyectos, a continuación se resumen los aspectos que, bajo criterio del equipo evaluador, más han afectado a los plazos del proyecto:

- La imposibilidad de construir cisternas en algunas de las escuelas inicialmente seleccionadas como beneficiarias. Esto se ha debido a tres motivos principales: i) la existencia de suelo muy rocoso que imposibilitó escavar el hueco necesario para construir la cisterna; ii) el proceso de nucleación<sup>13</sup> de las escuelas rurales en Brasil; iii) la falta de terreno para construir la cisterna; y iv) la escuela fue mal identificada y ya tenía una cisterna para la captación de agua de lluvia;
- La dificultad para garantizar que las secretarías de educación cumplan con sus responsabilidades en relación a la contrapartida necesaria durante el proceso constructivo;
- La dificultad de encontrar interlocutores en las escuelas que se “hagan responsables” de acompañar el proyecto.

Para entender algunas de estas dificultades, en especial las dos últimas, es importante tener en cuenta que, como ya se ha comentado con anterioridad, este proyecto es uno de los primeros proyectos de Cisternas Escolares siendo implementado en Brasil. El hecho de ser prácticamente un proyecto piloto unido a la flexibilidad intrínseca a las Tecnologías Sociales, hizo que desde CONDRI se “infravalorara” la tecnología de las cisternas escolares, asumiendo que trabajar con éstas iba a ser igual que trabajar con las cisternas familiares (primera agua) con la única diferencia de sustituir las cisternas de 16.000 litros por la de 52.000 litros.

13 La nucleación, es un proceso que tiene como objetivo la organización de la enseñanza en el medio rural en torno a las denominadas “escuelas-núcleo”. Estas escuelas atienden a alumnos que son desplazados de escuelas de menor tamaño que estaban localizadas en pequeñas localidades y que están siendo cerradas como parte del proceso. Así, varias de las escuelas inicialmente beneficiadas por el proyecto, se cerraron como parte del proceso de nucleación.

Sin embargo, el acompañamiento realizado por el equipo evaluador a las actividades del proyecto, pone de relevancia que existen diferencias importantes entre las cisternas familiares y las escolares que no fueron tenidas en cuenta a la hora de diseñar el Proyecto de Cisternas Escolares. La más importante de estas diferencias es, según palabras del Secretario Ejecutivo de CONDRI, “trabajando con cisternas familiares, la familia es claramente la futura dueña de la cisterna y esto hace que las personas se impliquen; sin embargo, la escuela no tiene dueño y al mismo tiempo todos son dueños, y eso hace que sea muy difícil conseguir la contrapartida esperada”.

De esta forma, es importante subrayar aquí que el carácter “colectivo” de las cisternas escolares, algo que debe ser tenido en cuenta en el diseño de cualquier nueva estrategia de re-aplicación de este tipo de tecnologías.





### 3. LOS COMPONENTES DE LA EVALUACIÓN

Tal y como se ha visto en los capítulos anteriores, la evaluación llevada a cabo por el itdUPM, se entendió desde el principio como una herramienta para favorecer la conciencia crítica y el aprendizaje, buscando fortalecer a las organizaciones involucradas en la implementación del proyecto al mismo tiempo que extraer conclusiones y recomendaciones que pudieran mejorar tanto la finalización del proyecto evaluado como el desarrollo de futuros proyectos de cisternas escolares.

Con esta finalidad, se diseñó una evaluación basada en el análisis de tres componentes del Proyecto de Cisternas Escolares cuyos procesos y resultados se retroalimentan entre sí: la obra civil e hidráulica; la calidad del agua suministrada por las cisternas; y los efectos sobre las condiciones de vida de la comunidad escolar.

Figura 2 - Componentes de la evaluación



La evaluación analiza en detalle estos componentes durante la ejecución del proyecto y una vez concluido el mismo (análisis denominados “evaluación de seguimiento” y “evaluación ex-post”, respectivamente). Pero también incluye una fase previa de evaluación (“evaluación ex-ante”) con el objetivo de establecer la línea de base del proyecto, o lo que es lo mismo, el punto de partida en el

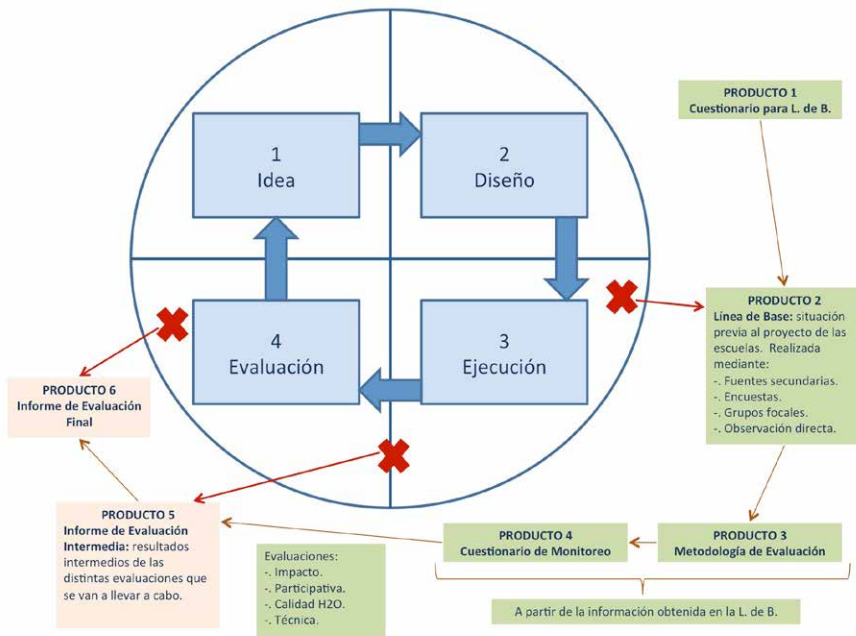


que se encontraban las escuelas beneficiarias del proyecto antes de la llegada del mismo.

Conocer este punto de partida, es especialmente relevante ya que permite conocer las necesidades de los beneficiarios. Un proyecto será pertinente si responde a unas necesidades bien establecidas, y además será exitoso, si ha tenido en cuenta los potenciales de los grupos de la comunidad.

De esta forma, la evaluación se planteó como una acción constante dentro de las distintas fases del ciclo de vida del proyecto de cisternas escolares. Así, tal y como se puede ver en la Figura 3, se desarrollaron tres evaluaciones interconectadas temporal y lógicamente: una evaluación ex-ante, una evaluación de seguimiento y una evaluación ex-post.

Figura 3 - La evaluación en el ciclo de vida del proyecto



En los siguientes capítulos, se describe cada uno de los análisis realizados, detallando tanto la metodología empleada, como los principales resultados encontrados.



### 3.1. Las escuelas beneficiarias

Tal y como se ha explicado anteriormente, un proyecto será pertinente sólo si responde a unas necesidades bien establecidas de los beneficiarios. Así, para poder evaluar la pertinencia del Proyecto de Cisternas Escolares, se visitaron las 108 escuelas beneficiarias del proyecto (con ayuda del personal de CONDRI), y se aplicó en cada una de ellas un cuestionario. En la mayoría de los casos este cuestionario se aplicó al director/a de la escuela, aunque en algunos casos en los que no se encontraba presente, se llevó a cabo con lo/as profesores/as.

La aplicación de este cuestionario, permitió realizar una descripción de las escuelas beneficiarias y de sus necesidades. Gracias a las mismas, el equipo evaluador pudo comprobar la relevancia e importancia de llevar a cabo el Proyecto de Cisternas Escolares entre las escuelas beneficiarias.

A continuación se describen los principales hallazgos sobre los que se sustenta esta afirmación de pertinencia del proyecto.

#### La comunidad escolar

Para poder evaluar los efectos del proyecto en las condiciones de vida de los beneficiarios, lo primero a tener claro es quiénes se benefician de la Construcción de las Cisternas Escolares.

Según el MDS, el objetivo de implementar cisternas escolares, es proporcionar agua de calidad y en cantidades suficientes para el consumo humano de alumnos y profesores de escuelas localizadas en zonas rurales. Sin embargo, dentro de las escuelas, también hay otros funcionarios que se benefician del agua de la cisterna, como por ejemplo los vigías y las cocineras. También los padres y madres de los alumnos/as se benefician de esta agua.

Teniendo en cuenta todo esto, al diseñar la evaluación se consideró que la beneficiaria del proyecto, era la comunidad escolar en su conjunto. Y dentro de esta comunidad se incluye a los alumnos y alumnas de la escuela, sus padres y madres y todos los profesionales que presentan sus servicios en la escuela (director, profesores, personal de la limpieza, vigías, cocineras, etc.).

Según los datos proporcionados por los cuestionarios aplicados, en 2013 existían un total de 12.597 alumnos matriculados en las 108 escuelas rurales beneficiarias del proyecto. Llama especialmente la atención la disparidad del número de alumnos por escuela. Así, la línea de base pone de relevancia que una

de las escuelas beneficiarias tiene 13 alumnos, mientras que otra presenta 540 alumnos. También merece la pena destacar que más de la mitad de las escuelas tienen entre 20 y 80 alumnos matriculados.

El número de profesores en las escuelas varía de 1 profesor a los 23. Con una relación media de aproximadamente 20 alumnos por profesor, las escuelas cuentan con 6 profesores de media y la mayoría (más del 75%) tienen entre 1 y 10 profesores.

Además hay una media de 7 funcionarios (incluyendo cocineras, limpiadoras y vigías) trabajando en las escuelas. Al igual que sucede con los profesores, la mayoría de las escuelas (más de un 75%) tienen entre 1 y 10 funcionarios trabajando, pero las escuelas con elevado número de alumnos tienen números mayores, siendo el máximo los 58 funcionarios en la escuela que tiene los 540 alumnos matriculados.

Las horas de clase que imparten las escuelas se organizan en turnos, siendo los turnos matutino y vespertino los más frecuentes. El número de alumnos por turno varía de 7 a 203 alumnos, siendo 55 el número medio de alumnos por turno. En relación con la tasa de asistencia en las escuelas beneficiarias, los resultados son mucho más homogéneos, presentándose una tasa de asistencia media del 94%.

En relación con el número de horas por turno, varía entre las 4 horas sin incluir el tiempo de la comida y las 5 horas incluyendo el tiempo de la comida, aunque la mayoría de las escuelas ofrecen turnos de cuatro horas incluyendo el tiempo de la comida. Como se expone más adelante, el número de horas de clase de cada turno está estrechamente ligado a la disponibilidad de agua en las escuelas, ya que estas se ven obligadas a reducir las horas de clase cuando no disponen del agua necesaria.

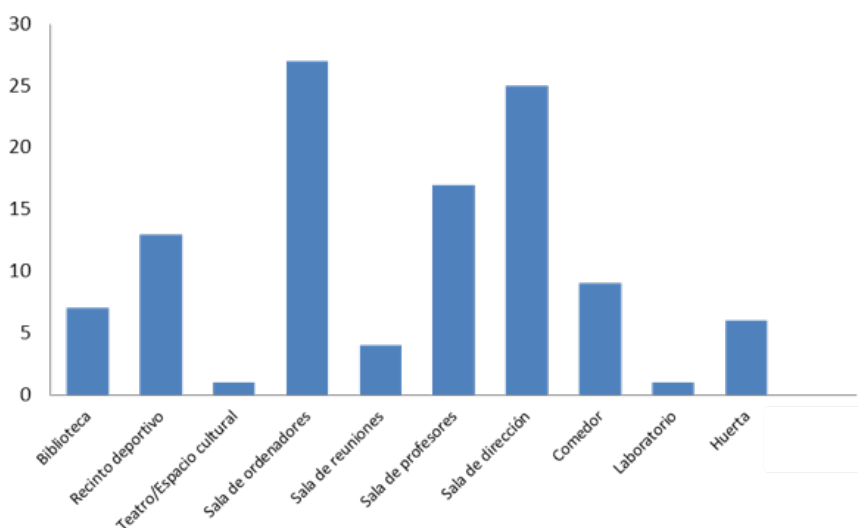
### **Recursos, instalaciones y servicios básicos en las escuelas**

En este epígrafe se analizan tanto las instalaciones y servicios básicos de las escuelas, como la satisfacción de sus funcionarios con las mismas. Así, en primer lugar merece la pena destacar, que el 96% de los entrevistados (que se corresponden con 105 de las 108 escuelas), consideraba que era necesario ampliar los recursos, instalaciones y/o servicios básicos en sus escuelas.

En relación con el número de aulas, en general, todas las escuelas cuentan con un número apropiado en función del número de alumnos. Así, tan sólo se encontraron 3 escuelas que superan el máximo de 50 alumnos por aula permitido por ley en Brasil.

Además, todas las escuelas cuentan con un número de baños que consideran apropiado para el número de alumnos (lo cual no quiere decir que haya agua en el mismo, como se verá más adelante). Sin embargo, como muestra la Figura 4, las escuelas tienen pocos espacios diferentes a las aulas, siendo la sala de ordenadores y la sala de dirección los espacios más frecuentes.

Figura 4 -Número de escuelas en función de los espacios existentes.



Además, se ha podido constatar que equipamientos como aire acondicionado e internet, son muy escasos en las escuelas. Así, tan sólo 4 de las 108 escuelas dispone de aparatos de aire acondicionado y tan sólo 6 de las 108 dispone de acceso a internet.

En relación con los servicios básicos, los resultados encontrados son muy diferentes dependiendo del tipo de servicio. Así, mientras el 96% de las escuelas están conectadas a la red eléctrica, el 90% de las mismas no está ligado a una red de saneamiento. De estas escuelas que no están ligadas a la red de saneamiento, la mayoría cuenta con un sistema de fosa séptica, aunque merece la pena destacar que 9 de las escuelas afirman no tener ninguno de los dos sistemas.



En lo que concierne al abastecimiento de agua, aspecto más relevante para los fines del estudio, tan sólo el 18% de las escuelas (20 escuelas de las 108) disponen de grifos conectados a una red de abastecimiento. Esta situación es todavía más negativa si se tiene en cuenta que solamente 5 escuelas afirman tener garantizado el abastecimiento diario de agua de la red pública.

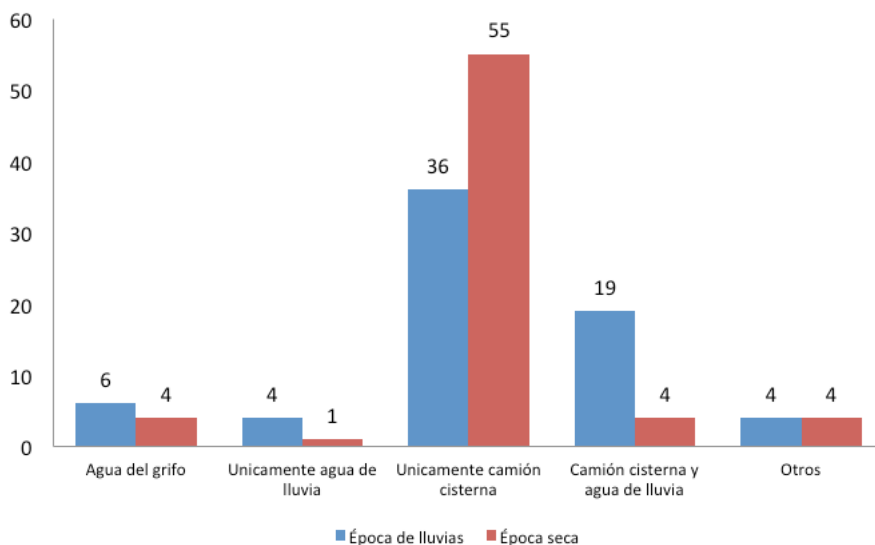
Para hacer frente a esta realidad de falta de acceso a agua, el 60% de las escuelas beneficiarias afirman disponer de algún tipo de estructura de captación y almacenamiento de agua de lluvia para abastecerse y garantizar su funcionamiento. Entre estas estructuras destacan las cisternas de captación de agua de lluvia, las cajas de agua y los tanques. La capacidad en litros de las estructuras de almacenamiento de las escuelas varía entre los 1.000 y los 40.000 litros. Además, según se pudo constatar, en la mayoría de los casos estas estructuras se construyen gracias a recursos municipales y en menos de un 10% de los casos, se construyen con recursos de la propia escuela.

Es importante destacar que queda aproximadamente un 20% de escuelas que dicen no disponer de ninguno de estos dos sistemas para el abastecimiento de agua, teniendo que recurrir a fuentes de agua comunitarias para cubrir sus necesidades. Entre estas, se han detectado escuelas que debido a la necesidad de agua y a la falta de medios, buscan alternativas de todo tipo para abastecer las estructuras de almacenamiento. Así, el personal de una de las escuelas acude a una fuente pública con un carro de bueyes para obtener agua y en otra de las escuelas utilizan el agua de la casa de una profesora.

También cabe señalar que 4 de las escuelas se quejan de que sus cisternas o reservorios pierden agua o se encuentran en mal estado, a su vez hay dos escuelas que afirman haber tenido que dejar de usar sus estructuras de almacenamiento por encontrarse demasiado deterioradas. Estos hallazgos, subrayan la importancia de tener en cuenta el mantenimiento de las cisternas durante el proceso de diseño y evaluación.

Por otro lado, según la información recogida, las estructuras de almacenamiento de agua de las escuelas se abastecen principalmente de agua proveniente de camiones cisterna, seguido de agua que captan de la lluvia. Como se puede apreciar en la Figura 5, donde se presenta el origen del agua en las escuelas en función de la época del año, el abastecimiento con agua de lluvia disminuye significativamente durante la época de seca, aumentando en consecuencia la necesidad de abastecimiento de agua por camión cisterna.

Figura 5 - Número de escuelas según el abastecimiento de sus estructuras de almacenamiento de las escuelas en la época de lluvias y en la época seca.



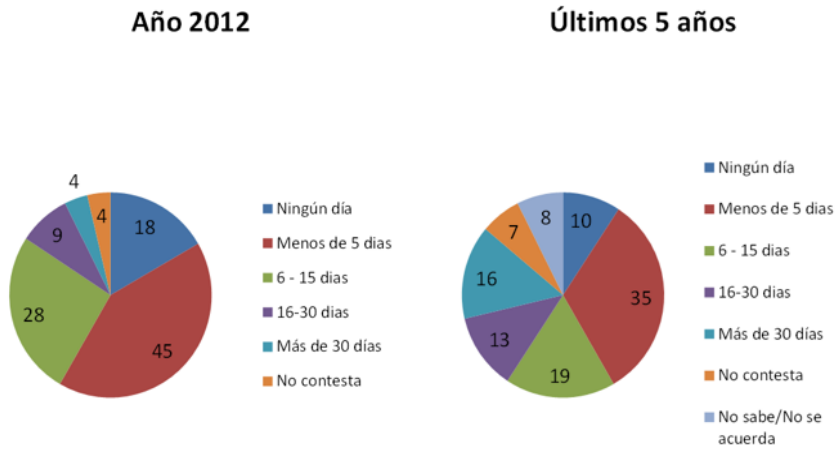
Estos resultados sugieren, en gran medida, que el problema al que se enfrentan las escuelas beneficiarias, no es tanto la falta de agua (disponible gracias a los camiones), sino la falta de capacidad para almacenarla.

La combinación de no tener acceso a un sistema de abastecimiento de agua potable, junto con la falta de estructuras de almacenamiento apropiadas, da lugar a que el 83% de las escuelas beneficiarias afirmen haber pasado algún día sin agua en 2012. En el 45%, no se han superado los 5 días sin agua, pero hay que resaltar la existencia de 4 escuelas que dicen haber pasado más de un mes sin agua. Otro 80% de las escuelas afirman haber pasado también días sin agua en los últimos cinco años (2007-2012).

La Figura 6, muestra los días de media que las escuelas estuvieron sin agua comparando los resultados de 2012 con los del período 2007-2012 en función de las respuestas de los entrevistados. En esta comparación se observa que en 2012 ha habido una reducción en el número de días que las escuelas han estado sin agua, por lo que se deduce que esta situación de falta de agua se trata de un problema recurrente que lleva años sucediéndose en la región y no de una situación puntual.



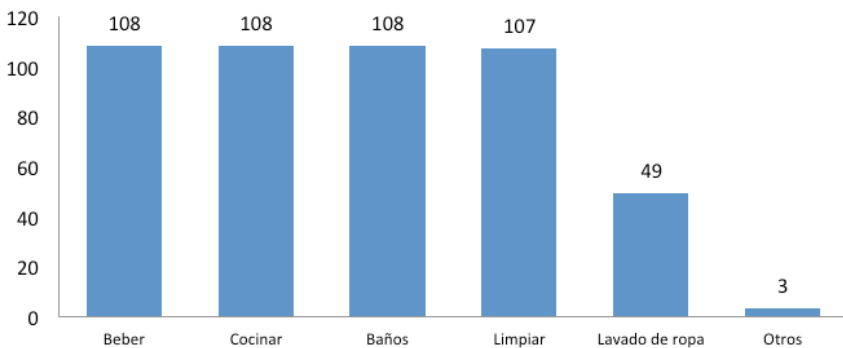
Figura 6 - Comparativa entre el año 2012 y el período 200-2012 del número de escuelas en función de los días que han estado sin agua.



Además la mitad de las escuelas dicen haber tenido que cancelar clases y liberar a los alumnos en el último semestre del 2012 debido a la falta de agua. En la mayoría de los casos, las cancelaciones han durado entre 1 y 5 días, pero se dan algunos casos más extremos como una escuela del municipio de Canapi que ha tenido que cancelar sus clases durante 20 días.

Otro resultado interesante de la línea de base, es en relación a los usos del agua en las escuelas. Tal como se puede observar en la Figura 7, todas las escuelas utilizan el agua para beber, para cocinar y para los baños y todas menos una utilizan el agua para limpiar. Además, el 45% de las escuelas requieren también agua para lavar ropa de los funcionarios.

Figura 7 - Número de escuelas según los usos del agua.



Otros usos del agua mencionados han sido como riego del huerto y para proporcionar a la comunidad. Cabe destacar, que durante la aplicación del cuestionario varias escuelas afirmaron que con la llegada de la cisterna escolar esperaban poder aumentar los usos del agua (especialmente en lo referente a poder tener huertos escolares).

En relación con la calidad del agua en las escuelas, el 91% de las escuelas afirman realizar algún tipo de tratamiento al agua que consumen. El 72% de ellas cloran el agua y el 58% utilizan filtros. Además 6 de las escuelas tratan el agua con Abate<sup>14</sup>.

Como parte del cuestionario de línea de base se les preguntó a las escuelas por la apariencia, el olor y el sabor del agua, ya que estos son los primeros parámetros básicos a medir para determinar la calidad del agua. El 90% de las escuelas consideraron que el agua de la que disponen está limpia, el 87% consideró que el sabor es agradable y el 72% afirmó que el agua no presenta olor. A pesar de estos resultados relativamente positivos, el hecho de que un 10% de las escuelas consideren que el agua no está limpia justifica la inclusión de un estudio de calidad del agua en el marco de la evaluación. Además, los cuestionarios también pusieron de relevancia la frecuencia de enfermedades relacionadas con la calidad del agua entre el alumnado, destacando las enfermedades diarreicas, la amebiasis y el dengue.

Otro hallazgo interesante de la evaluación ex-ante, es que el 92% de las escuelas reconocen sentir o haber sentido preocupación por la escasez de agua para garantizar el normal funcionamiento de la escuela. Según los entrevistados, la falta de agua altera todo el funcionamiento de la escuela en general, obligando a cerrarla o a impartir menos horas de clase, alterando la preparación de las comidas y dificultando la limpieza y en consecuencia afectando al rendimiento y aprendizaje de los alumnos.

Por otro lado, el 28% de las escuelas afirman que la falta de agua es motivo de conflicto entre la escuela y las personas de la localidad que no están relacionadas con la misma. Estos conflictos se tratan principalmente de discusiones, y en algunos casos agresiones verbales, motivados por la escasez de agua que sufren tanto escuelas como comunidades de sus alrededores.

Es importante tener en cuenta, que en ocasiones de emergencia, es normal encontrar en las regiones rurales semiáridas escuelas que comparten el agua con las familias que viven en sus inmediaciones.

---

14 Producto químico para impedir el desarrollo de larvas en el agua.



Así, las escuelas mencionan situaciones de vecinos cogiendo agua de las cisternas escolares, vecinos que toman más agua de la que les corresponde de los camiones cisterna que en teoría son destinados a las escuelas, o vecinos que se niegan a ayudar a la escuela cuando esta solicita agua para poder continuar con su actividad. En menor medida también se dan reclamaciones por parte de los padres de los alumnos, quienes no comprenden por qué sus hijos salen antes de clase o se quejan por la falta de higiene del ambiente escolar.

A modo de resumen, se puede afirmar que existe una falta de capacidad general de las escuelas beneficiarias a la hora de captar y almacenar el agua necesaria para su correcto funcionamiento, lo que justifica y demuestra la pertinencia del proyecto Cisternas Escolares.

Además, los indicios encontrados durante la evaluación ex-ante, sobre las dificultades de mantenimiento de las estructuras de almacenamiento de agua, y sobre la calidad del agua suministrada por las mismas, avalan la realización de una evaluación intermedia y ex-post que contemple los tres componentes establecidos (obra civil e hidráulica; calidad del agua suministrada por las cisternas; y efectos del proyecto sobre las condiciones de vida de la comunidad escolar). En los próximos capítulos se desagregarán los resultados de cada uno de estos componentes.

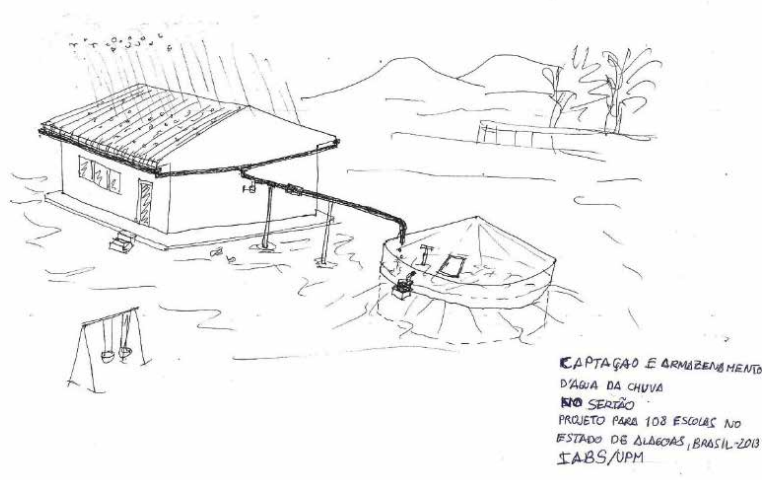
### 3.2. Evaluación de la obra civil e hidráulica

La adecuada dotación de infraestructuras es una condición necesaria, aunque no suficiente, para asegurar que el proyecto de cisternas escolares realmente mejora las condiciones de vida de las comunidades escolares en las que se implementa.

En primer lugar, es importante entender en qué consiste la tecnología para, posteriormente, poder analizarla. En esencia, el sistema consta de una canalización horizontal abierta para la recogida del agua de lluvia captada en el tejado de las escuelas, que es conducida mediante otras canalizaciones colectoras hasta el depósito de acumulación (una cisterna de 52 m<sup>3</sup> de capacidad). Este depósito de acumulación está semienterrado y cerrado en su mayor parte a la atmósfera con una cubierta cónica que presenta varias vías de entrada: ventilación, rebosadero, bomba manual, boca de hombre para entrada. De este depósito el agua es extraída mediante la bomba manual y una vez extraída es transportada hasta los puntos de consumo como bebederos, baldes, cocinas y baños.



Figura 8 - Esquema general del sistema de captación de agua de lluvia.



Fonte: Autor: José Antonio Mancebo

La evaluación de la obra civil e hidráulica se llevó a cabo con la finalidad de analizar tanto la pertinencia de la tecnología, como las técnicas y materiales utilizados para la construcción de las infraestructuras.

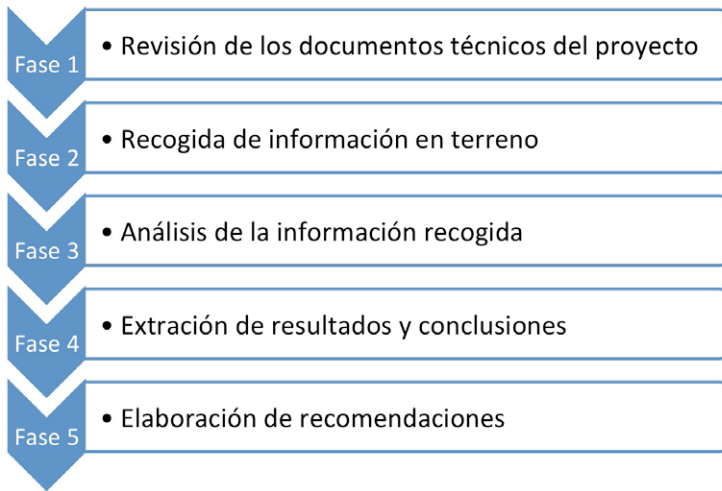
La infraestructura técnica del Proyecto de Cisternas Escolares puede dividirse en dos partes principales: la obra civil (que es fundamentalmente la cisterna o depósito) y la obra hidráulica de captación del agua de lluvia en el tejado y su conducción al depósito incluyendo la bomba para la extraer el agua. Así, en la evaluación se llevó a cabo con relación a tres elementos principales: i) la cisterna; ii) la bomba manual para la extracción del agua de la cisterna; iii) las canalizaciones con su soportado. Además se han analizado otros elementos como la superficie de captación en los tejados y el resto del camino del agua hasta su consumo.

La evaluación de la obra civil e hidráulica comenzó con la revisión de los documentos técnicos del proyecto, continuó con un acompañamiento del proceso de construcción de las cisternas y concluyó con una evaluación ex – post con las cisternas ya construidas donde se analizó el funcionamiento técnico de las mismas.

Estas actividades se enmarcaron en un proceso de cinco fases consecutivas tal y como se presenta en siguiente figura.



Figura 9 - Fases de la evaluación técnica de las infraestructuras



Tal y como se explicó anteriormente, no existía ningún manual de referencia para la implementación de la tecnología social de las cisternas escolares en el momento en el que CONDRI comenzó la ejecución del proyecto. Por tanto, se adaptaron los documentos técnicos de las cisternas de primera agua para ejecutar el proyecto. Así, el primer resultado de la evaluación de la obra civil e hidráulica es la falta de un documento técnico apropiado, ya que en los existentes se establece de manera demasiado general las bases del proyecto, las metas y actividades para su consecución, las especificaciones técnicas y el presupuesto.

Este tipo de documentos es clave, ya que además de permitir estudiar la idoneidad de la tecnología, como parte del análisis ex-post es habitual el comprobar si se cumplen en las infraestructuras construidas las especificaciones del documento técnico. De esta forma, el no tener un documento técnico bien definido limita claramente esta comparación dificultando el proceso de evaluación. Sin embargo, ya existe un marco legal en el que claramente se define la tecnología de las cisternas escolares: la Instrução Operacional nº 2, de 15 de abril de 2014, y el Anexo da Instrução Operacional nº 2, de 15 de abril de 2014. En consecuencia, las futuras evaluaciones de cisternas escolares que se lleven a cabo, no deberían enfrentar la limitación a la que se enfrentó la evaluación presentada en este libro.

La Fase 2 de recogida de información en terreno abarcó el acompañamiento de la construcción de 19 cisternas incluyendo las siguientes actividades:

- a) Observación técnica durante la construcción de las cisternas
- b) Identificación mediante formulario de campo de posibles incidencias o problemas en las infraestructuras construidas
- c) Prueba hidráulica a carga máxima. Esta actividad consiste en llenar la cisterna hasta su capacidad máxima (52 m<sup>3</sup>) y medir en 24 horas un posible descenso en el nivel del agua provocado por fugas
- d) Grupo focal con los pedreiros. Esta actividad se llevó a cabo para incorporar las percepciones de los pedreiros en la evaluación en relación a los motivos existentes detrás de los retrasos en las construcciones y de las incidencias detectadas en las infraestructuras.

Para poder realizar estas actividades, dos miembros del equipo de evaluación del itdUPM estuvieron viviendo en la zona del proyecto durante 6 meses. Esto ha permitido al equipo evaluador realizar una detallada evaluación de proceso (en la que han participado los diferentes actores locales involucrados en el proyecto), extrayendo relevantes conclusiones y recomendaciones.

La Fase 3 del proceso de evaluación basada en el análisis de la información recogida incluyó un análisis cualitativo de las informaciones, un análisis estructural del depósito de las cisternas (para lo cual se modelizó mediante el programa comercial de elementos finitos SAP 2000), y la triangulación de las informaciones recogidas a partir de las diferentes actividades descritas en la Fase 2 de recogida de información.

La Fase 4 (resultados y conclusiones), se organizó en torno a los tres componentes principales de las infraestructuras: la cisterna, la bomba manual para la extracción del agua de la cisterna y las canalizaciones con su soportado. A modo de resumen, el análisis llevado a cabo confirmó la idoneidad de la tecnología empleada en la construcción de las infraestructuras. A ello se añade que la tecnología empleada es de bajo coste, asumible por la población, que participa activamente en todas las fases del proyecto, incluso en el mantenimiento de las instalaciones. Este carácter "social", no hace sino reforzar su idoneidad en un contexto como el semiárido brasileño en el que las oportunidades de acceder a fuentes de renta son muy limitadas.

A continuación se sistematizan los principales hallazgos para cada uno de los componentes con el objetivo tanto de describir la realidad encontrada en relación a la obra civil e hidráulica, como de presentar informaciones relevantes para mejorar la implementación de futuros proyectos de cisternas escolares.

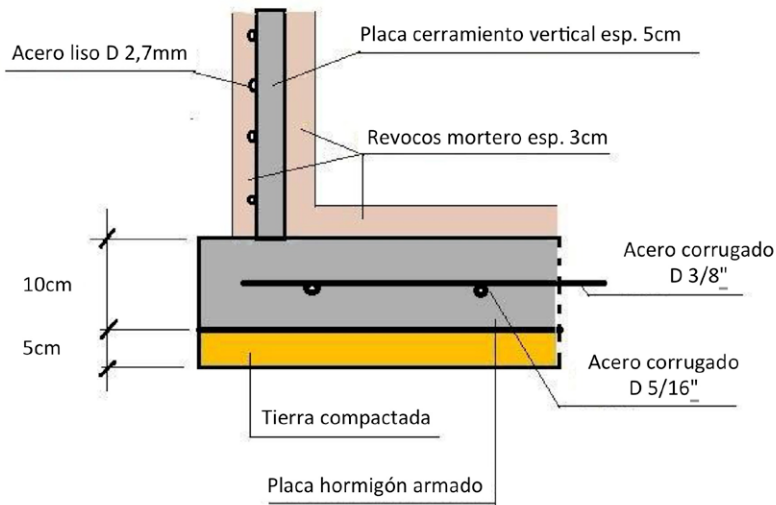


## Cisternas

Los depósitos de las cisternas son cilíndricos de 5 m de diámetro, 2,6 m de altura y se encuentran parcialmente enterrados, lo que en principio es favorable para la resistencia estructural puesto que de esta manera los empujes del terreno pueden contrarrestar en parte los empujes hidrostáticos horizontales del agua.

La losa de base, sobre la que se asienta el depósito cisterna, es de hormigón armado de 10 cm de espesor con solo una capa de armadura de acero corrugado dispuesta circular y radialmente, y se asienta sobre 5 cm de tierra compactada (ver Figura 10).

Figura 10 - Detalle de la losa y arranque del muro de cerramiento lateral.



Fuente: Orquín y Mancebo, 2013.

La construcción de los paramentos verticales se realiza con placas fabricadas in situ de dimensiones 49,5x38x5 cm, construidas sobre un lecho de arena alisado, mediante un molde de madera con ligera curvatura (ver Figura 11). No se utilizan áridos gruesos, solo arena, cemento y agua. El mortero resultante es de consistencia plástica apreciable y no se aprecia malformación de las piezas al retirarse el molde.

Figura 11 - Fabricación de las placas de la pared de la cisterna



Foto: Acervo IABS

Exteriormente a la pared y antes de aplicar el revoco se colocan, en espiral, cables de acero liso de 2,7 mm de diámetro con una separación vertical aproximada de 10 cm (ver Figura 12).

Para asegurar aún más la estanqueidad, se aplica un aditivo impermeabilizante añadido al mortero del revoco interior.

Figura 12 - Construcción de la pared y de las vigas de la cubierta.



Foto: Acervo IABS



La cubierta de la cisterna se realiza mediante travesaños de sección rectangular, con dos armaduras longitudinales y sin estribos (ver Figura 13). Estas piezas de hormigón son también prefabricadas in situ y después apoyadas en la cabeza de la pared de la cisterna y en el extremo superior del pilar central, construido con un tubo relleno de hormigón armado y situado en el centro del depósito. Este pilar se construye con un molde de PVC, que actúa de encofrado perdido para el posterior relleno de hormigón, con una armadura vertical formada por tres barras verticales y estribos triangulares (similares a las celosías de forjado).

Figura 13 - Fabricación de las piezas de la cubierta.

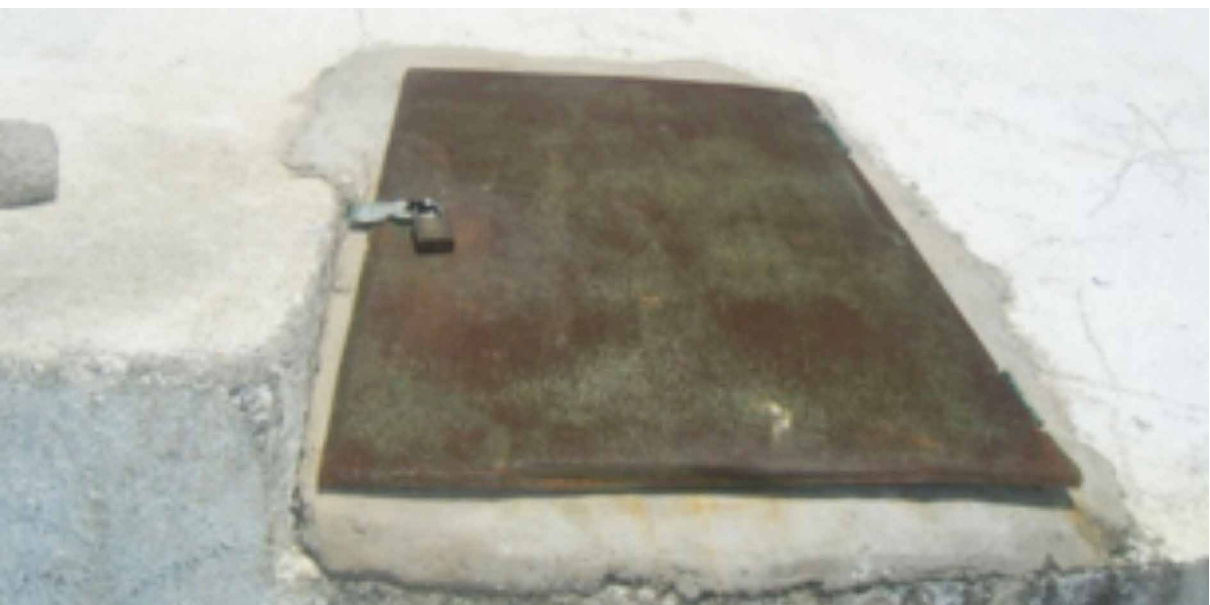


Fonte: Acervo IABS

La cubrición del depósito se realiza con piezas también prefabricadas in situ, a modo de tejas, que apoyan en los anteriores travesaños. Una buena práctica a implementar, todavía ausente del proceso, es vibrar el hormigón para eliminar el aire interior formado en el fraguado.

De modo general, se han identificado algunas debilidades menores en el diseño de las cisternas. Así, la trampilla o boca de hombre para acceso a la cisterna presenta un tamaño reducido: 49,5 cm de largo, 38,5 cm de ancho en la parte superior y 48,5 cm en la inferior (ver Figura 14). Como consecuencia de ello, muchas escaleras de las escuelas no pueden ser introducidas provocando dificultades en el lavado periódico de la cisterna, o posibles reparaciones. Además, la puerta de chapa de la trampilla se oxida a los pocos meses de su instalación.

Figura 14 - Boca de hombre de la cisterna.



Fonte: Acervo IABS

También merece la pena destacar la ausencia frecuente en las cisternas de respiraderos y válvulas de drenaje.

De manera más específica, durante el período de acompañamiento de la construcción de las cisternas, se han observado varios problemas con la resistencia de las placas y viguetas de hormigón en algunas cisternas, como por ejemplo la falta de placas en el interior de la cisterna o rotura de placas y viguetas en la



cubierta (ver Figuras 15 y 16). No obstante, es importante señalar, que las viguetas y placas de la cubierta fueron posteriormente repuestas por los pedreiros y la cisterna con falta de placas no ha dado ningún problema para su normal utilización.

Figura 15 - Cisterna con falta de placas en su interior.



Figura 16 - Cisterna con rotura de viguetas.



Fuente Figura 15 e 16: Acervo IABS



Por otro lado, según las especificaciones del documento técnico de CONDRI analizado, las cisternas deberían enterrarse entre la mitad y dos tercios de su altura, sin embargo, se ha comprobado que la mayoría de las cisternas están enterradas por debajo de la mitad de su altura. Esta diferencia se debe a las dificultades encontradas para la excavación del suelo por aparición de rocas de gran tamaño en el subsuelo y deberían ser tenidas en cuenta porque es normal encontrar este tipo de suelos en el semiárido brasileño.

Otro hallazgo interesante está relacionado con la prueba hidráulica que se realizó en la escuela de Povoado Pedrão, que ocasionó la rotura del suelo y la pérdida completa del agua contenida. Esto se debe a que necesario mejorar la base en la que se asienta la losa de fondo, con una capa de gravas de al menos 15 cm, incrementar el espesor de dicha losa al menos también a 15 cm con una armadura continua. En la Figura 17 se puede observar el hundimiento de la tierra por el agua desprendida.

**Figura 17 - Estado de la cisterna de Povoado Pedrão tras la realización de la prueba hidráulica.**



Fuente: Acervo IABS

Finalmente, uno de los problemas más llamativos en relación con las cisternas, ha sido que al finalizar la construcción, se suele dejar sin recolocar y compactar la tierra de la excavación, llenándose, en algún caso, de agua con las lluvias (ver Figura 18).



Figura 18 - Cisterna acabada en la que se ha formado un surco de agua por no recolectar la tierra.



Fuente: Acervo IABS

El acompañamiento de las construcciones llevado a cabo por el equipo evaluador, sugiere que una parte importante de las incidencias observadas en las cisternas (a excepción de las relacionadas con lo pedregoso del suelo) se deben a lo que en el Sertão se denomina “pedreiro rápido”. Es decir, como el equipo de pedreiros cobra por cisterna construida, a veces sólo es rentable el trabajo si se emplean menos días y/o con menos pedreiros en el equipo de los necesarios. Esto limita claramente la calidad de las construcciones, las cuales deben ser supervisadas técnicamente (por alguien ajeno al equipo de los pedreiros) para asegurar su correcta finalización. En el marco del presente proyecto, esta supervisión fue hecha por el equipo evaluador, pero dado que no es normal tener un grupo de evaluadores acompañando los proyectos de construcción de cisternas, es importante buscar la manera de garantizar este tipo de acompañamiento por parte de los otros actores involucrados.

Durante el grupo focal llevado a cabo con los pedreiros, ellos mismos dejaron constancia de que no les gusta construir cisternas de 52 m<sup>3</sup> ya que cobran lo mismo que por construir cisternas de 16 m<sup>3</sup> mientras que el trabajo es mucho mayor y más complicado. Dado que el precio que reciben los pedreiros por

cisterna construida se encuentra muchas veces estandarizado, los resultados de esta evaluación sugieren que es importante garantizar un pago justo para, a su vez, garantizar un buen acabado de las tecnologías.

### Bomba para extracción del agua de la cisterna

La tipología de bomba manual instalada en las cisternas escolares es una ingeniosa bomba volumétrica de émbolo con dos válvulas antirretorno, utilizable para pequeñas profundidades (como es el caso de las cisternas escolares). Estas bombas son consideradas una tecnología social (al igual que las cisternas de placas) ya que, gracias a su bajo coste y fácil construcción, la población puede ser partícipe de su fabricación y reparación con herramientas sencillas (ver Figuras 19 y 20).

Figura 19 - Bomba de émbolo de PVC premontada.



Fuente: Acervo IABS



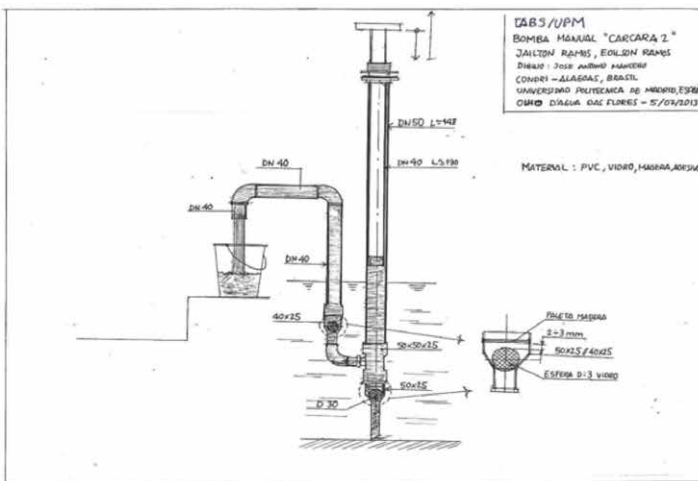
Figura 20 - Bomba de embolo de PVC funcionando.



Fuente: Acervo IABS

En concreto, la bomba instalada en las cisternas del proyecto es conocida por el nombre de Carcará II<sup>15</sup> (ver Figura 21). Este nombre fue puesto durante las primeras fases del Proyecto de Cisternas Escolares, ya que fue durante las mismas cuando se terminó de diseñar la tecnología. Para este diseño, el equipo de CONDRI contó con el apoyo del personal del equipo evaluador del itdUPM.

Figura 21 - Diseño de la bomba Carcara II.



Fuente: Autor José Antonio Mancebo

15 El carcará es un pájaro característico del semiárido brasileño.

El uso de bombas manuales, como la Carcará II, reduce el contacto del agua con cuerdas, cubos y otros elementos y garantiza una baja contaminación en la extracción del agua almacenada en las cisternas. Así, su utilización junto a un buen cuidado y limpieza del área de captación y de las tuberías de distribución, cumplen las recomendaciones que la Organización Mundial de la Salud (OMS) da para la reducción de riesgos para la salud por consumo de agua de lluvia.

Como parte del proceso de diseño en conjunto de la tecnología de la bomba Carcará II, es interesante mencionar que miembros del equipo evaluador, de IABS y de CONDRI participaron en la Primera Jornada de Bombas Manuales y de Ariete, organizada en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la UPM, en Madrid. Este tipo de participación resultó ser clave para el intercambio de experiencias con el fin de facilitar la reflexión, el aprendizaje de lecciones y, eventualmente, la mejora de la tecnología.

En relación con los resultados obtenidos de la evaluación llevada a cabo sobre las bombas manuales instaladas en las 19 escuelas incluidas en el estudio, destaca el hecho de que un 42% no estaba funcionando (ver Tabla 3).

**Tabla 3. Funcionamiento de las bombas instaladas.**

| CISTERNAS            | Nº        | %          |
|----------------------|-----------|------------|
| Bomba funcionando    | 9         | 47         |
| Bomba sin funcionar  | 8         | 42         |
| Bomba sin probar (*) | 2         | 11         |
| <b>TOTAL</b>         | <b>19</b> | <b>100</b> |

(\*) La bomba no pudo ser probada por ausencia de agua en la cisterna



Este resultado aparentemente negativo, puso de relevancia que es necesario profundizar en la capacitación que se les da a los pedreiros para la instalación de las bombas. Es necesario destacar que solamente las piezas de reducción con las válvulas antirretorno se montan en taller. El resto de la bomba se ensambla e instala in situ, ya que la longitud de los tubos depende de la posición de los orificios que se han realizado en la cubierta y en el muro lateral. Así el montaje definitivo se realiza en obra.

Se ha podido constatar que el motivo principal por el que no funcionan las bombas, es que los pedreiros encargados de la instalación, no siempre pegaron los tubos de la misma (ver Figura 22). Según lo observado por el equipo evaluador, este fallo constructivo se debe a dos motivos principales: i) la falta de cola en el momento de la instalación (la cola no está incluida en el presupuesto de las Cisternas Escolares); y, ii) la no capacitación de los pedreiros para la instalación de la bomba. Además, en el grupo focal los pedreiros afirmaron no sentirse responsables del funcionamiento de la bomba.

Figura 22 - Bomba manual en la que no se han pegado bien los tubos.



Fuente: Acervo IABS

Esta falta de definición de responsabilidades en relación con las bombas que se instalan en las cisternas no es un problema único del caso de las Cisternas Escolares. Se ha podido observar que también hay otras muchas bombas manuales sin funcionar en la zona acopladas a las cisternas de primera agua construidas para las familias. La tecnología de la bomba es sencilla, sin embargo tiene partes móviles con movimiento alternativo en el émbolo y las válvulas antirretorno, además de piezas pasa muro y la necesidad de anclaje rígido, que complican su durabilidad. Estos resultados subrayan la necesidad de la formación de un equipo técnico especializado en este tipo de bombas manuales para poder atender la creciente demanda de esta tecnología en una región en la que los sistemas de captación de agua de lluvia van en aumento y, por lo tanto, también la necesidad de desarrollar tecnologías sostenibles para la extracción del agua de los lugares de almacenamiento.

Otro resultado relevante del estudio en relación con las bombas, es que de las 9 bombas que estaban funcionando, tan sólo 3 estaban siendo utilizadas, si bien es cierto que otras 3 no se usaban porque la cisterna tampoco estaba siendo utilizada (ver Tabla 4).

**Tabla 4. Uso de las bombas en funcionamiento**

| FASE DE PRUEBAS. ESCUELAS QUE:      | Nº       | %          |
|-------------------------------------|----------|------------|
| Usan la bomba siempre               | 1        | 11,1       |
| Usan la bomba parcialmente          | 2        | 22,2       |
| No usan la bomba y usan la cisterna | 3        | 33,3       |
| No usan la cisterna                 | 3        | 33,3       |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>9</b> | <b>100</b> |

Hay varios motivos que pueden explicar esta falta de utilización. Las entrevistas llevadas a cabo sugieren que puede ser debido a la falta de costumbre de utilizar este tipo de sistemas, y también a la mayor rapidez con la que se extrae el agua con cuerda y balde. Sin embargo, todos los motivos, tienen un origen



común relacionado con debilidades en las capacitaciones que se dan a los beneficiarios para la correcta utilización de la cisterna. Las capacitaciones impartidas a los beneficiarios serán analizadas en detalle en el capítulo relacionado con la evaluación de las mejoras de las condiciones de vida de los beneficiarios.

### Canalizaciones y soportado

Las canalizaciones de recogida del agua de lluvia en el tejado son metálicas de chapa plegada. El resto de canalizaciones que transportan el agua recogida hasta la cisterna son de PVC (ver Figura 23).

Figura 23 - Canalizaciones de recogida y transporte del agua de lluvia.



Fuente: Acervo IABS

En este tipo de instalaciones, en las que el agua se recoge en un tejado, una medida sanitaria clave es el desvío de las primeras aguas de cada evento de lluvia, ya que estas “lavan el tejado” y pueden transportar excrementos de aves, materia orgánica y otros contaminantes desde la cubierta y los canalones. Así, es imprescindible para garantizar que las cisternas suministran agua de calidad, el contar con un sistema apropiado de desvío de esas primeras aguas.



El primer resultado relevante del análisis llevado a cabo sobre las canalizaciones, es que el proyecto no contempla un sistema de desvío de primeras aguas apropiado. En su defecto, los usuarios de cisternas se limitan a desacoplar uno de los tubos cerca de la cubierta de captación y tirar las primeras aguas (ver Figura 24). Sin embargo, este sistema presenta limitaciones tan obvias como el hecho de que si las primeras lluvias caen mientras la escuela está cerrada nadie va a retirar esta agua el cual irá a parar directamente a la cisterna. Tampoco se garantiza el aprovechamiento de esta agua para otros fines que no sean el consumo humano.

Figura 24 - Retirada manual de las primeras aguas.



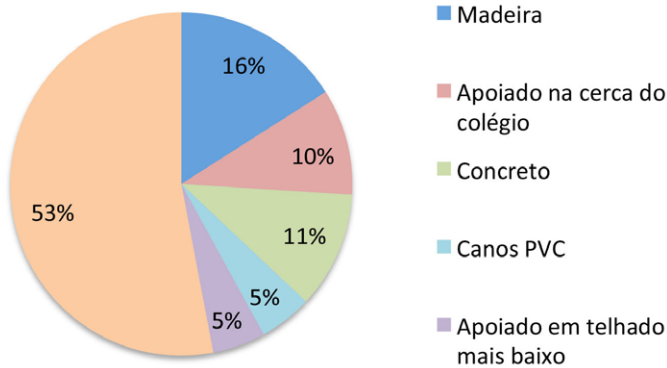
Fuente: Acervo IABS

Durante las visitas técnicas del equipo evaluador se propusieron diferentes alternativas para garantizar la retirada de estas primeras aguas, desde la inserción de una válvula que se abriría manualmente para desviar esas primeras aguas, hasta un sistema con flotador que acumula el agua de primera lluvia en un recipiente de 100 a 200 litros, para ser usada en riego o limpieza de letrinas o inodoros. Sin embargo, no pudieron ser implementadas ya que no estaban incluidas en el presupuesto original. Tal y como se verá en otros apartados de este libro (especialmente en el relacionado con la calidad del agua), el incluir este tipo de sistemas en cualquier futuro proyecto de cisternas que se implemente, es clave para garantizar que se está suministrando un agua de calidad a los beneficiarios.



Otro resultado especialmente relevante de la evaluación de la obra civil e hidráulica, es el relacionado con el soportado de las tuberías que llevan el agua desde el tejado hasta la cisterna. Tal y como se puede ver en la Figura 25 estos soportados presentan una tipología muy variada.

Figura 25 - Tipología del soportado de la tubería horizontal.



Fuente: IABS

Tal diversidad se deve ao fato dos suportes não estarem contemplados no orçamento do Projeto. Deste modo, em função da infraestrutura ou dos recursos da escola, e do conhecimento dos pedreiros envolvidos é construído ou não o suporte que se considera mais adequado. Na Figura 26 se mostram diferentes tipos de suportes construídos nas escolas beneficiárias pelo projeto.

Figura 26. Tipología de los soportes de las canalizaciones a cisterna; (a)-sin soporte, (b)-con tubería PVC, (c)-apoyado en tejado, (d)-apoyado en valla del colegio, (e) con palo de madera y (f)-con viguetas de hormigón armado (mismo molde que la cisterna).



(a)- 13/02/2014



(b)- 18/02/2014



(d)- 11/3/2014



(c)- 16/01/2014



(a)- 11/3/2014



(f)- 10/03/2014

Fuente: Acervo IABS

El acompañamiento del equipo evaluador en las construcciones, ha permitido identificar, que no todos los soportes instalados están consiguiendo cumplir con su misión. Por ejemplo, en la escuela de Povoado Pedrão (situada en Olho de agua das Flores) se utilizó un soportado de madera que se cayó una semana después de su instalación haciendo que también se cayera la tubería (ver secuencia de fotos de la Figura 27).



Figura 27 - Secuencia de fotos de un soporte de madera en Povoado Pedrão (Olho de agua das Flores): (a)-el soporte deja de apoyar debido al asentamiento de la tierra y (b)- el soporte cae y con él la tubería.



(a)- 20/01/2013

Fuente: Acervo IABS



(b)- 11/2/2014

Durante todo el proceso de evaluación, el equipo del itdUPM ha insistido en la precariedad de los soportes y ha propuesto a CONDRI diferentes alternativas de soportado que darían mayor estabilidad a la obra civil e hidráulica del proyecto. Sin embargo, al igual que sucede con el sistema de retirada de las primeras aguas, al no estar incluidos los soportados en el presupuesto, es difícil garantizar su inclusión de manera apropiada.

Finalmente, en relación con el soportado de las canalizaciones horizontales en el tejado, se ha podido constatar que estos canalones están sujetos normalmente con palos de madera y alambres entrelazados a la tubería (ver Figura 28). Aunque no se ha detectado ninguna incidencia en este soportado, ni siquiera cuando llegaron las lluvias, es recomendable mejorarlo con la inserción de soportes de acero.

Figura 28 - Soportado de las canalizaciones horizontales en el tejado.



Fuente: Acervo IABS

## Principales conclusiones

Las infraestructuras implementadas son tecnologías sociales y se ha podido observar que realmente están sirviendo para dar respuesta a la necesidad de agua que enfrentan las escuelas rurales del semiárido de Alagoas. Además, la evaluación ha mostrado que estas tecnologías están sirviendo para reforzar las capacidades constructivas a nivel local, llegando incluso a generarse empleo local en la construcción de los canalones y las bombas manuales de todas las cisternas.

Este refuerzo de capacidades es consecuencia de la participación de actores locales en todas las fases del proyecto, desde la preparación del terreno a la construcción del vaso de la cisterna, la fabricación e instalación de las canalizaciones y la construcción y montaje de la bomba.

Las principales conclusiones del estudio, se enumeran a continuación:

- El proyecto en su globalidad adquiere una pertinencia notable porque responde a una necesaria mejora del acceso a un servicio esencial, agua de calidad, mediante captación y almacenamiento de agua de lluvia.
- Además esta pertinencia se ve reforzada por la escasa validez de otras alternativas, como el agua subterránea, de elevada salinidad y a profundidades considerables, o el trasvase desde la cuenca alta del río San Francisco, todavía en fases iniciales y con costes elevados.
- A ello se añade que la tecnología empleada es de bajo coste, asumible por la población, que participa activamente en todas las fases del proyecto, incluso en el mantenimiento de las instalaciones.
- Por otro lado, la construcción de las infraestructuras requiere una adecuada formación que supone un refuerzo de capacidades en los diferentes actores participantes en la ejecución del proyecto (sobre todo pedreiros y constructores de las bombas manuales), que les habilita para trabajar en otras iniciativas similares.
- No obstante el proyecto y su ejecución presentan algunos aspectos negativos, en general fácilmente resolubles:
  - > Carencia de un Proyecto Técnico riguroso que defina el proyecto en todas sus vertientes.
  - > El proyecto sólo contempla un tamaño de cisterna, 52 m<sup>3</sup>, sin considerar el número de alumnos. Es probable que un estudio más



profundo estableciese la recomendación de una gradación entre los 16 m<sup>3</sup> de las cisternas domiciliarias y los 52 m<sup>3</sup> de las cisternas escolares con varias opciones dependiendo de las características de cada escuela (por ejemplo sería interesante contemplar la posibilidad de construir cisternas de 32 m<sup>3</sup> o varias cisternas de 16 m<sup>3</sup>).

> Escasa o ineficiente organización del plan de ejecución.

> Carencia de dirección técnica externa al constructor que controle todas las fases del proyecto.

> Algunas patologías de carácter ordinario, aunque importantes, en la calidad de la construcción: acabado irregular de las piezas de hormigón, baja durabilidad de la bomba e inestabilidad del soportado de las canalizaciones.

- En general, se observa que existe una escasa supervisión y comprobación por parte de CONDRI sobre el trabajo realizado por los pedreiros, resultando cisternas sin acabar y/o con incidencias o defectos sin reparar, comprometiendo la sostenibilidad del Proyecto. Por otra parte, es importante hacer hincapié que, una vez CONDRI era informado sobre los problemas en los sistemas, más como consecuencia de la propia evaluación que de la supervisión de sus técnicos, se apreció una positiva predisposición a reparar las incidencias y a mejorar los sistemas.

### 3.3. Análisis de la calidad del agua

Para que el agua de lluvia pueda ser consumida con seguridad, se hace necesaria una gestión higiénica del sistema de captación y manejo del agua de lluvia como un todo (desde el tejado, pasando por las tuberías hasta la cisterna, el uso de bomba manual para sacar de forma higiénica el agua) hasta su consumo final, después de la desinfección en las escuelas antes de ser bebida.

Dado que existen diferentes estudios que cuestionan la calidad del agua de algunos sistemas de captación de agua de lluvias en el semiárido brasileño que emplean una tecnología similar a la de las Cisternas Escolares (ej. Brito y Porto, 2005; Alves, 2012; Freitas et al., 2012), el análisis de la calidad del agua en el marco de este estudio se llevó a cabo con 3 objetivos independientes aunque estrechamente relacionados entre sí:

- Objetivo 1: estudiar las posibles fuentes de contaminación del agua de las cisternas escolares;
- Objetivo 2: realizar un diagnóstico de la calidad del agua considerando diferentes variables que pueden incidir en la misma;
- Objetivo 3: elaborar recomendaciones para mejorar la calidad del agua de las cisternas escolares.

En la Figura 29 se pueden ver las distintas fases y herramientas utilizadas por el equipo evaluador para la consecución de estos objetivos.

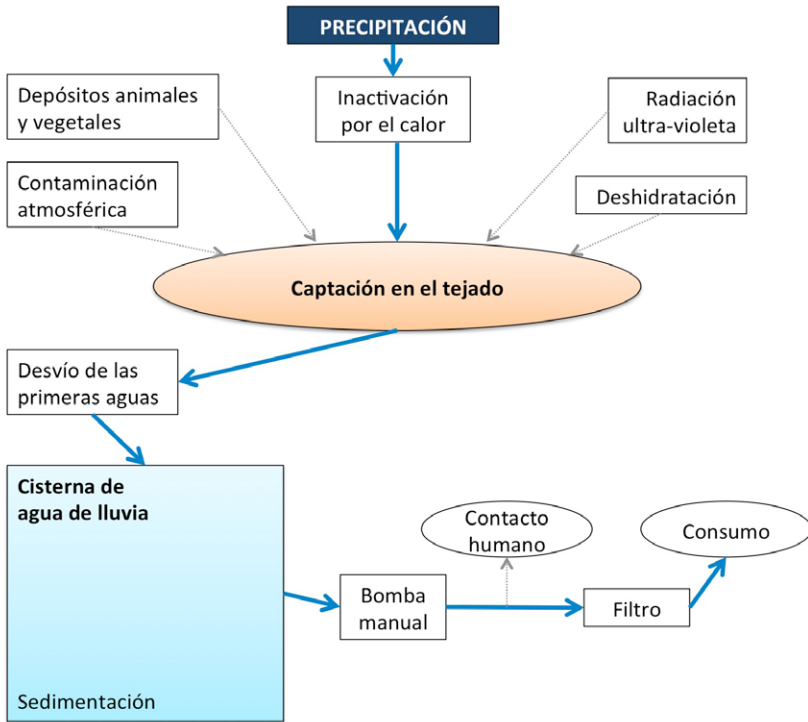
Figura 29 - Esquema secuencial de la metodología de calidad del agua para la consecución de los objetivos propuestos.



Para analizar las potenciales causas y/o vías de contaminación desde la llegada del agua a la cisterna hasta su consumo, resulta muy apropiado utilizar el concepto de “camino del agua” para entender el recorrido del agua desde su origen hasta el punto directo de utilización en las escuelas. A lo largo de este camino, es posible diferenciar la existencia de varios puntos críticos de contaminación, tal y como se presenta en la Figura 30 donde se pueden ver tanto las fuentes de contaminación como sus alternativas de tratamiento.



Figura 30 - Secuencia de posible contaminación y tratamiento en un Sistema de Captación de agua de lluvia con cisterna.



Fuente: (Gndlinger, 2007) a partir de (Spinks et al., 2003).

En primer lugar, el riesgo de contaminación del agua depende de su procedencia. De modo general, en el ámbito rural, lejos de las zonas industrializadas y por consiguiente, sin contaminación atmosférica, el agua de la lluvia presenta calidad aceptable para el consumo humano, debido al proceso de destilación natural del ciclo hidrológico. Aun así, el agua de la lluvia es muy susceptible de contaminarse desde el área de captación hasta la cisterna. En consecuencia, el descarte de las primeras aguas de cada lluvia es crucial para garantizar la calidad del agua. Del mismo modo, la mantenimiento de los canalones, tuberías y el lavado del tejado anual son clave para el cometido.

En el caso de las cisternas escolares analizadas, es importante recordar que parte del agua almacenada es suministrada por camiones cisternas enviados por los ayuntamientos. La calidad de esta agua transportada en los camiones depende tanto del origen de la misma como del tratamiento a la que se le haya sometido.



Por otro lado, el riesgo de contaminación en la propia cisterna puede ser reducido adoptando adecuadas medidas preventivas. Así, la cisterna no debe ubicarse en locales próximos a gallineros, fosas sépticas, etc. También, el rebozadero de la cisterna y otras entradas de la misma deben estar protegidos de la entrada de animales. Además, la entrada del agua de lluvia debe diseñarse de modo que no se produzca turbulencia, para no remover el lodo sedimentado en el fondo. De la misma manera, el exceso de material o ausencia de lavado puede provocar el desprendimiento de cemento en el agua de la cisterna. Por último, la bomba desempeña un papel fundamental para prevenir la contaminación en la extracción del agua de las cisternas.

Finalmente, el camino del agua realiza su último eslabón desde la retirada del agua hasta su uso. Para asegurar una adecuada calidad en esta fase, se deben usar recipientes lavados adecuadamente y categorizados por usos y se debe filtrar y clorar el agua.

Todos estos factores que pueden influir, determinar o modificar la calidad del agua en las cisternas de captación de agua lluvia, se tuvieron en cuenta a la hora de diseñar la etapa de recogida de información en terreno. Así, las diferentes actividades llevadas a cabo se enumeran a continuación:

- Observación participante en 19 escuelas a través de visitas periódicas para identificar la procedencia del agua de las cisternas y el tratamiento empleado antes de su consumo.
- Recogida periódica de muestras de agua y medición de parámetros básicos de calidad del agua en las 19 escuelas teniendo en cuenta los diferentes factores.
- Entrevistas semiestructuradas con el gerente de la Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL) en Santana de Ipanema, funcionarios de las Secretarías de Educação (Canapí, Carneiros y Major Isidoro) y Secretária de Saúde en Major Isidoro.

Para cada cisterna en la que se analizó el agua, la recogida de muestras se llevó a cabo cada 2 semanas durante 5 meses (mediados de octubre de 2013 a mediados de marzo de 2014). En total, se recogieron 206 muestras de agua. Sin embargo, tal y como se presenta en la Tabla 5 sólo se han tenido en cuenta para el estudio 135 muestras de 8 de las escuelas, que son aquellas que permitieron recoger un número de muestras que garantizaban unos criterios mínimos para asegurar la representatividad de los resultados.



Tabla 5. Resumen del número de muestras de agua analizadas.

| UBICACIÓN DE LAS ESCUELAS ESTUDIADAS | MUESTRAS DE AGUA RECOGIDAS |                                     |           |
|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-----------|
|                                      | TOTAL(*)                   | PUNTO DE RECOGIDA DE LA MUESTRA(**) |           |
|                                      |                            | CISTERNA                            | VASO      |
| Sítio Cajarama                       | 27                         | 15                                  | 12        |
| Sítio Riachão                        | 25                         | 15                                  | 7         |
| Lagoa dos Cágados                    | 19                         | 12                                  | 7         |
| Sítio Bezerra                        | 16                         | 11                                  | 5         |
| Povoado Pedrão                       | 11                         | 7                                   | 4         |
| Sítio Gato                           | 12                         | 6                                   | 6         |
| Sítio Poços                          | 12                         | 10                                  | 2         |
| Cova do Casado                       | 13                         | 7                                   | 6         |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>135</b>                 | <b>83</b>                           | <b>49</b> |

(\*) El número de muestras analizadas difiere entre las escuelas porque en varias de las visitas no se pudo coger muestras al estar la cisterna inoperativa (debido a fugas o a que se estaban lavando).

(\*\*) La recogida de las muestras se llevó a cabo en dos puntos, la cisterna y después de que el agua fuera trasladada a las escuelas justo en el vaso antes de ser bebida. Así, las muestras en el vaso sólo se pudieron recoger cuando las escuelas estaban abiertas, por lo que el número de muestras es menor en el vaso que en la cisterna donde también se puede recoger agua con la escuela cerrada.

En relación a la representatividad de las muestras recogidas (y por lo tanto de los resultados obtenidos), es importante tener en cuenta que por lo general los criterios que se utilizan para llevar a cabo este tipo de muestreos están

basados en la normativa del país. Sin embargo, y a pesar de que en Brasil los depósitos de almacenamiento de agua de lluvia están proliferando en los últimos años, no existe una legislación específica en el país en relación a la calidad del agua en los mismos, lo que ha impedido seguir unos parámetros nacionales para definir el protocolo de recogida de muestras.

Ante la ausencia de estos parámetros nacionales, se optó por seguir las recomendaciones del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales (CEPIS, 1996), que son comúnmente utilizadas en América Latina ante situaciones de falta de legislación nacional. Según estas recomendaciones, en los análisis de calidad del agua se considera que una muestra es representativa en la medida en que sus características se correspondan a las de una gran masa total. De esta forma... hay que tener en cuenta varios factores entre los que destacan: el tamaño de las muestras individuales, la frecuencia de muestreo, el número de sitios muestreados, y las técnicas de captación.

A continuación, se detalla la forma en la que se han considerado los factores propuestos por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales durante la fase de recogida de muestras para garantizar la representatividad de los resultados:

- Tamaño de la muestra individual. Para este factor existe una recomendación de la OMS que coinciden con una dada por la legislación brasileña (PORTARÍA Nº2914/2011) según la cual el tamaño de la muestra debe ser de, al menos, 100 ml. Este tamaño se respetó en cada una de las muestras individuales recogidas.
- Frecuencia de muestreo. Según la OMS (WHO, 2011) este es el factor más importante de cara a la representatividad de un análisis cuando se trabaja con sistemas de captación de agua de lluvia para el consumo humano. De hecho, en sus recomendaciones afirman que exámenes frecuentes con un método simple son más valiosos que pruebas complejas llevadas a cabo de manera menos frecuente. Sin embargo, existe una ausencia de recomendaciones o legislación específica respecto a qué se considera "frecuentemente". Por ello, para definir la frecuencia de muestreo, el equipo evaluador decidió tomar como referencia las elegidas en otros estudios similares (Amorim y Porto, 2001; Brito y Proto, 2005; Ventura de Silva, 2006; Tavares, 2009; Alves, 2012), que están entre dos semanas y un mes. Con estas referencias, se decidió recoger las muestras cada dos semanas para tener una mayor frecuencia y, así, una mejor representatividad.



- Número de sitios muestreados. El número de sitios muestreados ha venido limitado por el número de escuelas que disponían de cisterna. Y, de entre las 19 escuelas disponibles, se seleccionaron 8 (ver Tabla 5) ya que fueron las únicas en la que se pudo mantener una frecuencia de muestreo apropiada.

- Técnicas de captación de la muestra. La técnica de captación de la muestra se ha seleccionado para que fuera representativa de la manera en la que los usuarios extraen el agua. De esta forma, en aquellas escuelas que utilizaban la bomba, también se ha recogido la muestra con ella; mientras que en las que usaban baldes, se ha utilizado un vaso tomador de muestras que se introducía a, aproximadamente, 5 cm de la superficie.

Además, hay otros dos factores importantes a tener en cuenta en relación a la recogida de las muestras:

- Tiempo de muestreo. El tiempo de recogida de muestras fue de 5 meses. Este tiempo vino limitado por los retrasos en las construcciones de las cisternas, por lo que aunque inicialmente se buscó recoger muestras de la temporada de lluvias y de la temporada seca, finalmente no fue posible tener datos de la temporada de lluvias (aunque sí que hay muestras recogidas en la época de las denominadas trovoadas<sup>16</sup>).

- Punto de recogida de la muestra. Tal y como se puede ver en la Tabla 5, se recogieron muestras en dos puntos diferentes para cada cisterna estudiada: i) en la cisterna, y ii) en el vaso antes de que el agua sea consumida.

Con las muestras de agua recogidas, se procedió, en primer lugar, a medir los denominados parámetros básicos de calidad del agua<sup>17</sup>: coliformes termotolerantes, cloro residual, pH y turbidez. Además, para completar el análisis, el equipo evaluador decidió medir también la conductividad eléctrica y la temperatura entre los parámetros a ser analizados.

En la Tabla 6 se presentan los valores aceptados para cada uno de estos parámetros por la OMS y por la legislación brasileña.

---

16 Las trovoadas son lluvias fuertes pero aisladas que acontecen de manera periódica en el semiárido brasileño.

17 En contextos de desarrollo como en el que se lleva a cabo la presente evaluación, donde los laboratorios no existen, están muy lejos o son inasequibles, la OMS recomienda, por lo menos, medir los denominados parámetros básicos de la calidad del agua, para los que se necesitan menos recursos e instalaciones que los disponibles en laboratorios convencionales.

Tabla 6. Valores aceptados por la legislación brasileña y la OMS.

| PARÁMETRO                                 | PORTARÍA<br>Nº2914/2011 | OMS (WHO 2011) |
|---|-------------------------|----------------|
| Coliformes fecales<br>(colonias/100 ml)   | 0                       | 0              |
| Turbidez (NTU)                            | <5                      | <5             |
| PH  | 6,5-9,5                 | 6,5-8,5        |
| Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | No se menciona          | <1400          |
| Cloro residual (mg/L)                     | >0,2                    | > 0,2          |

Fuente: IABS

Algunas de estas propiedades se deben medir en campo, in situ, para evitar alteraciones de la muestra. Esto es así para el PH, la temperatura, la conductividad eléctrica, la turbidez y el cloro residual. Por tanto, estos parámetros fueron medidos directamente en escuelas por el equipo evaluador (e.g. Figura 31).

Figura 31 - Medición de parámetros físico-químicos in-situ.



Fuente: Acervo IABS



Para la medición de los coliformes fecales, se necesita más tiempo y suministro eléctrico, por lo se instaló un mini-laboratorio en Santana de Ipanema, tal y como se puede ver en la Figura 32.

Figura 32 - Medición de coliformes fecales en mini-laboratorio.



Fuente: Acervo IABS

A continuación se describen brevemente los parámetros analizados, las técnicas utilizadas para su análisis y los valores adoptados de aceptabilidad (en función de los valores de la OMS y de la legislación presentados en la Tabla 6).

- pH: mide la intensidad de la acidez y la alcalinidad del agua. De manera directa la acidez habitual de un agua no causa efectos adversos para la

salud, por lo que la OMS no ha propuesto un rango específico para sus valores de aceptabilidad. Sin embargo, el pH es uno de los parámetros más importantes de la calidad del agua por su gran influencia en otros indicadores (por ejemplo tiene una importancia crucial en tratamientos como la cloración). El equipo evaluador decidió utilizar el rango entre 6 y 9,5, y un máximo de 8 cuando se vaya hacer cloración, en coherencia con la legislación de Brasil. Para medir el pH en las muestras recogidas se utilizó la técnica electrométrica, que consiste en la determinación de la actividad de los iones hidrógeno por medio de un potenciómetro, el cual tiene un electrodo de vidrio selectivo de ion hidrogeno cuyo voltaje fluctúa con el pH del agua y un electrodo referencial de calomen que proporciona un voltaje estable y constante. Este electrodo se compara con el voltaje de vidrio selectivo.

- Conductividad eléctrica (CE): es la medida de la capacidad del agua para que pase una corriente eléctrica a través suyo y está afectada por la presencia de sólidos disueltos iónicos en disolución. Es un parámetro importante ya que cambios de conductividad puede indicar la presencia de contaminación. La conductividad del agua superficial es normalmente inferior a 1.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En la práctica, aparecen problemas de aceptación de los consumidores por encima de 1.400  $\text{mS}/\text{cm}$ , pero este factor depende mucho de los hábitos de la población. Para medir la CE en las muestras recogidas se ha utilizado el medidor multiparamétrico HI 98129 de la marca Hanna.

- Cloro residual libre (CR): indica si el agua ha sido tratada adecuadamente por cloración. En Alagoas resulta pertinente su medición ya que es el único el tratamiento que se aplica al agua. Para realizar una buena desinfección hay que eliminar la materia orgánica presente en el agua superando el punto crítico. Por tanto, la concentración idónea de cloro a añadir al agua a tratar para obtener un CR suficiente va a depender del contenido en materia orgánica del agua en origen. La efectividad del cloro también se ve afectada por el pH del agua. La cloración no es efectiva si el pH es mayor de 7,2 o menor de 6,8 (OPS y OMS, 2009). Para verificar que la desinfección es suficiente cuando el agua es tratada con cloro o derivados se deberá comprobar que existe al menos 0,2  $\text{mg}/\text{l}$  de CR (a pH menor de 8), una vez realizada la cloración. La medición del CR se realizó con el comparador visual de Wagtech WAG-WE10195.



- Turbidez: mide las partículas en suspensión o materia coloidal que obstruyen el paso de la luz a través del agua. El agua con alta turbidez hace que los microorganismos se adsorban a las partículas en suspensión, aumentando la resistencia de los mismos a los procesos de desinfección. Altos valores de turbidez, esto es, mayores de 5 NTU (unidades nefelométricas de turbidez) indican aguas con mayores necesidades de cloración, ya que los patógenos están más protegidos de la oxidación. La turbidez se ha medido en un tubo llamado turbidímetro.

- Temperatura: no tiene un rango de aceptabilidad fijo y definido. Sin embargo, por lo general el agua fría es mejor aceptada por los consumidores. Además, las altas temperaturas del agua mejoran el crecimiento de microorganismos y pueden aumentar los problemas relacionados con el sabor, el olor, el color y la corrosión.

- Coliformes termotolerantes: mide el subgrupo de coliformes fecales, que son termotolerantes por resistir temperaturas termófilas (44,5 °C). En él, está incluida la *Escherichia coli* (E-coli), considerada como el indicador de contaminación fecal. Se ha demostrado que esta bacteria siempre está en un número elevado en las heces humanas y de animales de sangre caliente y comprende casi el 95% de los coliformes en las heces. Tal y como se puede ver en la Tabla 6, tanto según la legislación brasileña como según la OMS debe cumplirse la ausencia de coliformes fecales. Su medición se realizó por el método de filtración de membrana y desarrollo de colonias de bacterias en agar lauril sulfato, un medio favorable, aceptado y homologado dentro de los "Standars Methods for the Examination of Water and Wastewater" (American Water Works Association, 2000).

Tal y como se ha mostrado al principio de este apartado (ver Figura 28), existen diferentes fuentes potenciales de contaminación del agua de las cisternas escolares. Para tener en cuenta la relevancia de cada una de estas variables en los resultados obtenidos del análisis de las muestras, se llevaron a cabo una serie de análisis comparativos tal y como se presenta en la siguiente tabla (Tabla 7).



Tabla 7. Variables analizadas en el estudio de calidad del agua

| Variable                       | Análisis realizados  |
|--------------------------------|--|
| Origen                         | - Comparar los resultados del análisis de calidad del agua en función de la procedencia del agua de las 8 cisternas analizadas (sólo agua de lluvia; sólo agua del camión cisterna; lluvia + camión cisterna).   |
| Existencia de lluvias          | - Comparar los resultados de los muestreos con las lluvias ocurridas en dicho período.<br>- Comparar los resultados con el tiempo transcurrido desde cada lluvia hasta la realización del análisis (para poder estudiar la influencia directa de las lluvias, ya que no en todas las escuelas llovió al mismo tiempo).   |
| Retirada de las primeras aguas | - Comparar los resultados en función de la frecuencia de desvío de las primeras aguas (utilizando los valores siempre, a veces y nunca).   |
| Funcionamiento de la escuela   | - Comparar la calidad microbiológica del agua en los periodos de funcionamiento normal con los periodos de vacaciones, donde la escuela estaba cerrada o abierta pero sin clases (de este modo se pretende comprobar si existe mejora en la calidad del agua cuando hay funcionarios trabajando en la escuela, en lo que se refiere a la recepción del camión cisterna, el desvío de las primeras aguas u otros cuidados que pudieran realizar). |
| Punto de muestreo              | - Comparar los resultados entre el lugar de almacenamiento (la cisterna) y el punto de consumo (el vaso) dentro de la misma escuela.   |
| Lavado de las cisternas        | - Comparar el pH de las muestras procedentes de cisternas lavadas con aquellas muestras pertenecientes a cisternas que en determinados momentos no estaban bien lavadas (dado el impacto que tiene el pH sobre la cloración).  |



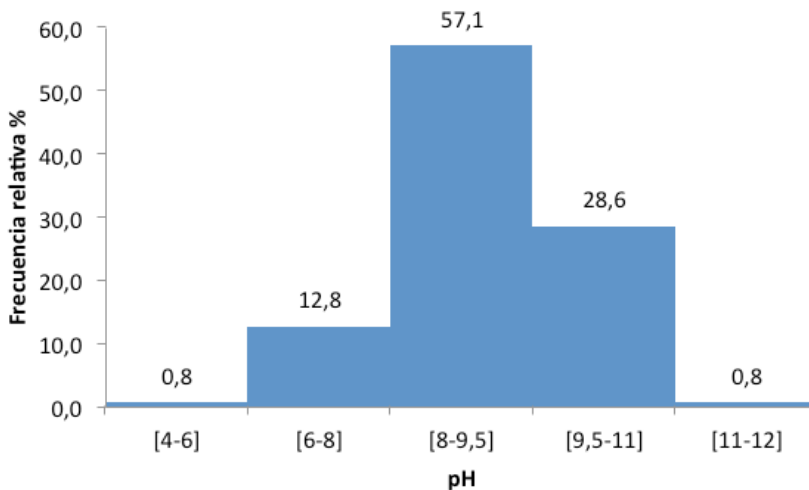
En los próximos epígrafes de este capítulo, se van a presentar los resultados de los parámetros básicos de la calidad del agua analizados, del análisis de la incidencia de las diferentes variables, y las principales conclusiones extraídas del estudio.

## pH

El pH de las cisternas analizadas es, a grandes rasgos, bastante básico. En general, es común encontrar valores altos de pH en cisternas de cemento, debido a la disolución de algunos de sus compuestos –carbonatos o aluminios- en el agua de las cisternas. Además, al tener el agua de la lluvia un pH ligeramente ácido y entrar en contacto con la cisterna, disuelve con mayor facilidad dichos compuestos, alcalinizando el agua.

Como se puede ver en la Figura 33, el 70% de las muestras mostraron valores entre los márgenes recomendables (6 y 9,5). Sin embargo, más del 85% de las muestras tienen un pH mayor de 8, dificultando el tratamiento posterior por cloración (según la PORTARIA N°2.914/2011).

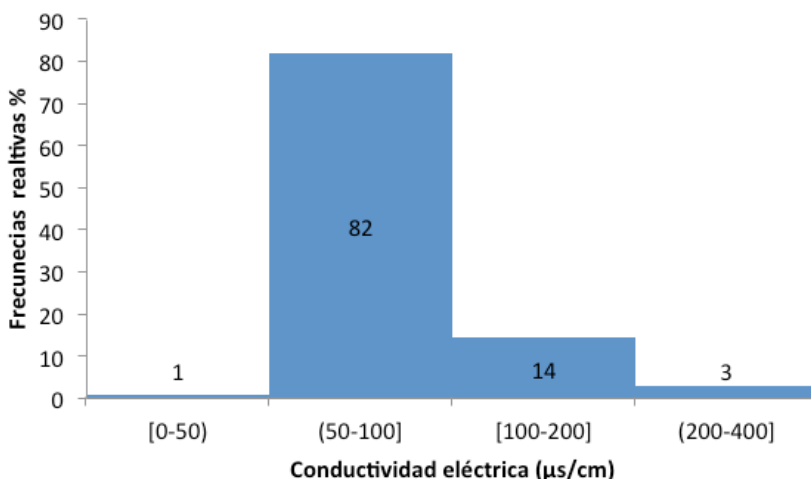
Figura 33 - Frecuencias relativas de los valores de PH en las cisternas



## Conductividad eléctrica

La CE de las muestras analizadas se encuentra en todos los casos entre los valores aceptados (Figura 34).

Figura 34 - Frecuencias relativas de CE de las cisternas escolares.



Se puede decir que el agua de las cisternas, es un agua poco mineralizada, mayoritariamente con valores menores de 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , característica inherente al agua de lluvia.

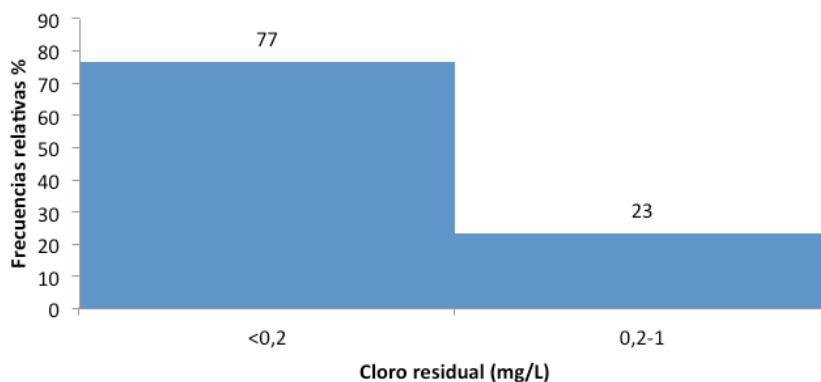
## Cloro residual

Para realizar una buena desinfección hay que eliminar la materia orgánica presente en el agua superando el punto crítico (que la convierte en no potable). Por tanto, la concentración idónea de cloro a añadir al agua a tratar para obtener un CR suficiente va a depender del contenido en materia orgánica del agua en origen. Como hemos visto anteriormente, para verificar que la desinfección es suficiente cuando el agua es tratada con cloro o derivados se deberá comprobar que existe al menos 0,2 mg/l de CR (a pH menor de 8 porque si no la cloración deja de ser eficaz).



Sin embargo, tal y como se presenta en la Figura 35, el 77% de las muestras de agua analizadas no contienen el cloro suficiente recomendado tanto por la OMS como por la legislación brasileña para garantizar la calidad del agua (0,2 mg/L).

Figura 35 - Frecuencias relativas de valores de CR en las cisternas escolares.



Estos resultados negativos se deben a varias razones que a su vez se relacionan entre sí. En primer lugar hay escuelas en las que no se hizo tratamiento por cloración (o bien porque no tenían cloro, o porque aun teniendo deciden no clorar). Por otro lado, cuando la alimentación no es de lluvia sino de camiones, en ocasiones sucede que el cloro del agua puede haberse evaporado o consumido. Finalmente, el pH en algunas cisternas es tan elevado (tal y como se presenta en epígrafe sobre pH) que hace la cloración menos eficaz.

### Turbidez

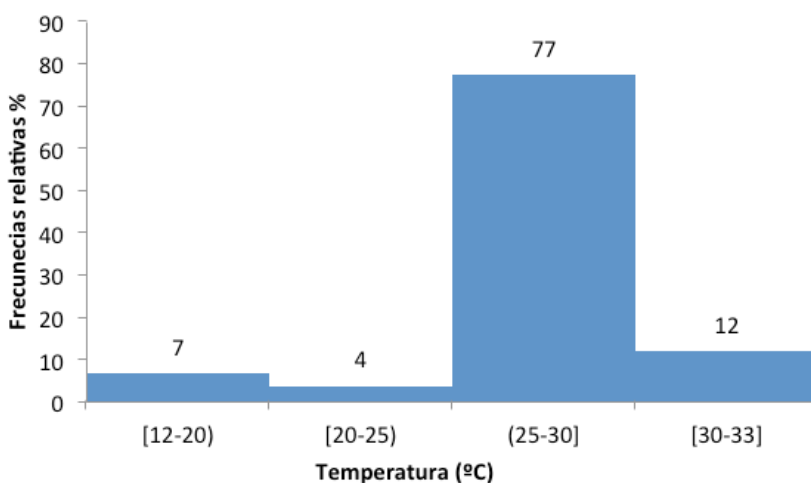
La turbidez encontrada en todas las muestras analizadas fue inferior a 5 NTU y por tanto dentro de los parámetros estipulados tanto por la OMS como por la legislación brasileña.

Esto era algo esperable, ya que tanto el agua de lluvia como el agua del Rio San Francisco (lugar en el que se cargan la mayoría de los camiones cisterna) son aguas poco turbias.

## Temperatura

La temperatura del agua en las muestras analizadas es bastante elevada (superando casi siempre los 25°C) debido principalmente a las temperaturas de la zona, muy altas ya de por sí, y más aún en los meses del verano en los que se hizo el muestreo (Figura 36). Las temperaturas más bajas corresponden a las mediciones en el punto de consumo, en donde a veces se encontró el agua en neveras.

Figura 36 - Frecuencias relativas de los valores de temperatura de las cisternas escolares.



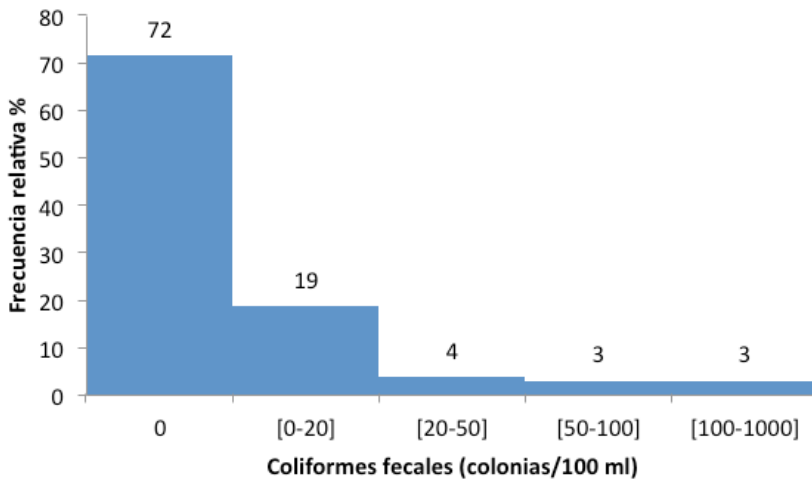
En cualquier caso, tal y como se explicó previamente, la temperatura es un parámetro que no supone por sí mismo un factor contaminante, aunque temperaturas más altas producen mayor rechazo en la población consumidora del agua, disminuyen la aceptabilidad de otras sustancias inorgánicas y aumenta el crecimiento de bacterias.

## Coliformes fecales

Tal y como se presenta en la Figura 37, se ha detectado contaminación fecal en el 27% de las muestras analizadas, aunque con distintas concentraciones.



Figura 37 - Frecuencias relativas de coliformes fecales en las cisternas escolares.



A pesar de que estos resultados son negativos ya que la presencia de coliformes está íntimamente relacionada con la aparición de enfermedades, la contaminación fecal medida es bastante menor que la encontrada en estudios llevados a cabo en otras cisternas del semiárido brasileño (e.g. Amorim y Porto, 2001; Alves, 2012). Además, tal y como se muestra en el siguiente apartado, existe una reducción de contaminación biológica en el punto de consumo con respecto a la del almacenamiento del agua.

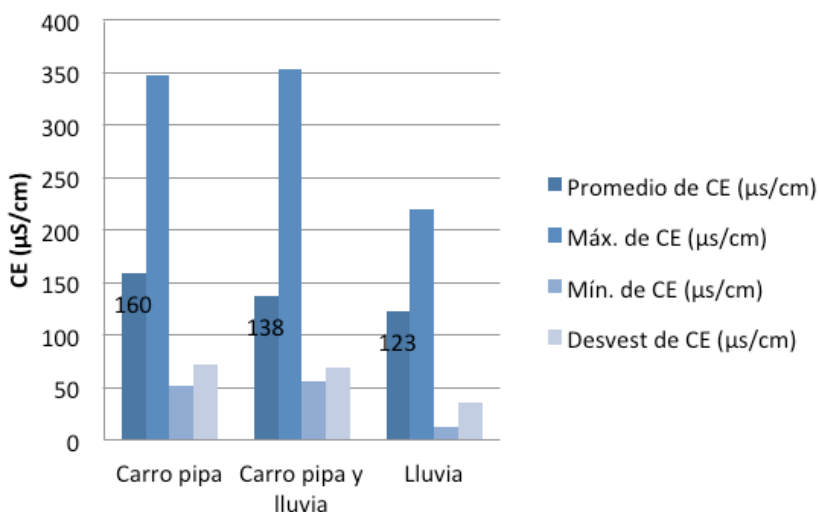
### Análisis de la incidencia de diferentes factores en la calidad del agua suministrada por las cisternas

En este epígrafe se presenta un análisis de las incidencias que diferentes variables están teniendo en relación con la calidad del agua encontrada en función de sus parámetros básicos.

#### Procedencia del agua suministrada

En relación con la procedencia del agua suministrada, se puede apreciar diferencias de menos de 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la CE de las muestras analizadas (Figura 38).

Figura 38 - Conductividad eléctrica en función de la procedencia del agua en las 8 cisternas escolares.

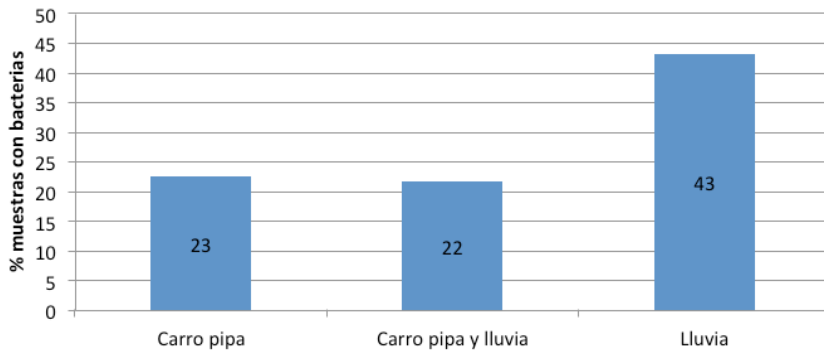


El valor promedio más bajo encontrado corresponde al agua de lluvia -siempre poco mineralizada debido al proceso de destilación natural- y el valor promedio más alto procede de los camiones cisternas, cargados en el Rio San Francisco.

Por otro lado, la Figura 39 muestra la influencia de la procedencia del agua en el porcentaje de muestras con coliformes fecales. El 43% de las muestras de agua de lluvia (37 en total) tienen bacterias. Mientras que las aguas procedentes del camión cisterna (31 muestras) y sus mezclas (55) tienen bacterias con menos frecuencia (23 y 22%, respectivamente). Tal y como se va a analizar en detalle más adelante, esto se debe al hecho de que no se tuvieron los cuidados adecuados para garantizar la potabilidad del agua de lluvia (como por ejemplo garantizar la retirada las primeras aguas de cada lluvia).



Figura 39 - Porcentaje de muestras con coliformes fecales en función de la procedencia del agua en las 8 cisternas escolares.



Estos resultados de mayor concentración de coliformes en las aguas procedentes de la lluvia, en relación con las del camión cisterna, fueron especialmente sorprendentes, ya que en la mayoría de los estudios llevados a cabo en cisternas del semiárido brasileño la relación encontrada ha sido la inversa: más bacterias en aguas de camiones cisterna que en las de lluvia.

Las causas de esta situación se deben al hecho de que desde las escuelas no se están tomando las medidas adecuadas para garantizar la calidad del agua de lluvia y a que recientemente se han incrementado las inspecciones a los camiones cisterna<sup>18</sup>, lo que ha contribuido a mejorar la calidad del agua transportada por los mismos.

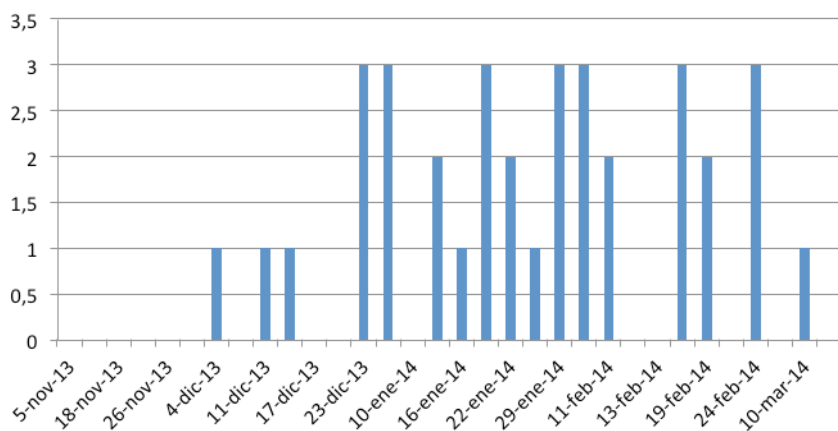
## Lluvias

En la Figura 40, se muestra la secuencia del número de bacterias encontradas en los análisis en función del tiempo de monitoreo. Si esto lo relacionamos con las lluvias de este intervalo, que ocurrieron en los días 17 de diciembre de 2013, 29 de enero, 6 de febrero y 17 de febrero de 2014, se puede observar una cierta relación causa- efecto entre las lluvias y la aparición de las bacterias; ya que los picos más altos se producen inmediatamente después de los días de lluvias.

18 Debido a un brote de diarrea que se extendió en más de 52 municipios del Estado entre los meses de Junio y Agosto del 2013 dejando 52 muertos.



Figura 40 - Número de muestras con bacterias durante el periodo de muestreo (5 noviembre a 13 Marzo).

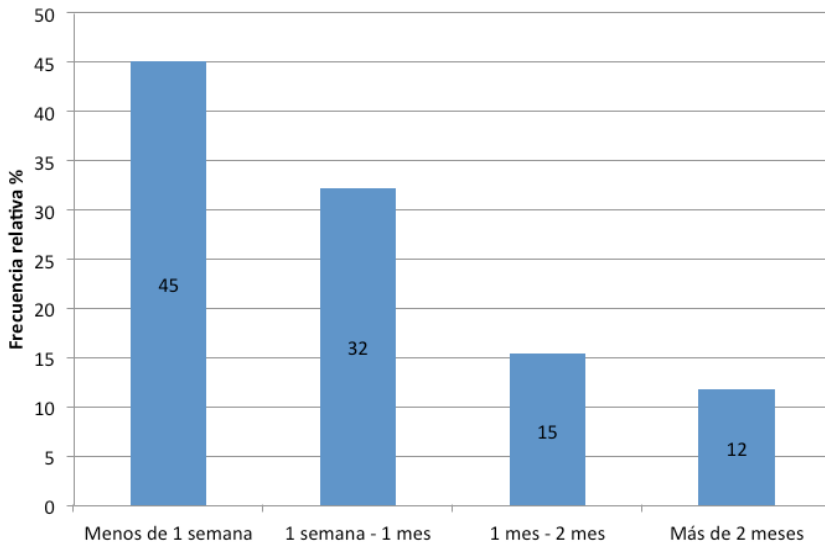


No obstante, hay que tomar con precaución esta conclusión puesto que las lluvias en las comunidades del proyecto tienen una alta variabilidad espacial, afectando sólo a algunas comunidades en concreto. De hecho, nunca llovió simultáneamente en todas las cisternas monitoreadas.

Por ello, resulta más apropiado estudiar esta relación con las lluvias agrupadas por intervalos de tiempo, desde la última lluvia al tiempo de medición (Figura 41). Así, se puede ver claramente un descenso del porcentaje de muestras con bacterias a medida que aumenta el tiempo desde las últimas lluvias. Este descenso de la población bacteriana probablemente es causado por la muerte bacteriana debida a su vez por el decrecimiento de nutrientes y la sedimentación de bacterias en el fondo.



Figura 41 - Porcentaje de número de muestras con coliformes fecales en función del tiempo transcurrido después de las lluvias.

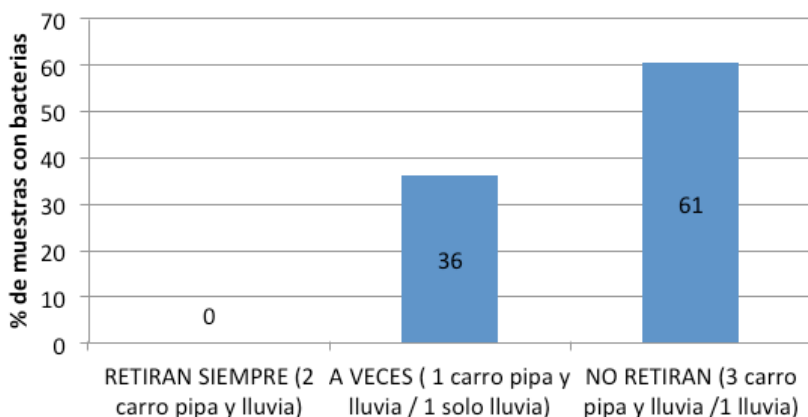


### Retirada de las primeras aguas

Para analizar la eficacia de la retirada de las primeras aguas de cada lluvia, se clasificaron las escuelas que tenían agua de lluvia (bien fuera exclusivamente o mezclada con camión cisterna) según si realizaban o no la retirada de las primeras aguas (en base a la escala de frecuencias: siempre, a veces, nunca). Además, sólo se tuvieron en cuenta las muestras recogidas en el punto de almacenamiento (es decir, en la cisterna).

Tal y como se presenta en la Figura 42, el 100% de las escuelas que retiraban siempre la tubería para que no se introdujese el agua contaminada del tejado (2 de las 8 escuelas) no presentaron coliformes fecales en ninguna de las 23 muestras analizadas, mientras que en las escuelas que no retiraron nunca esta tubería (4 de las 8 cisternas), el porcentaje apareció contaminación por coliformes para el 61% de los 38 análisis realizados. Por su parte, las 2 escuelas que sólo realizaron "a veces" la retirada de las primeras presentaron bacterias en el 36% de las muestras analizadas.

Figura 42 - Porcentaje del número de muestras con coliformes fecales en función de la retirada de las primeras lluvias y especificado la procedencia del agua de las escuelas.

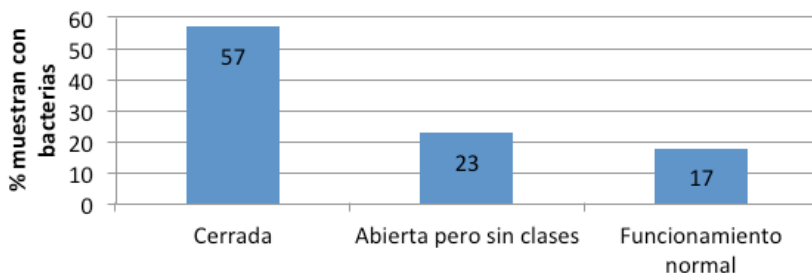


Estos resultados refrendan los informes consultados durante la revisión del estado del arte (e.g. Souza et al., 2011), que indican que la retirada de las primeras aguas es una medida clave para garantizar la calidad en los sistemas de recogida de agua de lluvia.

### Funcionamiento de la escuela

El análisis de los coliformes fecales en función del funcionamiento de la escuela muestra que la mayoría de las veces que aparecía contaminación en una muestra la escuela estaba cerrada por vacaciones (57%, Figura 43).

Figura 43 - Porcentaje de coliformes fecales en función del estado de funcionamiento de la escuela.



Estos resultados eran esperables ya que, como se identifica en los resultados de las entrevistas llevadas a cabo con los beneficiarios, al estar la escuela cerrada, por lo general, no se retiran las primeras aguas, ya que no suele haber nadie para encargarse de ello (tal y como se explicó con anterioridad, la retirada de las primeras aguas en el proyecto debe hacerse de modo manual).

### Punto de muestreo

Los resultados extraídos al analizar la contaminación de las muestras por coliformes en los distintos puntos de muestreo muestran que existe una reducción de contaminación biológica en el punto de consumo con respecto al del almacenamiento (Figura 44).

Esta reducción, en primer lugar se ve favorecida por el hecho de que, tal y como se ha puesto de relevancia a lo largo de las visitas y entrevistas, el personal de las escuelas es muy cuidadoso en lo que respecta a tomar medidas higiénicas relacionadas con el agua (e.g. Figura 43 (d)). Además, el uso de filtros (utilizados en el 68% de las escuelas) y el uso de cloro (en el 47% de las escuelas), también está beneficiando esta reducción (e.g. Figuras 45(a), (b) y (c)).

Figura 44 - Porcentaje de muestras con coliformes fecales en función del punto de colecta del análisis.

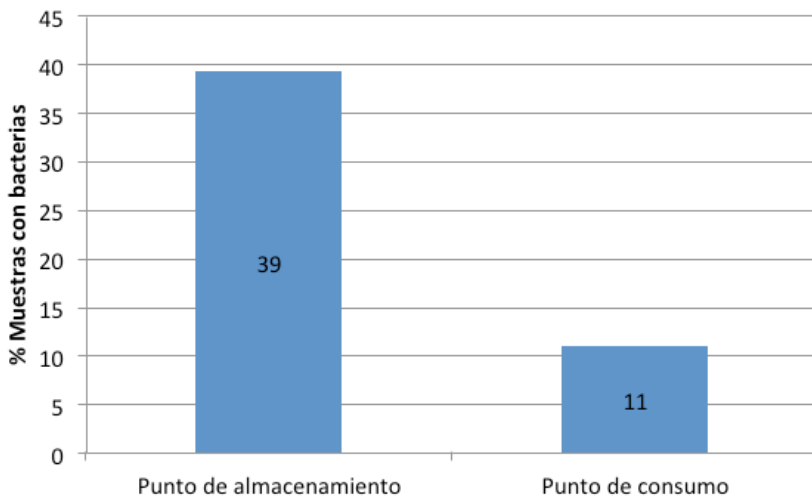


Figura 45 - Tratamiento del agua y los cuidados higiénicos en las escuelas.



(a)



(b)



(c)



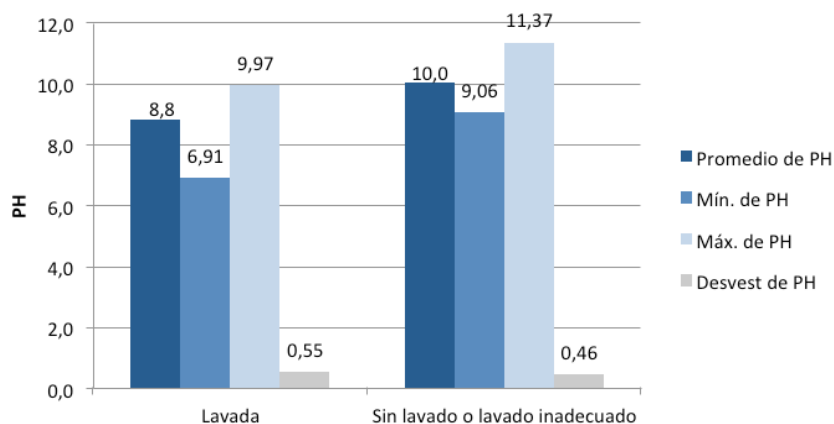
(d)

### Lavado de la cisterna

Los resultados muestran que el pH de las cisternas que no han sido lavadas es mayor que el de las cisternas lavadas adecuadamente. Así el valor promedio del pH de los 58 análisis de cisternas lavadas es de 8,8, mientras que en cisternas sin un lavado correcto, el promedio en los 25 análisis realizados es de 10 (un 14% superior, Figura 46).



Figura 46 - pH de las cisternas en función del lavado.



Una de las causas del inadecuado lavado es la gran dificultad existente para su ejecución. En particular, tal y como se mostró en la evaluación técnica de la obra civil e hidráulica, la boca de hombre (o trampilla) de las cisternas es demasiado pequeña para facilitar el lavado.

En la Figura 47(a) se muestra una imagen de cemento flotando en una cisterna que no había sido bien lavada. Por su parte, en la Figura 45(b) se puede ver como se está vaciando una cisterna con mangueras sifonadas para poder lavarla.

Figura 47 - Fotos de las cisternas CONDRI: (a)- agua con cemento y (b)- vaciado del agua de la cisterna.



(a)

(b)

## Otros aspectos relevantes para la calidad del agua evaluados

A continuación se presentan otros resultados relevantes obtenidos como parte del componente de la calidad del agua de esta evaluación.

### Barreras físicas de protección sanitaria

Las barreras sanitarias de prevención son elementos muy importantes en los sistemas de captación de agua de lluvia, ya que por suelen eficaces a la vez que simples y de bajo coste, por lo que su utilización es especialmente pertinente en contextos como el semiárido brasileño.

Además del dispositivo de retirada de primeras aguas (del que ya se ha hablado en detalle con anterioridad), son ejemplos de barreras físicas de protección sanitaria los siguientes: cubrir la cisterna impidiendo la entrada abundante de luz e insectos; construir un rebosadero y ventilación – para propiciar la re-oxigenación del agua- y colocar telas o mallas de plástico, nailon o metal en todas las salidas para evitar la entrada de pequeños animales.

Sin embargo, en las 19 cisternas visitadas no se ha encontrado ninguna maya en el rebosadero ni en ninguno de los otros orificios de salida de la cisterna para evitar la entrada de pequeños insectos, entre ellos, los vectores del dengue.

Por otro lado, se observó que sí habían sido colocadas redes en la línea del flujo de dos de las cisternas, que con la llegada de las lluvias cumplieron su función de impedir la entrada de restos orgánicos (ver Figura 48 (a) y (b)). Sin embargo, el hecho de que dos días después de las lluvias, estas redes no había sido lavadas, indican que esta falta de cuidado va a acabar repercutiendo negativamente el agua de la cisterna en las próximas lluvias.

Figura 48 - Fotos de las dos redes de las cisternas escolares después de las lluvias.



(a)

(b)



## Capacitación de los beneficiarios

Tal y como se explicó en el capítulo inicial, el Proyecto de Cisternas Escolares incluye tanto la construcción de las infraestructuras como una capacitación que incluye un taller para los beneficiarios con aspectos importantes para el cuidado del agua suministrada por las cisternas.

Aunque los resultados de la evaluación llevada a cabo sobre las capacitaciones del proyecto se presentarán en más detalle en próximo capítulo (ya que estas capacitaciones son claves en la evaluación de las mejoras de las condiciones de vida conseguidas por el proyecto), merece la pena destacar aquí que, en opinión del equipo evaluador, los materiales impresos de la capacitación (que se reparten el día del taller entre los asistentes) contienen todos los aspectos importantes sobre la calidad del agua (tales como la necesidad de realizar la retirada de las primeras aguas; el uso de la bomba; la explicación de las enfermedades relacionadas con el agua; la importancia de no criar peces en las cisternas; o la importancia de la limpieza del tejado, de la cisterna y de las tuberías). En relación con estos materiales, la mayor debilidad encontrada es la sugerencia de no mezclar el agua de lluvia con el agua del camión cisterna, cuando para muchas de las escuelas es imposible abastecerse sólo con el agua de la lluvia (tal y como se explica en el siguiente apartado).

Por otro lado, en relación con la manera en la que se realiza la capacitación se han encontrado debilidades mucho más significativas. Para empezar, se ha observado que en el marco del proyecto se invita a varias comunidades escolares, en ocasiones de diferentes municipios, a participar en las capacitaciones. Las limitaciones de logística (transporte, espacio, etc.) junto con el hecho de que las capacitaciones se realizan durante horario lectivo, hacen necesario que cada comunidad escolar seleccione únicamente algunos miembros para ser capacitados por el proyecto, quedando como responsabilidad de la comunidad escolar la capacitación del resto de miembros. La selección por parte de las escuelas de los representantes para participar en la capacitación es muy importante, ya que en ellos recae la responsabilidad posterior de pasar el conocimiento adquirido al resto de miembros de la comunidad escolar. No obstante, se ha identificado que muchas escuelas no están seleccionando los participantes más adecuados, puesto que están enviando a las capacitaciones a muchos alumnos de corta edad, que no sacan provecho de la capacitación y además la entorpecen, mientras que se está excluyendo en muchos casos la participación de trabajadores cuyo rol es muy importante en el cuidado del agua y de la cisterna, como los vigilantes y los trabajadores de la limpieza y la cocina.



## Probabilidad de que las cisternas se llenen con agua de lluvia

Este análisis se llevó a cabo al constatar que a la hora de diseñar el Proyecto de Cisternas Escolares, no se tuvo en cuenta la probabilidad existente de que las escuelas beneficiarias del proyecto se pudieran abastecer únicamente con agua de lluvia.

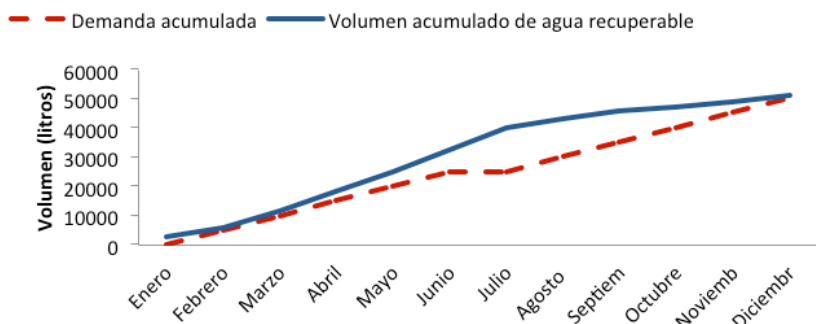
De hecho, mientras que los resultados de la línea de base realizada como parte de la evaluación ponen de relevancia las diferencias entre las escuelas beneficiarias (con números de alumnos que oscilan entre los 13 y los 540, teniendo más de la mitad de ellas entre 20 y 80 alumnos matriculados), todas van a recibir el mismo tipo de cisterna con la misma capacidad para almacenar agua (52.000 litros).

En este sentido, se vio pertinente realizar una estimación para conocer la probabilidad de que las cisternas se llenen con agua de lluvia. Para ello se decidió partir de los datos de la Agência Nacional de Águas (ANA, 2014) y llevar a cabo los cálculos para una escuela de 28 alumnos. Además, y ante la ausencia de datos corroborados se realizaron una serie de suposiciones: i) la cisterna es gestionada durante todo el año y se recogen todas las lluvias de todos los meses, pero no se consume en los meses de Julio y Enero por vacaciones; ii) un coeficiente de pérdidas del 25%; iii) un área de captación de 100 m<sup>2</sup>; iv) una dotación de 6 l/día por alumno; y v) desprecio de las primeras aguas.

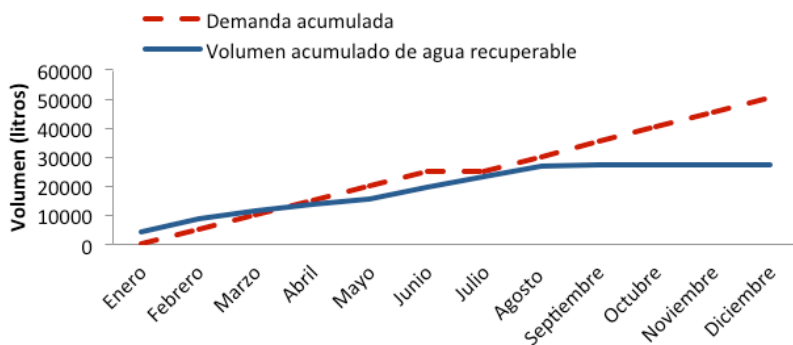
Los resultados muestran que incluso para una escuela relativamente pequeña, el volumen de agua sólo será suficiente para satisfacer la demanda de la comunidad escolar durante todo el año en el caso de que sea un año de precipitaciones medias (Figura 49(a)), mientras que en el caso de que sea un año seco, la demanda de consumo a partir del mes de Abril sería superior al volumen disponible (Figura 49(b)).



Figura 49 - Estimaciones del balance mensual hídrico en el caso de una escuela con 28 alumnos: (a) un año de precipitaciones medias y (b) un año seco.



(a)



(b)

Teniendo en cuenta la enorme variabilidad temporal y espacial de las precipitaciones en el semiárido Alagoano, es muy difícil saber cuántas cisternas se van a llenar solo con el agua de lluvia, pero sí se puede afirmar que no va a ser posible en todas las cisternas y que dependerá de la meteorología.

### Principales conclusiones

Las principales conclusiones extraídas al analizar los resultados del estudio calidad del agua llevado a cabo por el equipo evaluador, se han estructurado en base a los diferentes aspectos evaluados.

### Con relación al origen del agua consumida en las escuelas:

- Las escuelas beneficiarias del proyecto no solamente se abastecen de agua de lluvia. De las 19 escuelas que tenían la cisterna construida en el momento de llevar a cabo la evaluación, el 32% dispone de agua canalizada y el 68% recurre al camión cisterna.
- Es muy poco probable que las escuelas beneficiarias del proyecto cubran sus necesidades únicamente con el agua de lluvia captado por las cisternas.

### Con relación a los parámetros básicos de la calidad del agua suministrada por las cisternas escolares:

- Todos los valores físico-químicos de turbidez, conductividad eléctrica y temperatura del agua, se encuentran dentro de los límites aceptables según los parámetros estipulados por la OMS y la legislación brasileña.
- Aparecen valores de pH fuera de los recomendados [6,5-9,5] en un 30% de las muestras de agua analizadas. Además, en un 85% el pH es mayor de 8 lo que disminuye la eficacia del tratamiento por cloración. Esto se debe a la existencia de cemento en las cisternas, que a su vez viene favorecida por la dificultad para llevar a cabo el lavado de las mismas.
- El tratamiento por cloración siendo aplicado actualmente por las escuelas no es efectivo ya que los resultados presentan que el cloro residual en el 77% de las muestras analizadas es insuficiente (menor a 0,2 mg/L). Esto se debe a varios motivos que a su vez pueden estar solapados entre sí: i) la utilización de una cantidad insuficiente de cloro en el agua de los camiones; ii) la evaporación del cloro durante el transporte del agua; y iii) la ineficacia del tratamiento de cloración en las cisternas por los elevados pH.
- El 27% de las muestras analizadas no cumplen con el criterio microbiológico sobre coliformes de la PORTARIA Nº2914/2011 de Brasil. Si bien es deseable reducir a cero esta cifra, es importante destacar que otros estudios similares llevados a cabo en el semiárido brasileño han presentado valores más altos de coliformes que los encontrados en este estudio.



### Con relación a los factores analizados:

- Las cisternas que recogen sólo agua de lluvia han presentado resultados peores en relación a los parámetros básicos de calidad del agua que las llenadas por camión cisterna. Estos resultados se debe a tres aspectos fundamentales: i) la mejora de la calidad del agua en los camiones cisterna al aumentar las inspecciones en los mismos por parte de la vigilancia sanitaria del Estado de Alagoas; ii) no se están llevando a cabo medidas de prevención básicas para el agua de lluvia (como la retirada de las primeras aguas); y iii) no están resultando eficientes los tratamientos de cloración por los elevados pH del agua en las cisternas (el tratamiento del agua en el semiárido alagoano siempre es por cloración).
- Las escuelas que siempre realizan la retirada de las primeras aguas de sus cisternas han reducido prácticamente a cero la presencia de coliformes fecales. Por tanto, garantizar la retirada de estas primeras aguas es crucial en proyectos basados en sistemas de recogida de agua de lluvia.
- Los filtros que utilizan las escuelas antes de reutilizar el agua para el consumo humano son muy efectivos.
- Uno de los principales desafíos para garantizar la calidad del agua en sistemas abastecidos por agua de lluvia es que quedan fuera del ámbito de la vigilancia sanitaria (excepto aquellas con agua canalizada). Esto es una contradicción ya que en el caso de las cisternas escolares es un agua destinada al consumo humano y por tanto, en coherencia con la legislación brasileña –materializada en la PORTARIA N°2914/2011- deberían realizarse un monitoreo continuo en las escuelas. Sea el agua procedente de camión cisterna, canalizada o de lluvia.

### 3.4. La evaluación de los efectos en las condiciones de vida

En los últimos años y de manera creciente, está surgiendo en el seno de los proyectos de desarrollo en el marco de la cooperación internacional una necesidad de evaluar su contribución a la mejora de las condiciones vida de las poblaciones beneficiaras.

Entre las propuestas que están surgiendo para dar respuesta a estos nuevos retos y necesidades, predominan aquellas que abogan por una revalorización de los métodos cualitativos y participativos y por la utilización de enfoques

de métodos mixtos (3IE, 2009), que combinan el rigor de los datos cuantitativos y el análisis estadístico, con el análisis de prioridades y percepciones asociados a los métodos cualitativos (Jones y Sumner, 2009).

Para llevar a cabo la evaluación de los efectos en las condiciones de vida del Proyecto de Cisternas Escolares, se diseñaron inicialmente diferentes procesos y métodos capaces de responder preguntas de causalidad y atribución y de incluir las prioridades y las experiencias de los diferentes actores involucrados. Sin embargo, los retrasos acontecidos durante las construcciones de las cisternas (debidos a su carácter piloto tal y como ha sido explicado en el capítulo introductorio) resultaron en la pérdida del componente más cuantitativo de la evaluación.

A pesar de que el equipo evaluador considera relevante aplicar este tipo de análisis (combinación de estrategias cualitativas y cuantitativas), la metodología adoptada para este estudio en base a las circunstancias encontradas se ha basado en una detallada evaluación de proceso. En la misma han participado los diferentes actores locales involucrados en el proyecto permitiendo extraer relevantes conclusiones y recomendaciones para fortalecer tanto la finalización del presente proyecto, como el desarrollo de futuros proyectos de cisternas escolares en el semiárido brasileño, respondiendo a los objetivos planteados desde el inicio pero aplicando una metodología diferente a la planteada originalmente. La figura 50 muestra el esquema secuencial de la metodología aplicada.

Dado que al diseñarse el Proyecto de Cisternas Escolares no se establecieron los efectos específicos esperados en las condiciones de vida de la comunidad escolar, el primer paso para llevar a cabo este componente de la evaluación fue la identificación de dichos efectos.

Para ello se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos al elaborar la línea de base del proyecto, y se clasificaron los efectos esperados en tres grupos: i) efectos directos, que son consecuencia directa de la implementación de las actividades del proyecto; ii) efectos intermedios, que son a su vez consecuencia de estos efectos directos; y iii) efectos finales, los cuales son consecuencia de los efectos intermedios e inciden directamente sobre las condiciones de vida de las comunidades escolares. La Figura 51 muestra la lógica de efectos que ha permitido estructurar la evaluación.



Figura 50 - Esquema secuencial de la metodología de evaluación de las mejoras en las condiciones de vida de la comunidad escolar.

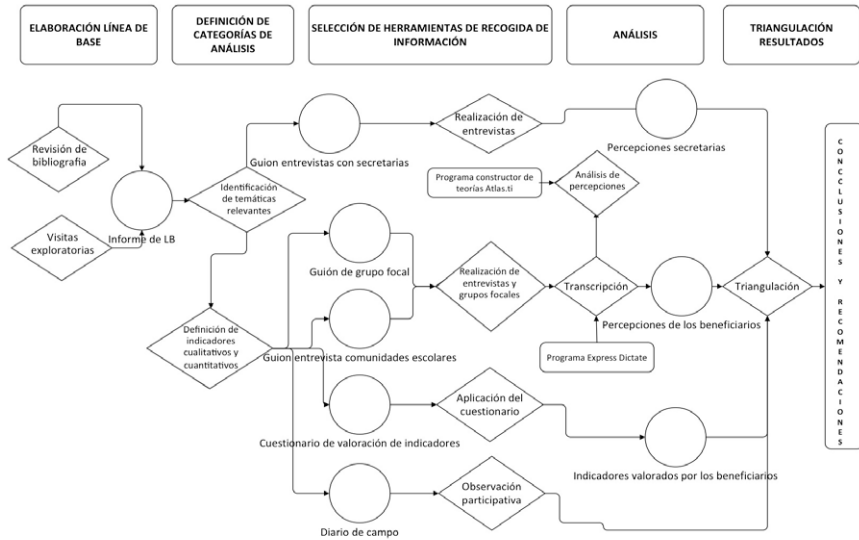
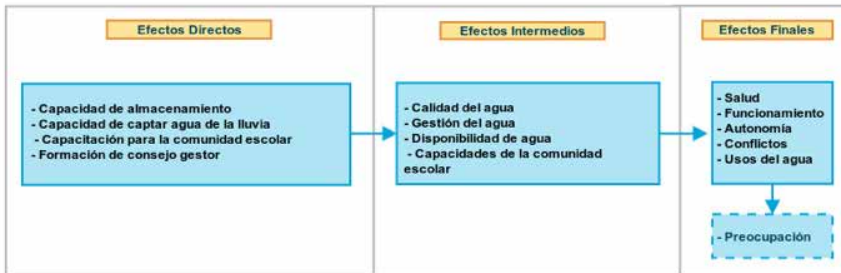


Figura 51 - Esquema de la lógica de los efectos del proyecto.



En la Tabla 8 se presenta la descripción de cada uno de los efectos definidos.

Tabla 8. Descripción de los efectos del proyecto.

| Efectos(*)          |  | Descripción del Efecto  |
|---------------------|--|---|
| Efectos Directos    | Capacidad de almacenamiento                    | La construcción de las cisternas implica que las escuelas obtengan un aumento de 52.000 litros de capacidad para almacenar agua en buenas condiciones.  |
|                     | Capacidad de captar agua de la lluvia          | Las cisternas permiten a las escuelas captar agua de la lluvia y almacenarla de forma adecuada.   |
|                     | Capacitaciones a la comunidad escolar          | El proyecto "Cisternas Escolares" organiza reuniones de capacitación en los municipios beneficiarios para capacitar a algunos miembros de las comunidades escolares.  |
|                     | Formación de consejo gestor                    | El proyecto "Cisternas Escolares" facilita la creación de consejos gestores en las escuelas, para regular la gestión, mantenimiento, cuidado y uso de la cisterna.  |
| Efectos Intermedios | Calidad del agua                               | Efectos en la suciedad o contaminación del agua de la escuela y en su color, olor y sabor. También efectos en la aceptabilidad del agua de la comunidad escolar (sí a los alumnos les gusta más beber el agua de la cisterna o no) y en la temperatura en la que el agua se almacena. |
|                     | Gestión del agua                               | Facilidades para el acceso controlado a la cisterna, evitando la contaminación del agua. Facilitar la estimación de cuánto va a durar el agua de la cisterna y cuando es necesario solicitar abastecimiento. Facilitar el cuidado del agua y de la cisterna.                          |
|                     | Disponibilidad de agua                         | Efectos en la cantidad de agua de la que la escuela puede disponer para sus tareas.   |
|                     | Efectos en capacidades de la comunidad escolar | Efectos sobre las capacidades para cuidar e gerenciar a agua por parte de los miembros de las comunidades escolares.  |



| Efectos(*)      |                | Descripción del Efecto  |
|-----------------|----------------|---|
| Efectos Finales | Usos del agua  | Efectos en la diversidad de usos del agua en la escuela. Gracias a la construcción de las cisternas en las escuelas pueden hacerse cosas que anteriormente no podían hacerse.   |
|                 | Salud          | Efectos en la incidencia de enfermedades hídricas en las comunidades escolares como el dolor de barriga o la diarrea, disminuyendo las epidemias y su nivel de incidencia en la escuela.  |
|                 | Funcionamiento | Consisten en permitir e incluso mejorar el funcionamiento adecuado de la escuela: evitando tener que reducir el horario o cerrar la escuela, pudiendo servir alimentos de buena calidad y teniendo agua suficiente para realizar una limpieza correcta y sin restricciones.   |
|                 | Autonomía      | Efectos en la necesidad de depender de terceros para abastecer de agua la escuela, ya sea dependencia de los camiones cisterna (de la alcaldía o del ejército), dependencia de la alcaldía, o dependencia de los vecinos.   |
|                 | Conflictos     | Efectos en tensiones, discusiones, etc. relacionadas con el agua entre la comunidad escolar y la comunidad de vecinos.  |
|                 | Preocupación   | Efectos en la preocupación relacionada con el agua que la comunidad escolar siente. Son efectos finales y transversales a los demás, puesto que la preocupación relacionada con el agua deriva de los problemas debidos al agua en la salud, funcionamiento de la escuela, autonomía y conflictos con la comunidad. |

(\*) Es importante tener en cuenta que estos efectos no se tienen por qué dar, sino que son potenciales.

Tal y como se presenta en la Figura 48, una vez definidos los efectos a evaluar, el siguiente paso fue el establecimiento de una serie de categorías para agrupar los efectos y de los indicadores que permitieran evaluar dichas categorías. De este modo, tal y como se presenta en la Tabla 9, toda la recogida de información para evaluar los efectos del proyecto, se estructuró en torno a 8 categorías y 17 indicadores.



Tabla 9. Categorías, indicadores y escenarios para el análisis

| CATEGORIA                    | INDICADORES  | CENARIOS  |
|------------------------------|--|---|
| Salud                        | - Incidencia de enfermedades hídricas en la comunidad escolar  |   |
| Funcionamiento de la escuela | - Días que la escuela tiene que cerrar por falta de agua.<br>- Frecuencia con la que la escuela se ve obligada a terminar las aulas antes de tiempo por falta de agua.<br>- Frecuencia con la que la escuela no puede proporcionar comida a los alumnos por falta de agua.<br>- Frecuencia con la que la comida que ofrece la escuela se ve condicionada por la falta de agua. | -1 = Aumenta<br>0 = no varía<br>1 = disminuye poco<br>2 = disminuye mucho |
|                              | - Percepción sobre la higiene en la escuela  | -1 = Empeora<br>0 = no varía<br>1 = mejora un poco<br>2 = mejora mucho    |
| Autonomía de la escuela      | - Frecuencia con la que acude el camión cisterna para suministrar agua<br>- Frecuencia con la que tienen que recurrir a la alcaldía para abastecer la escuela con agua<br>- Frecuencia con la que tienen que recurrir a los vecinos para abastecer la escuela con agua   | -1 = Aumenta<br>0 = no varía<br>1 = disminuye poco<br>2 = disminuye mucho |
| Conflictos                   | - Conflictos de la escuela con la comunidad debidos al agua.   |   |
| Preocupación                 | - Preocupación que la comunidad escolar siente debido al agua.   |   |



| CATEGORIA                           | INDICADORES  | CENÁRIOS  |
|-------------------------------------|--|---|
| Usos del agua en la escuela         | - Diversidad de los usos del agua en la escuela  | - 1 = Disminuye<br>0 = no varía<br>1 = aumenta un poco<br>2 = aumenta un poco |
| Calidad del agua                    | - El sabor del agua que se consume en la escuela<br>- El color del agua que se consume en la escuela<br>- El olor del agua que se consume en la escuela        | -1 = Empeora<br>0 = no varía<br>1 = mejora un poco<br>2 = mejora mucho        |
| Capacidades de la comunidad escolar | - Las capacidades de la comunidad escolar para cuidar el agua de la cisterna<br>- Las capacidades de la comunidad escolar para el mantenimiento de la cisterna |   |

Adicionalmente a estas 8 categorías, se definieron otras 3, que tienen el propósito de recoger informaciones sobre la involucración de los beneficiarios, el mantenimiento del proyecto y la gestión del agua en las escuelas que complementan las informaciones recogidas (Tabla 10). Estas informaciones se identificaron como relevantes, complementarias y necesarias para ser tenidas en cuenta dentro del propósito de la investigación. Sin embargo, al tratarse de indicadores cualitativos, destinados a recoger información y no a valorar efectos, no se establecieron escenarios numéricos.

Tabla 10. Indicadores para recoger información complementaria.

| CATEGORÍA                             | INDICADOR  |
|---------------------------------------|--|
| Participación de la comunidad escolar | - La comunidad escolar ha sido adecuadamente informada sobre el proyecto antes de su ejecución<br>- Se tiene en cuenta la opinión de la comunidad escolar en la toma de decisiones que afectan al proyecto |

| CATEGORÍA                  | INDICADOR  |
|----------------------------|--|
| Modelo de gestión del agua | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación de consejo gestor</li> <li>- Cantidad de agua por tipo de uso</li> <li>- Procedimientos de control y cuidado del agua de las cisternas</li> <li>- Procedimientos para abastecer de agua las cisternas</li> </ul>                              |
| Mantenimiento del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Responsabilidades y procedimientos de limpieza de la cisterna</li> <li>- Responsabilidades y procedimientos de mantenimiento de la infraestructura de la cisterna</li> <li>- Responsabilidades y procedimientos de mantenimiento de la bomba</li> </ul> |

Una vez seleccionadas las categorías de análisis y los indicadores se seleccionaron las herramientas y se recogió la información.

Para la recogida de información se estableció un periodo de 12 meses (desde mediados de Abril del 2013 hasta mediados de Marzo del 2014), durante el cual:

- Se realizó “observación participante”<sup>19</sup> en 57 de las escuelas beneficiarias del proyecto (consideradas como representativas del universo total de las 108 escuelas y seleccionadas por estar ubicadas en los municipios en los que se había construido alguna cisterna) y en 2 de las sesiones de capacitación impartidas por el proyecto a los miembros de la comunidad escolar, para recoger información sobre el contexto y sobre la situación de las escuelas antes y después de la construcción de las cisternas
- Se llevó a cabo un análisis en profundidad en 9 escuelas que cumplieran con los siguientes requisitos: i) la cisterna estaba lavada y ii) había pasado un periodo mínimo de dos semanas lectivas entre la total finalización y limpieza de la cisterna y la recogida de la información, para que los miembros de la comunidad escolar hubieran podido familiarizarse e identificar los primeros efectos positivos y negativos del proyecto
- Se realizaron entrevistas semiestructuradas con 4 representantes de las alcaldías.

<sup>19</sup> Técnica de recogida de información que consiste en observar a la vez que se participa en las actividades del grupo que se está investigando.



El análisis en profundidad de las 9 escuelas se llevó a cabo para conocer la percepción de los beneficiarios sobre los efectos del proyecto a través de entrevistas semiestructuradas, cuestionarios de valoración y grupos focales todos ellos contruidos para obtener la información necesaria según las categorías e indicadores presentados en las Tablas 9 y 10. En total se realizaron 36 entrevistas, 4 grupos focales y se rellenaron 36 cuestionarios de valoración con actores pertenecientes a las comunidades escolares de estas 9 escuelas.

Para que la información obtenida fuese más completa, diversa y representativa, la selección de los entrevistados y de los participantes en los grupos focales se realizó atendiendo al criterio de heterogeneidad, es decir, buscando representar la diversidad de roles de la comunidad escolar. Para ello se clasificó a los miembros de la comunidad escolar en cuatro grupos diferentes (Tabla 11).

**Tabla 11. Grupos de actores dentro de las comunidades escolares.**

| GRUPO   | DESCRIPCIÓN   |
|---------|---|
| Grupo 1 | Actores vinculados directamente con actividades relativas al agua (personal de limpieza y cocina).                |
| Grupo 2 | Actores vinculados con la enseñanza en la escuela (profesores/as, directores/as y coordinadores/as de educación). |
| Grupo 3 | Alumnos/as, madres y padres de alumnos.   |
| Grupo 4 | Porteros y vigilantes de las escuelas.  |

Durante las entrevistas semiestructuradas y los cuestionarios de valoración se entrevistó un representante de cada uno de los grupos.

Por otro lado, se decidió organizar los grupos focales por grupos de actores, juntando así actores de diferentes escuelas en un mismo grupo focal. Así, se llevaron a cabo 4 grupos focales, uno con cada grupo de actores.

A Figura 52 presenta imágenes capturadas durante las entrevistas e grupos focales para ilustrar el proceso.

Figura 52 -Imágenes de las entrevistas y grupos focales con las comunidades escolares.



Es importante tener en cuenta que para poder transcribir y analizar posteriormente la información, todas las entrevistas fueron grabadas en audio con una grabadora y los grupos focales fueron grabados en vídeo. En todas las ocasiones se informó y solicitó el consentimiento a los participantes para ser grabados.

Una vez terminada la etapa de recogida de información, se procedió al análisis de dicha información. Para evaluar y entender los efectos del proyecto cisternas escolares y obtener recomendaciones prácticas, la información recogida se analizó de diferentes maneras.

En primer lugar, y con el objetivo de obtener las percepciones de las comunidades escolares sobre los efectos que el proyecto tiene en las escuelas beneficiarias, se realizó un análisis del contenido de las entrevistas y grupos focales realizados. El primer paso para analizar la información obtenida fue transcribir las grabaciones de los grupos focales y de las entrevistas que se incorporaron a una unidad hermenéutica de Atlas.ti, para ser codificadas y analizadas. La codificación fue deductiva y utilizó como lista de códigos las mismas categorías que las utilizadas al definir los indicadores de efectos (ver Tabla 9).

En la Tabla 12 se muestra la lista de códigos utilizada junto con su definición, la cual especifica el tipo de información que proporcionan los segmentos agrupados bajo cada código.

**Tabla 12. Lista de códigos de efectos empleada en la codificación deductiva.**

| CÓDIGO                                  | DEFINICIÓN   |
|---|--|
| 1_1 SALUD                               | Efectos sobre la salud de la comunidad escolar                                     |
| 1_2 FUNCIONAMIENTO DE LA ESCUELA        | Efectos sobre el funcionamiento de la escuela                                      |
| 1_3 AUTONOMIA DE LA ESCUELA             | Efectos sobre la autonomía e independencia de la escuela                           |
| 1_4 CONFLICTOS CON LA COMUNIDAD         | Efectos sobre conflictos con la comunidad debidos al agua                          |
| 1_5 PREOCUPACIÓN                        | Efectos sobre la preocupación por la falta de agua que sufre la comunidad escolar  |
| 1_6 USOS DEL AGUA EN LAS ESCUELAS       | Efectos sobre los usos del agua en la escuela y el aumento en la diversidad de uso |
| 2_1 CALIDAD DEL AGUA                    | Efectos sobre la calidad del agua disponible en la escuela                         |
| 2_2 CAPACIDADES DE LA COMUNIDAD ESCOLAR | Efectos sobre las capacidades de la comunidad escolar                              |

Una vez terminada la codificación deductiva de los efectos se procedió a una segunda codificación inductiva en la que se buscaron las valoraciones de los actores sobre los efectos, además de las propiedades y las relaciones de estos efectos. Tras la codificación inductiva se pasó a realizar un análisis de co-ocurrencias para cada uno de los 8 efectos que guiaron la codificación deductiva inicial. Como resultado de este análisis se obtuvieron, de forma global y por tipo de actor, las valoraciones y los patrones comunes de las percepciones que tienen los beneficiarios sobre los efectos del proyecto.

Adicionalmente, se analizaron las valoraciones de los indicadores realizadas por los actores entrevistados a través de los cuestionarios. Toda la información del análisis cualitativo fue triangulada entre sí para extraer los resultados y conclusiones del estudio.

Como resultado de la metodología presentada, se han identificado los efectos del proyecto de cisternas escolares que inciden en las condiciones de vida de las comunidades escolares.

En los siguientes epígrafes se describe con mayor detalle la relevancia de los efectos del proyecto sobre los principales efectos definidos: i) capacidades de la comunidad escolar; ii) funcionamiento; iii) usos del agua; iv) salud; v) autonomía; y vi) conflictos. Además, se identifican los aspectos que pueden estar favoreciendo o limitando una mayor relevancia de los efectos.

También se ha desarrollado un epígrafe específico para presentar los resultados de las valoraciones de los efectos del proyecto por parte de los beneficiarios, considerando tanto las valoraciones individuales como las globales.

Finalmente, hay un epígrafe para sistematizar las principales conclusiones del estudio.

### **Efectos sobre las capacidades de la comunidad escolar**

Estudios previos (e.g. FUNDER et al., 2009) han demostrado que las mejoras en las condiciones de vida de los beneficiarios de proyectos de cisternas de captación de agua de lluvia, dependen en gran medida de las capacidades de estos para cuidar, mantener y gestionar las cisternas y su agua. Con el objetivo de garantizar estas capacidades, el Proyecto de Cisternas Escolares realiza capacitaciones en los municipios beneficiarios a las que asisten representantes de las comunidades escolares que van a recibir una cisterna. En estas capacitaciones se explica la importancia de cuidar el agua de la cisterna y los procedimientos necesarios para ello.



Sin embargo, los resultados de este estudio evidencian fallos durante las capacitaciones que repercuten en el hecho de que éstas no estén consiguiendo mejorar las capacidades de la comunidad escolar en lo relacionado con el cuidado del agua de su cisterna.

En relación a estos fallos, tanto en las entrevistas como en los grupos focales se puso de manifiesto que muchos de los miembros de las comunidades escolares perciben que en dichas capacitaciones no están participando las personas adecuadas. Esto, unido a que no se han establecido mecanismos para la transferencia de conocimientos entre los miembros capacitados por el proyecto y el resto de la comunidad escolar, ha provocado que una parte importante de las comunidades escolares se estén quedando sin capacitar, lo cual supone una limitación importante en alcanzar los efectos previstos.

No obstante, el estudio también pone de relevancia que esta limitación se está viendo mitigada gracias a las capacitaciones asociadas a los proyectos de cisternas domiciliarias que se desarrollan en la región de manera paralela. Estos proyectos proliferan en el semiárido brasileño debido al Programa Cisternas e implican que muchos de los miembros de las comunidades escolares adquieran capacidades y conozcan el funcionamiento de las cisternas de forma independiente al proyecto evaluado.

Esta importancia de las capacitaciones de otros proyectos se puede ver en la Figura 53, donde se muestran los resultados del análisis de coocurrencias<sup>20</sup> bajo el código “capacidades de la comunidad escolar” (ver Tabla 12) que emergen de un mayor número de grupos focales y entrevistas. El color y tamaño de dichos códigos representa la frecuencia de aparición. Así, también se aprecia que las comunidades escolares perciben que no se está capacitando por igual a todos los trabajadores (de hecho a lo largo de la evaluación de este efecto aparece fuertemente la necesidad de involucrar más a los vigías) y que a las capacitaciones están asistiendo demasiados niños y niñas.

---

20 Analizar las coocurrencias de un código consiste en ver que otros códigos coexisten con dicho código en alguno de sus fragmentos asociados (Friese, S. 2014). Para extraer una interpretación sobre las valoraciones que los usuarios de las cisternas escolares hacen de cada efecto del proyecto, se hizo especial hincapié en identificar los códigos de valoraciones que coocurrían con el código del efecto y en cuantas entrevistas y grupos focales se daba esta coocurrencia. Los códigos emergentes que coocurrían en un porcentaje importante de las entrevistas y los grupos focales sirvieron para identificar patrones comunes y relevantes en las percepciones.



Figura 53. Códigos que emergen más frecuentemente en la codificación inductiva de los efectos en las capacidades.

Control y cuidado del agua, No se capacita a todos los trabajadores, Retirar tubería en las primeras aguas, Asistencia de muchos alumnos, Trabajadores capacitados de forma ajena al proyecto, **Capacitación proyecto Cisternas Escolares**, **Capacitación proyecto cisternas domiciliarias**, Vigilante

(NOTA) Los tamaños y colores representan la frecuencia de aparición de los códigos: los de mayor frecuencia son grandes y rosas, los de frecuencia intermedia son medianos y naranjas, los de pequeña frecuencia de aparición son pequeños y verdes y los de muy baja frecuencia pequeños y azules.

Otro resultado importante es que los miembros de la comunidad escolar no se sienten lo suficientemente informados sobre la retirada de las primeras aguas de las cisternas. Esto explica en parte los resultados encontrados al llevar a cabo el análisis de la calidad del agua, donde el estudio pone de relevancia problemas con la contaminación bacteriológica de las aguas debido a la no retirada de las primeras aguas en las escuelas.

A continuación se detallan las principales limitaciones identificadas a la hora de mejorar las capacidades de la comunidad escolar a través de su participación en las capacitaciones.

Para empezar, se ha observado que en el marco del proyecto se invita a varias comunidades escolares, en ocasiones de diferentes municipios, a participar en las capacitaciones. Las limitaciones logísticas (transporte, espacio, etc.) junto con el hecho de que las capacitaciones se realizan durante horario lectivo, hacen necesario que cada comunidad escolar seleccione únicamente algunos miembros para ser capacitados por el proyecto, quedando como responsabilidad de la comunidad escolar la capacitación del resto de miembros.

La selección por parte de las escuelas de los representantes para participar en la capacitación es muy importante, ya que en ellos recae la responsabilidad posterior de pasar el conocimiento adquirido al resto de miembros de la comunidad escolar. No obstante, se ha identificado que muchas escuelas no están seleccionando los participantes más adecuados, puesto que están enviando a las capacitaciones a muchos alumnos de corta edad, que no sacan provecho de la capacitación y además la entorpecen, mientras que se está excluyendo en



muchos casos la participación de trabajadores cuyo rol es muy importante en el cuidado del agua y de la cisterna, como los vigilantes y los trabajadores de la limpieza y la cocina (únicamente uno de los nueve vigilantes y dos de los doce trabajadores de limpieza y cocina manifestaron haber participado en capacitaciones del proyecto).

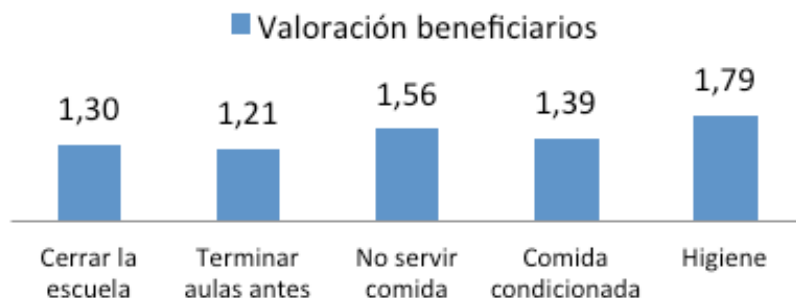
Además, no existe ningún mecanismo definido sobre cómo los participantes en las capacitaciones pueden transferir los conocimientos adquiridos al resto de sus comunidades escolares, lo que ha hecho que en ninguna de las escuelas incluidas en el estudio se haya realizado ningún tipo de actividad de transferencia.

Finalmente, se ha detectado que no existe ningún espacio fuera de estas capacitaciones que permita a los afectados participar en el proyecto (que en muchas ocasiones no son sólo las comunidades escolares sino también las de vecinos). Así, la gran mayoría de los actores entrevistados manifiestan que no se les ha informado adecuadamente del proyecto y que no se ha pedido su opinión en ningún momento.

### Efectos sobre el funcionamiento de las escuelas

En general, los resultados del estudio evidencian que los miembros de las comunidades escolares beneficiarias perciben que el proyecto va a contribuir a solucionar algunos de sus principales problemas de funcionamiento. Entre ellos, destacan el no poder limpiar adecuadamente la escuela, la necesidad de cerrar la escuela, de reducir el horario de clases, de no servir comida o de tener que variar la comida por falta de agua. Así, la Figura 54 muestra la valoración dada durante las entrevistas y los grupos focales a cada uno de los indicadores definidos para valorar los efectos sobre el funcionamiento.

Figura 54 - Valoración de los indicadores de efectos del proyecto en el funcionamiento.



\*Escala numérica para valorar los indicadores: -1 Empeora; 0 No varía; 1 Mejora un poco; 2 Mejora mucho.

Sin embargo, es importante dejar constancia de que durante el período de recogida de datos de la evaluación, al ser este relativamente corto, ha sido difícil encontrar evidencias basadas en percepciones claras de los entrevistados sobre la relevancia de los efectos del proyecto en el funcionamiento de las escuelas, a excepción de las mejoras relacionadas con la higiene.

El que los aspectos de higiene hayan sido los más claramente percibidos, se deben a dos motivos principales. En primer lugar, al hecho de que cuando hay escasez de agua, las escuelas restringen en primer lugar el agua para limpiar las instalaciones, por lo que en cuanto vuelve a haber mayor disponibilidad de agua, en este uso se nota una mejora sustancial. Y en segundo lugar, al hecho de que comunidades escolares (sobre todo profesores y cocineras) que no se sentían seguras (por falta de capacitación) para utilizar el agua para el consumo, decidieron utilizar el agua de la cisterna únicamente para la limpieza de la escuela.

Por otro lado, el que no haya sido fácil encontrar evidencias para el resto de efectos sobre el funcionamiento se debe sobre todo a que las cisternas llevaban instaladas demasiado poco tiempo y a que durante el período de evaluación no ocurrió ninguna situación extrema en la que se interrumpiera el servicio de abastecimiento por camión cisterna (por lo que las escuelas no tuvieron ningún problema para disponer de agua y no han podido experimentar las ventajas que supone tener mayores almacenamientos de agua en situaciones extremas).

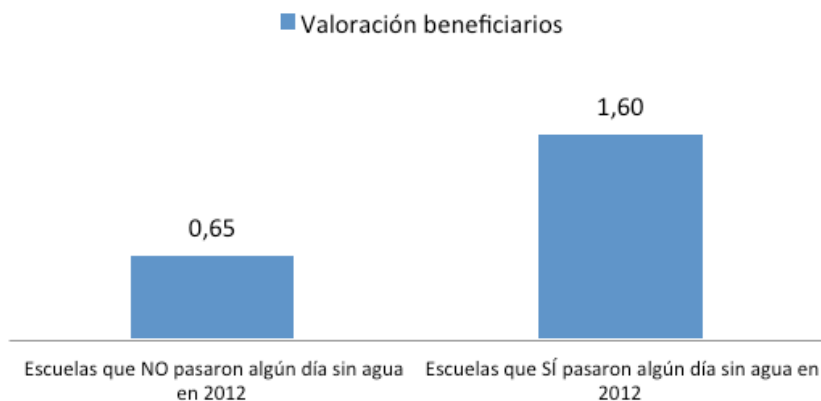
En resumen, se puede concluir que la relevancia en el momento de la evaluación de los efectos del proyecto sobre las mejoras en el funcionamiento de la escuela es baja. Sin embargo, de todos los actores entrevistados valoran positivamente el potencial del proyecto de mejorar este funcionamiento en situaciones de emergencia (que no son infrecuentes en la región a pesar de no haberse dado durante el período en el que se llevó a cabo la evaluación).

Además, la relevancia de estos efectos no es igual para todas las escuelas, ya que entre las escuelas beneficiarias hay escuelas que enfrentan muchos más problemas de falta de agua que otras, por lo que será en estas primeras donde los efectos del proyecto serán mayores.

Este hecho se ve reflejado en la Figura 55, que muestra las diferencias en las valoraciones dadas por los beneficiarios sobre la relevancia de las mejoras en el funcionamiento obtenidas en las escuelas gracias a la implementación de la cisterna, en función del hecho de haber pasado o no un día sin agua durante el año 2012 (año para el que se realizó la línea de base). De las 9 escuelas estudiadas, 5 pasaron algún día sin agua y cuatro no.



Figura 55 - Valoración de los indicadores de efectos del proyecto en el funcionamiento según la falta de agua de las escuelas evaluadas.



Escala numérica para valorar los indicadores: -1 Empeora; 0 No varía; 1 Mejora un poco; 2 Mejora mucho

## Usos del agua

El proyecto cisternas escolares no sólo implica que las escuelas tengan mayor disponibilidad para mejorar el funcionamiento habitual de las escuelas, sino que está dando lugar a la aparición de nuevos usos del agua que sin el proyecto no serían posibles.

En particular, uno de los nuevos usos del agua que se ha identificado en las escuelas beneficiarias es el riego de huertas escolares. Las huertas escolares son una actividad muy valorada por las comunidades escolares rurales del semiárido por su valor didáctico, y también porque sus productos se utilizan en la alimentación de la escuela, mejorando su calidad y diversidad.

De las nueve escuelas evaluadas, se han identificado tres escuelas que han planificado la plantación de un huerto escolar a partir de la construcción de la cisterna. También se han identificado cuatro escuelas que ya plantaron huertos escolares con anterioridad, los cuales siempre se secaban al llegar la época seca. Gracias al aumento de disponibilidad de agua derivada del proyecto, estas escuelas planean plantar de nuevo sus huertos y regarlos con el agua de la cisterna para conseguir darles continuidad durante todo el año.

Por otro lado, se ha constatado que el proyecto está logrando que las comunidades escolares sean capaces de llevar a cabo nuevos proyectos didácticos,

los cuales no se realizaban con anterioridad porque las limitaciones en la disponibilidad de agua de calidad lo impedían. En concreto, a raíz de la construcción de las cisternas se ha puesto en marcha el proyecto Mais Educação en cuatro de las escuelas evaluadas.

Mais Educação es un proyecto de educación integral, en el que los alumnos suscritos, permanecen en la escuela un horario adicional al horario de aulas habitual, en días específicos de la semana. Durante este horario adicional se da de comer y se baña a los alumnos, y además se realizan actividades lúdicas y educativas como el trabajo en la huerta escolar, capoeira o danza, las cuales pueden variar dependiendo de la escuela.

Resulta obvio que todas estas actividades incrementan el gasto de agua de la escuela, pudiendo a llegar a duplicarlo si un gran número de alumnos se suscribe. De ahí la importancia del Proyecto de Cisternas Escolares, que facilita o incluso llega a permitir la realización de nuevos programas en las escuelas.

Por último, cabe mencionar que el potencial para permitir nuevos proyectos y aumentar la diversidad de usos de agua en las escuelas se ve limitado por la falta de infraestructuras o de espacio en muchas de ellas. Este es el caso, por ejemplo, de las escuelas E.M.E.F. Manoel Florencio dos Santo en Sítio Gato y E.M.E.F. Luiz José Gregorio en Sítio Poços, ambas en el municipio de Olho d'Água das Flores, las cuales desearían plantar una huerta escolar pero no pueden hacerlo por falta de espacio.

### Efectos sobre la salud

El estudio pone de relevancia que el potencial del proyecto de cisternas escolares para mejorar la incidencia de enfermedades hídricas en las escuelas viene sustentado por los siguientes factores: i) mejorar las condiciones del almacenamiento de agua en las escuelas; ii) facilitar el cuidado y control de la calidad del agua; y iii) aumentar la disponibilidad de agua tratada, evitando que la comunidad escolar consuma agua de fuentes poco seguras.

Sin embargo, al igual que con los resultados sobre la relevancia del proyecto en los aspectos de funcionamiento, ha sido difícil encontrar evidencias sobre la relevancia de los efectos del proyecto sobre la salud de los miembros de la comunidad escolar. Así, los siguientes cuatro condicionantes principales hacen concluir que el proyecto en el momento de ser evaluado no contribuye a mejorar los aspectos de salud.



- Baja incidencia de enfermedades hídricas. En general se ha observado en las escuelas evaluadas una incidencia de síntomas relacionados con el agua, principalmente diarrea y dolor de barriga, bastante baja durante el período de recogida de información. Como consecuencia, los efectos del proyecto sobre la salud de la comunidad escolar apenas se perciben en el día a día de las escuelas. No obstante, es probable que estos impactos sobre la salud sean significativos durante las épocas en las que los síntomas de enfermedades hídricas se disparan.

- Bajo consumo de agua de la cisterna. En 4 de las 9 escuelas evaluadas no se estaba bebiendo el agua de la cisterna en el momento de llevar a cabo la evaluación. En estas escuelas, el agua de la cisterna se estaba utilizando para regar el huerto escolar o para la limpieza de la escuela. En consecuencia, la relevancia del proyecto sobre la salud de estas comunidades escolares es nula.

Los factores identificados durante el estudio para explicar por qué en algunas comunidades no se consume el agua de la cisterna son los siguientes:

- Tienen alternativas fáciles al consumo del agua de la cisterna, como es el consumo de agua de la red canalizada o, en algunos casos, de agua mineral proporcionada por la secretaría de educación.

- La comunidad escolar no está suficientemente involucrada en el proyecto por lo que tienen dudas sobre la seguridad de consumir el agua de lluvia.

- Hay falta de capacidades en la comunidad escolar para cuidar la cisterna, lo cual repercute en la calidad del agua y en la confianza de la comunidad para consumir el agua. Esta falta de capacidades es consecuencia de las limitaciones existentes en las capacitaciones del proyecto.

- Baja capacidad de las comunidades escolares para garantizar la calidad del agua. Tal y como se presentó en detalle anteriormente, existe una relación directa entre la calidad del agua que es consumida en la escuela y las capacidades respecto a su cuidado de las comunidades escolares. Esto a su vez, repercute claramente en la salud de dichas comunidades.

En este sentido, el diseño del proyecto incluye capacitaciones para que los beneficiarios adquieran los conocimientos necesarios para cuidar el agua de la escuela, y minimizar así los riesgos para la salud. Sin embargo, se han identificado falta de capacidades en varias de las comunidades escolares para garantizar la calidad de su agua, fruto de las limitaciones identificadas en el apartado de

efectos sobre las capacidades de la comunidad escolar. Algunos de los problemas más comunes y relevantes derivados de la falta de capacidades que se han observado en las escuelas evaluadas son los siguientes:

- Cuatro de las escuelas evaluadas tuvieron dificultades con las primeras aguas que se introdujeron en la cisterna debido a que las primeras limpiezas de la cisterna no se realizaron correctamente. En consecuencia el agua se mezcló con el cemento presente en la cisterna recién construida y dio lugar a un fuerte sabor a cemento que perjudicó la aceptabilidad y la calidad del agua e impidió su consumo.
- Varios de los miembros de las comunidades escolares desconocen la importancia de retirar la tubería de captación de agua de lluvia durante las primeras aguas para evitar que la suciedad del tejado entre en la cisterna. Además, en muchas escuelas tampoco se tiene claramente identificado quién debe encargarse de esta tarea. Por consiguiente, existe un riesgo grande de que el procedimiento de retirada de primeras aguas no se haga correctamente en algunas escuelas, y de que la suciedad del tejado entre en la cisterna durante las lluvias y deteriore la calidad del agua.
- También se ha identificado que las comunidades escolares no tienen claro cada cuánto tiempo se debe limpiar la cisterna y el tejado, quién es el responsable o cuáles son los procedimientos adecuados para realizarlas, lo cual acaba repercutiendo negativamente en la calidad del agua.

Como consecuencia de estos aspectos, el estudio de evaluación pone de relevancia que no todos los miembros de la comunidad escolar se sienten seguros consumiendo el agua de las cisternas. Esta sensación de inseguridad es especialmente acusada en aquellos actores como los padres y madres o las cocineras, que no han estado muy involucrados en las capacitaciones del proyecto de cisternas escolares.

- Influencia del consumo externo de agua. Las comunidades escolares no consumen el agua exclusivamente en la escuela. Y, aunque la calidad del agua que es consumida fuera de la escuela escapa del ámbito de actuación del proyecto, influye en la incidencia de enfermedades hídricas de los beneficiarios.

Esta influencia queda por ejemplo reflejada en la Figura 56 (codificación en azul), donde se presentan los resultados obtenidos con el análisis de contenido realizado con el Atlas.ti. En dicha figura aparecen los resultados de la codificación inductiva de los segmentos categorizados bajo el código “salud” (ver Tabla



12), que emergen de un mayor número de grupos focales y entrevistas. Es decir, condensan las temáticas que han aparecido más frecuentemente al preguntar por la salud en las escuelas a los miembros de las comunidades beneficiarias.

Figura 56 - Códigos que emergen más frecuentemente en la codificación inductiva de los efectos en la salud.

Calidad del agua, Diarrea, Epidemia, Agua tratada, Control y cuidado del agua, **Enfermedades hídricas**, Poca incidencia, Dolor de barriga, Causa ajena a la escuela.

(NOTA) Los tamaños y colores representan la frecuencia de aparición de los códigos: los de mayor frecuencia son grandes y rosas, los de frecuencia intermedia son medianos y naranjas, los de pequeña frecuencia de aparición son pequeños y verdes y los de muy baja frecuencia pequeños y azules.

### Efectos sobre la autonomía de las escuelas

Tal y como se puso de relevancia al realizar el estudio de línea de base, una parte importante de las escuelas rurales beneficiarias del proyecto no tienen la posibilidad de conseguir agua de forma autónoma y dependen de terceros para conseguir el agua imprescindible para su funcionamiento.

En este sentido, los resultados del estudio evidencian que el proyecto reduce la dependencia de la fuente original del agua de las escuelas (vecinos, camiones cisterna, ejército, etc.) siempre y cuando haya agua de lluvia.

Es importante destacar que en el momento de realizar esta evaluación, únicamente dos de las nueve escuelas evaluadas llevaban con la cisterna construida el tiempo necesario para poder captar agua durante la época de lluvias, y consumían regularmente agua de la cisterna. Las dos escuelas son: La escuela E.M.E.F. Sílvio Amaral en la comunidad Riachao dos Alexandres, y la escuela E.M.E.F. Pedro José Greogrio en la comunidad Cajarana, ambas en Major Izidoro. De estas, únicamente la escuela en Cajarana ha estado funcionando exclusivamente con agua de lluvia de forma autónoma durante varios meses y tiene perspectivas de seguir haciéndolo durante algunos meses más si las lluvias lo permiten. Pese a la falta de representatividad de los resultados, la información induce a pensar que la captación de agua de lluvia sí puede permitir a algunas escuelas un abastecimiento de agua autónomo al menos una parte del año. Sin embargo, es muy difícil saber cuántas cisternas se van a llenar solo con el agua de lluvia.



Por otro lado cabe mencionar que, en general, se ha observado que las escuelas beneficiarias dependen de muchos otros servicios proporcionados por la alcaldía, además del abastecimiento de agua (comida, transporte, infraestructura). Así, las comunidades escolares asumen la dependencia de la alcaldía como algo imprescindible y necesario que no les plantea mayor problema o preocupación. Además, en la mayoría de los casos esta relación, a través de la secretaría de educación, es buena.

Para que el proyecto cisternas escolares realmente implique mejoras en las condiciones de vida de las comunidades escolares beneficiarias, se necesita la participación de la alcaldía. Esta participación consiste en dar apoyo a las escuelas en el mantenimiento y limpieza de las cisternas y del tejado, dando mayor sostenibilidad al proyecto, pero también consiste en abastecer las cisternas en las situaciones en las que la captación de agua de lluvia no sea suficiente. Sin embargo, durante las entrevistas realizadas en alcaldías y sindicatos se identificó que frecuentemente las alcaldías y secretarías de educación no están siendo involucradas ni convenientemente informadas sobre el proyecto, lo cual supone el riesgo de que las alcaldías no se responsabilicen de las cisternas escolares y no realicen los servicios de abastecimiento, mantenimiento y limpieza que les corresponden (ver Tabla 2).

### **Efectos sobre los conflictos con la comunidad**

Según los resultados de la línea de base, algunas de las comunidades escolares que no tienen suficiente capacidad de almacenamiento de agua propia para su correcto funcionamiento, se ven muchas veces obligadas a compartir la cisterna comunitaria con el resto de sus vecinos. Esta situación provoca en ocasiones tensiones y conflictos entre comunidades de vecinos y escuelas y, a su vez, es motivo de preocupación para las comunidades escolares.

En este contexto, el proyecto de cisternas escolares tiene un claro potencial para solucionar este problema en aquellas escuelas en las que se presenta. De hecho, el estudio reveló que en una de las 9 escuelas estudiadas estos conflictos están efectivamente disminuyendo gracias a la llegada del proyecto de cisternas escolares.

Sin embargo, el estudio también ha puesto de relevancia que existe la posibilidad de aumentar los conflictos, tal y como ha sucedido en otra de las escuelas estudiadas.



Dado que sólo 3 de las 9 escuelas estudiadas compartían el agua con la comunidad antes de la llegada del proyecto y que en una los conflictos han aumentado mientras que en la otra han disminuido, es necesario entender los factores que condicionan los conflictos entre la escuela y la comunidad con el fin de evitar dichos conflictos en este tipo de proyectos en el futuro. Los factores son:

1) La necesidad de separar el agua de la escuela del agua de la comunidad vecinal. Gracias a las cisternas de 52.000 litros, las escuelas son capaces de almacenar agua de forma totalmente independiente a la comunidad. Sin embargo, hay que tener en cuenta que esta separación es efectiva sólo si la comunidad sigue manteniendo su propio espacio donde almacenar el agua.

En este sentido, la evaluación, ha puesto de manifiesto que en 2 de las 9 escuelas se ha derribado una antigua cisterna comunitaria para construir la cisterna escolar. Esto hace que aunque en teoría el agua de la cisterna escolar es para la comunidad escolar, los vecinos se sientan con derecho a la misma. Afortunadamente, una de las dos comunidades de vecinos afectadas cuenta con cisternas alternativas (tanto una comunitaria como domiciliarias) para almacenar agua por lo que tan sólo han surgido conflictos en la otra.

2) La importancia de la existencia de proyectos de construcción de cisternas domiciliarias. La existencia de cisternas domiciliarias aumenta la disponibilidad de agua de las comunidades, lo cual contribuye de manera importante, y en particular durante y después de la época de lluvias, a reducir conflictos entre la escuela y la comunidad de vecinos causados por tener que compartir estructura de almacenamiento de agua.

Así, el estudio de evaluación muestra el valor de la integración de las diferentes estrategias estatales, sociales y empresariales, con el objetivo de universalizar el acceso al agua desde distintos sectores (domiciliarios, productivos y escolares). Además, esta integración es relevante para potenciar varios de los efectos finales estudiados y no sólo para reducir los conflictos.

3) La necesidad de establecer mecanismos de control y reparto del agua de las cisternas. En las comunidades rurales del semiárido brasileño, en las que la disponibilidad de agua es limitada y las estructuras de almacenamiento son compartidas por todos los vecinos, incluida la escuela, es necesario organizar un reparto equitativo y justo del agua.

Algunas comunidades establecen mecanismos de control del consumo del agua de la cisterna, por medio de responsables que controlan el acceso a la cisterna, cronogramas, control en el número de litros que le corresponde a cada familia, etc. Estos mecanismos facilitan el reparto del agua en la mayoría de las comunidades, pero es frecuente encontrar situaciones en las que estos controles no se respetan.

En el caso de las comunidades escolares, muchas establecen un determinado nivel del agua de la cisterna, por debajo del cual impiden a los vecinos el acceso. Este tipo de medidas tienen como objetivo garantizar agua suficiente para el funcionamiento de la escuela hasta el próximo abastecimiento y, en consecuencia, disminuyen la preocupación por falta de agua en la escuela. Sin embargo, pueden llegar a incrementar la tensión entre las comunidades escolares y los vecinos, quienes no aceptan siempre de buen grado que no se les permita coger agua de la cisterna.

Cabe destacar que todas las comunidades escolares que se ven afectadas por este tipo de conflictos manifiestan que el principal problema surge de una falta de comprensión y conocimiento por parte de los vecinos de las necesidades y carencias de agua de las escuelas. Esto sugiere que esfuerzos orientados a informar, explicar e involucrar a los vecinos en las actividades de las escuelas pueden tener resultados positivos en la disminución de los conflictos.

Estas situaciones aparecen reflejadas en la Figura 57, donde se presentan los resultados obtenidos con el análisis de contenido realizado con el Atlas.ti. En dicha figura aparecen los códigos fruto de la codificación inductiva de los segmentos categorizados bajo el código “conflictos en la comunidad” (ver Tabla 12).

**Figura 57 - Códigos que emergen de la codificación inductiva de los efectos sobre los conflictos.**

**Control y cuidado del agua, Agua del ejército, Cisternas domiciliarias, Entender las necesidades de la escuela, Control de acceso a la cisterna, Límite de consumo**

(NOTA) Los tamaños y colores representan la frecuencia de aparición de los códigos: los de mayor frecuencia son grandes y rosas, los de frecuencia intermedia son medianos y naranjas, los de pequeña frecuencia de aparición son pequeños y verdes y los de muy baja frecuencia pequeños y azules.

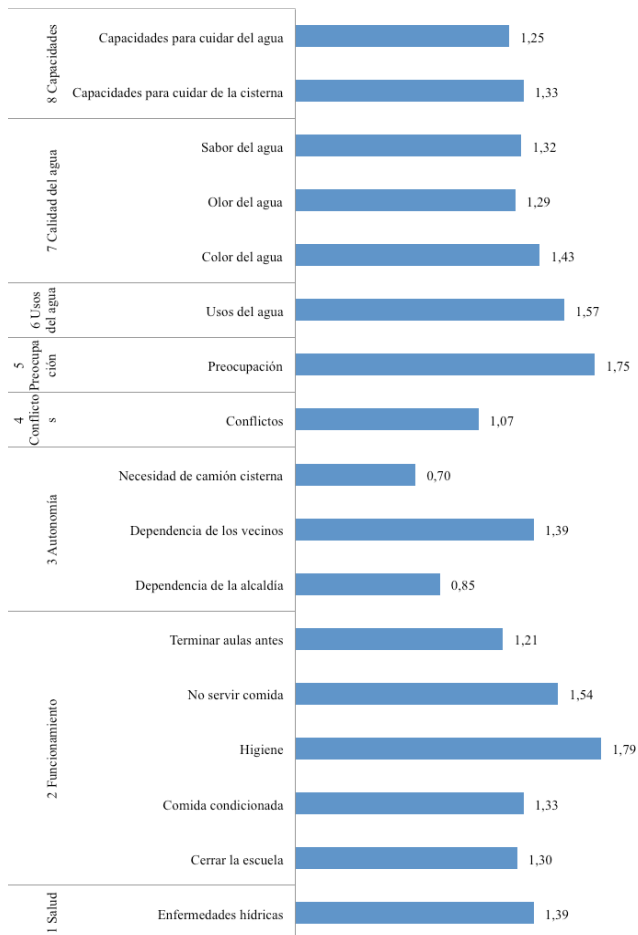


## Valoración de los efectos del proyecto por los beneficiarios

A pesar de que ya se han ido presentando en los epígrafes anteriores las valoraciones de los beneficiarios en relación a algunos de los diferentes indicadores definidos, en este apartado se presentan los resultados de las valoraciones de todos los indicadores y también de las valoraciones globales al proyecto. Además, se analizan por separado las valoraciones en función del grupo de actores involucrado.

En primer lugar, la Figura 58 muestra la valoración media de los actores entrevistados para los diferentes efectos del proyecto (basados en los 17 indicadores de efectos diseñados para evaluar el proyecto en base a las entrevistas realizadas).

Figura 58 - Valoración de los beneficiarios de los indicadores de efectos del proyecto.



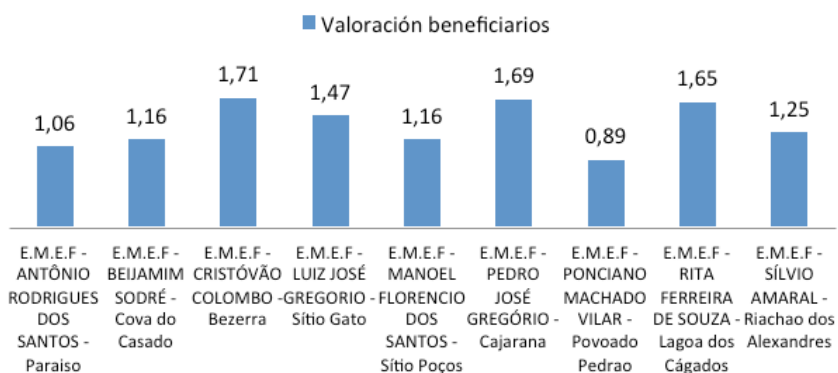
Escala numérica para valorar los indicadores: -1 Empeora; 0 No varía; 1 Mejora un poco; 2 Mejora mucho

En general, los resultados de las valoraciones de los indicadores por parte de los beneficiarios, resumen y refuerzan lo que ha sido presentado en epígrafes anteriores de este capítulo. Así los indicadores de higiene y preocupación y usos del agua son los que más han mejorado por la implantación del proyecto, mientras que los relacionados con la autonomía (dependencia de la alcaldía y necesidad del camión cisterna) son los que menos han variado con el proyecto.

Sin embargo, hay que ser muy cuidadosos a la hora de interpretar algunas de estas valoraciones debido a las limitaciones que han existido a la hora de recoger la información. Estas limitaciones se detallan en el Anexo I.

La Figura 59 muestra la valoración global de los efectos del proyecto por escuela.

Figura 59 - Valoración media por escuela de los efectos globales del proyecto.



Escala numérica para valorar los indicadores: -1 Empeora; 0 No varía; 1 Mejora un poco; 2 Mejora mucho

Se puede observar que las escuelas del municipio de Major Izidoro, en particular la escuela E.M.E.F Pedro José Gregório en la comunidad Cajarana, son las escuelas que mejor valoran el Proyecto de Cisternas Escolares; mientras que las tres escuelas del municipio de Olho d'Água das Flores son las escuelas que menos efectos del proyecto perciben.

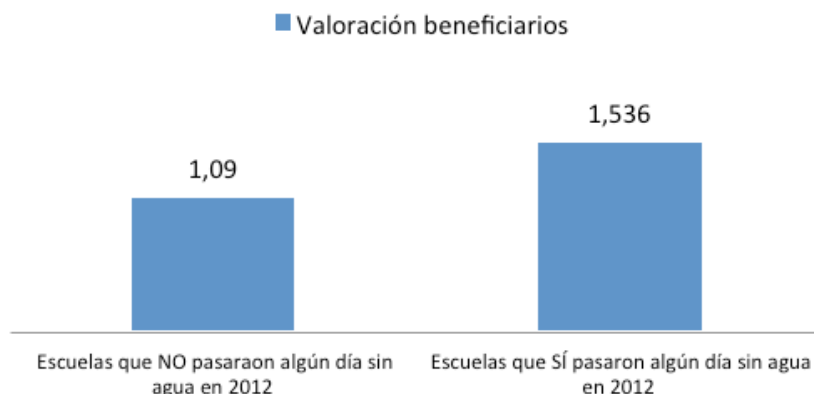
Este hecho se explica por las diferencias en disponibilidad de agua de ambos municipios, ya que las tres escuelas evaluadas en el municipio Olho d'Água das Flores tienen disponibilidad de agua canalizada, cosa que no ocurre con las escuelas de Major Izidoro. Este resultado refuerza el hecho de que los efectos del



proyecto dependen de la situación de partida de las escuelas y, en particular, de su necesidad de agua y subraya la importancia de una adecuada selección de las escuelas beneficiarias.

La Figura 60 muestra la relación entre la valoración global del proyecto y el hecho de que la escuela tuviera o no falta de agua en el 2012 y apoya la conclusión anteriormente enunciada: los efectos del proyecto son proporcionales a los problemas de falta de agua que sufre la escuela.

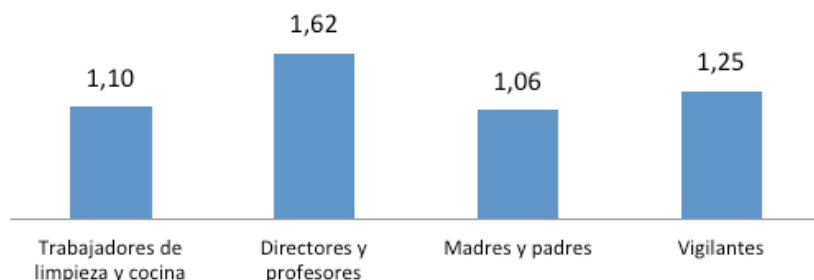
**Figura 60 - Valoración media de los indicadores de efectos del proyecto según la falta de agua de las escuelas evaluadas.**



Escala numérica para valorar los indicadores: -1 Empeora; 0 No varía; 1 Mejora un poco; 2 Mejora mucho.

Por otro lado, al observar la valoración del proyecto por grupo de actores (Figura 61), se identifica que los directores y profesores son los miembros de las comunidades escolares que mejor valoran los efectos del proyecto.

**Figura 61 - Valoración media por grupo de actores de los efectos del proyecto cisternas escolares.**



Escala numérica para valorar los indicadores: -1 Empeora; 0 No varía; 1 Mejora un poco; 2 Mejora mucho.

Las diferentes valoraciones pueden explicarse por la participación desigual de los distintos grupos de actores en las capacitaciones. Por regla general, el grupo de directores y profesores es el que tiene mayor acceso a la información sobre el proyecto y el que, generalmente, es invitado a las capacitaciones. En contraposición, la participación del resto de actores en el proyecto está siendo prácticamente nula. Esto puede estar motivando que los directores y profesores perciban mejor los beneficios que el proyecto cisternas escolares supone para su escuela.

### Principales conclusiones

De modo general, el estudio de evaluación evidencia que el proyecto está teniendo efectos positivos sobre varios aspectos de las condiciones de vida de las comunidades escolares, aunque estos efectos son más evidentes cuanto más grave es el problema de falta de agua en las escuelas.

En general, los efectos más valorados por los beneficiarios en relación al proyecto son las mejoras en la higiene durante el funcionamiento diario de las escuelas (cuando el agua escasea el personal de la escuela prioriza el consumo para beber, que la limpieza de la escuela) y la posibilidad de disponer de nuevos usos del agua (como el riego de huertos escolares, y la puesta en marcha de nuevos proyecto como "Mais Educação").

Además, el proyecto mejora la resiliencia de las escuelas frente a problemas de abastecimiento de agua al dotarlas de una mayor capacidad de almacenamiento (bien sea procedente de la lluvia o del camión cisterna). Esto también evita que los trabajadores de las escuelas tengan que ingeniar abastecimientos alternativos para situaciones de falta de agua (como el pedir a los alumnos que se traigan el agua de sus propias casas).

Al mismo tiempo, el disponer de un reservorio independiente puede facilitar en aquellas escuelas que antes tenían que compartir el agua con los vecinos la gestión y el cuidado de su propia agua. Esto a su vez evita conflictos entre los vecinos y la comunidad escolar (aunque también puede provocarlos si no se generan los espacios de participación y control necesarios).

Sin embargo, el hecho de que no se puede garantizar que las escuelas vayan a poder cubrir sus necesidades únicamente con agua de lluvia, hace que el proyecto tal y como está diseñado en la actualidad no pueda garantizar una mayor autonomía de la escuelas, que siguen dependiendo de las alcaldías para el suministro de agua por camión cisterna.



En cuanto a los efectos sobre la salud, el hecho de que en la zona existe una baja incidencia de enfermedades hídricas en el momento de realizar la evaluación, hace que sea muy difícil evaluar si el proyecto está o no reduciendo la incidencia de enfermedades hídricas entre los beneficiarios. No obstante, dado que los miembros de la comunidad escolar no sólo beben agua en las escuelas sino también fuera de ellas, los beneficiarios perciben como bajo el potencial que tiene el proyecto para mejorar este efecto en concreto.

Otro punto importante es que el estudio (tanto a través de la evaluación específica de la calidad del agua, como a través de la evaluación de los efectos del proyecto) pone de relevancia que la calidad del agua de las cisternas depende en gran medida de las capacidades de la comunidad escolar.

Sin embargo, el estudio también evidencia que el proyecto no está capacitando adecuadamente al conjunto de las comunidades escolares. En este sentido se ha podido observar que la involucración, información y participación de los diferentes grupos de actores en el proyecto está siendo insuficiente y desigual y que la formación de los consejos gestores no se está produciendo como inicialmente se esperaba.

Además, se ha identificado que el nivel de participación de los beneficiarios en el proyecto es muy bajo. Así, la gran mayoría de los actores entrevistados manifiestan que no se les ha informado adecuadamente del proyecto y no se ha pedido su opinión en ningún momento.

Especialmente, las secretarías de educación y las alcaldías de los municipios beneficiarios no están siendo involucradas en el proyecto, a pesar de ser las responsables finales del mantenimiento de las cisternas escolares. Así pues, existe el grave riesgo de que por no estarse realizando los esfuerzos necesarios para involucrar estos actores clave, estos no se responsabilicen del proyecto lo que pone claramente en peligro su mantenimiento y sostenibilidad en el tiempo.



## 4. PRINCIPALES RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN

A lo largo de todo el estudio se ha mostrado la importancia de las cisternas de placas como elemento movilizador para introducir y difundir el nuevo paradigma de Convivencia con el Semiárido en las comunidades en las que se implementa el proyecto.

Por tanto, la primera recomendación es que se considera pertinente ampliar y/o multiplicar el Proyecto de Cisternas Escolares con orientaciones específicas para ser transformado en una política pública en Alagoas o incluso en todo el Semiárido de Brasil.

Aumentar la escala de un proyecto de estas características se considera una oportunidad para dar respuesta a algunas de las principales debilidades identificadas en los diferentes componentes de la evaluación. Así, facilitaría el garantizar el mantenimiento de las infraestructuras (por ejemplo, en el caso de las bombas es más fácil garantizar que se tiene un grupo de profesionales capacitados para las reparaciones cuanto mayor sea el volumen del negocio de dichas reparaciones).

No obstante, a la hora de llevar a cabo esta ampliación y/o multiplicación del proyecto, es imprescindible considerar el carácter “colectivo” de las cisternas escolares para garantizar su sostenibilidad en el tiempo. Así, una de las recomendaciones claves de este estudio, es la necesidad de re-pensar las responsabilidades atribuidas entre los diferentes actores involucrados en relación con el mantenimiento de las infraestructuras y con la gestión del agua almacenada.

Por otro lado, el proceso de evaluación en sí mismo ha permitido constatar que la evaluación en sí misma es una herramienta muy útil para mejorar tanto el desarrollo de un proyecto en ejecución, como el desarrollo de futuros proyectos.

Así, por ejemplo, la presencia del equipo en las comunidades en las que se implementaba el proyecto, permitió que varios miembros de la comunidad



escolar que no habían tenido la oportunidad de participar en las capacitaciones del proyecto, obtuvieran las informaciones para cuidar del agua y la cisterna fruto de las explicaciones del equipo de evaluación. De la misma manera, las frecuentes visitas del equipo a las escuelas han permitido hacer un seguimiento de la ejecución del proyecto, informando al ejecutor (CONDRI) de la situación de las escuelas para que realizara las acciones pertinentes.

Por tanto, otra de las grandes recomendaciones de este estudio, es fomentar la realización de estudios de evaluación en los que se incorpore de forma activa a los beneficiarios.

Al margen de estas recomendaciones más generales, se han definido una serie de recomendaciones específicas para cada uno de los tres componentes de la evaluación, tal y como se presenta a continuación.

### Obra civil e hidráulica

- Comprar materiales para construir soportes adecuados y aumentar el espesor de la solera (15 cm).
- Incluir en el presupuesto todos los elementos necesarios para garantizar el buen acabado de la obra civil e hidráulica.
- Formar personal técnico en la instalación y reparación de las bombas manuales de extracción del agua de las cisternas. Esto puede además suponer una oportunidad de trabajo importante en la región.
- Garantizar el acompañamiento técnico al ejecutor durante las obras y realizar una supervisión cuando se finaliza la construcción.
- Asumir que se trata de un proyecto de base hidrodinámica que evoluciona rápidamente y que necesita atenciones para su regulación.
- Introducir una supervisión en la fase de puesta en marcha que asegure el correcto funcionamiento previo a la recepción de las infraestructuras y como garantía de sostenibilidad.

### Calidad del agua

- Incorporar un mecanismo que facilite la retirada de las primeras aguas. Para esto se podrían tener en cuenta algunos trabajos académicos

desarrollados utilizando dispositivos de retirada automáticos (como por ejemplo: Thomas, 2003; Texas Water Development Board, 2005; Souza et al., 2011; Neto, 2012) y soluciones vinculadas al Premio Mandacarú<sup>21</sup> del IABS que incluye sistemas automáticos de retirada de las primeras aguas que han probado ser eficientes y eficaces en el contexto del semiárido brasileño.

- Estudiar acciones para garantizar el lavado de la cisterna (que a su vez mejorará la eficacia del tratamiento de cloración al reducir los valores de pH). Algunas de estas acciones pueden tener en cuenta los siguientes aspectos:

> El sobredimensionado de la cisterna puede ser perjudicial para la calidad del agua, ya que se vacía menos veces impidiendo o dificultando el lavado. Así, cisternas más pequeñas (una o varias en función del número de alumnos) podrían resultar más adecuadas, ya que no sería necesario usar excavadora, tendría menos errores constructivos y el lavado sería más sencillo. Además en las escuelas que se necesitase más de una, el agua podría dividirse por origen o por usos en función de la calidad, y cuando se realizase la limpieza en una, siempre se tendría otra disponible.

> Reforzar en la capacitación (materiales y sesiones) la importancia del lavado.

> Involucrar a las secretarías de educación en el mantenimiento de las cisternas.

- Incorporar en los materiales de capacitación información específica sobre cómo clorar el agua en situaciones en las que sea necesario mezclar aguas de distintas procedencias y sobre la influencia del pH en dicho tratamiento para reforzar la necesidad del lavado.

- Continuar usando filtros antes de beber el agua de la cisterna.

- Explorar otras opciones de tratamiento local alternativos al cloro como por ejemplo la desinfección solar.

- Instalar mallas y redes en los rebosaderos, así como en cualquier orificio de la cisterna.

21 El Premio Mandacarú es una de las acciones enmarcadas bajo el "Programa Cisternas" BRA-007, la cual fue especialmente pensada para premiar el conocimiento local sobre tecnologías sociales y prácticas innovadoras y re-aplicables para garantizar el acceso sostenible, manejo y conservación al agua de calidad y para mejorar la convivencia con el semiárido de sus habitantes.



- No instalar mallas y redes en la línea de flujo ya que requieren lavados periódicos que dificultan el mantenimiento. En caso de que se decida instalarlos, debe hacerse siempre después de la línea de flujo de la retirada de las primeras aguas, ya que de lo contrario, una vez desviada dicha agua, el agua limpia estaría ensuciándose de nuevo al pasar por el filtro.
- Hacer incidencia para que los sistemas de abastecimiento de agua de lluvia se incluyan en el campo de aplicación de la vigilancia sanitaria brasileña.

### Efectos del proyecto

- Reforzar las actividades del proyecto que mejoren las capacidades de las comunidades escolares. Para ello se propone:
  - > Realizar capacitaciones individuales en cada una de las escuelas beneficiarias asegurando que acudan representantes de los grupos de actores críticos en la gestión del agua en las comunidades escolares (cocineras, vigilantes, miembros del consejo gestor y padres/madres).
  - > Informar adecuadamente a las escuelas sobre el motivo de la capacitación y apoyarlas para que seleccionen los representantes más adecuados para asistir a las capacitaciones (por ejemplo miembros del consejo gestor, trabajadores que tienen o van a tener un papel importante en el cuidado de la cisterna y el agua de la escuela, etc.) En caso de no poder realizar capacitaciones individuales, se debe establecer un límite en el número de escuelas y de personas por escuela que acudan a cada capacitación, ya que las capacitaciones con un elevado número de asistentes han demostrado ser poco efectivas.
  - > En el caso de realizar capacitaciones a las que sólo acudan algunos representantes de las comunidades escolares, se debe facilitar y garantizar la transferencia del conocimiento generado al resto de la comunidad escolar.
  - > Invitar a las madres y padres de alumnos a participar en las capacitaciones aumenta su confianza en los cuidados del agua de la escuela y en la calidad de su agua, y en consecuencia disminuye su preocupación. También fomenta que tomen una actitud más activa con respecto al agua de la escuela.

> Las capacitaciones deben hacerse con anterioridad a la construcción de la cisterna, de forma que los beneficiarios estén preparados en el momento en el que la cisterna comience a funcionar. Sin embargo, si la anterioridad de la capacitación es excesiva se corre el riesgo de que los beneficiarios pierdan interés u olviden lo aprendido. Por otro lado, sería conveniente llevar a cabo una segunda capacitación al poco de la instalación de la tecnología para poder resolver las dudas que surjan durante los primeros usos de la misma.

> El horario y lugar de las capacitaciones debe adaptarse a la disponibilidad de los beneficiarios, facilitándose transporte en caso necesario.

> Las capacitaciones no deben limitarse a enseñar procedimientos para cuidar el agua y las cisternas, también deben hacer hincapié en la importancia de responsabilizarse y cumplir con dichas tareas y en las consecuencias que esto tiene para la escuela. Esto es especialmente importante en escuelas que generalmente tienen buena disponibilidad de agua y que, a pesar de no utilizar diariamente la cisterna, deben concienciarse de la importancia del cuidado diario, para que su agua pueda ser consumida y utilizada en una situación de falta de agua.

- Reforzar la creación de consejos gestores del agua. Crear en cada escuela un consejo gestor del agua y un reglamento para establecer reglas y responsabilidades que ayuden a garantizar y facilitar el cuidado de las cisternas y de su agua. Algunas propuestas para facilitar la creación de estos consejos son:

> Constituir el consejo en una reunión en la que esté presente buena parte de la comunidad escolar.

> Garantizar y ofrecer facilidades para que las escuelas creen sus consejos gestores.

> Proporcionar a las escuelas una persona preparada para guiar la formación del consejo gestor, explicar su importancia y dirigir la definición de reglas y responsabilidades.

> Desarrollar un reglamento genérico que se pueda proponer a las escuelas para agilizar la formación del consejo gestor, pero

garantizando total libertad para que las comunidades escolares modifiquen el reglamento y lo adapten a la realidad de cada escuela.

> Adaptar el horario y lugar de la formación del consejo a la disponibilidad de los beneficiarios, facilitándose el transporte en caso necesario.

> Hacer un seguimiento de la formación y el funcionamiento de los consejos gestores de las escuelas, y requerir a estos consejos el cumplimiento de sus responsabilidades (a través de la secretaría de educación).

- Generar espacios de participación para informar, consultar e invitar a participar en el proyecto, tanto a las comunidades escolares como a las comunidades vecinales de las escuelas. Estos espacios son necesarios para evitar que surjan conflictos tanto internos en las escuelas, como entre las escuelas y las comunidades de vecinos.

- Establecer mecanismos para involucrar en el proyecto a las secretarías de educación y a las alcaldías para garantizar el mantenimiento y sostenibilidad del proyecto. Para involucrar a los municipios beneficiarios y conseguir que se responsabilicen y se apropien de las cisternas, se recomienda una comunicación directa entre los ejecutores del proyecto y las alcaldías o secretarías de educación y el establecimiento de mecanismos para clarificar y atribuir responsabilidades.

- Realizar otros procesos de evaluación para recoger información durante el período de lluvias y poder evaluar el Proyecto de Cisternas con todas las cisternas construidas y en una fase de uso habitual.

# REFERENCIAS

Agência Nacional de Águas- ANA. (2014). Sistema de Informações Hidrológicas. Obtido em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>

Alves, F. (2012). Qualidade da água em cisternas do Semiárido Pernambucano. 8º Simposio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva.

American Water Works Association. (2000). Standars Methods for the examination of water and wastewater.

Amorim, M. D., y Porto, E. R. (2001). Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina-PE. Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva, 3.

Articulação do Semiárido Brasileiro- ASA. (2009). ASA 10 Anos: Construindo Futuro e Cidadania no Semiárido. Recife: ASA, 2009.

Beckman, G. (2014). Discurso pronunciado en el 1º Seminario Internacional de Convivencia com el Semiárido. 15 y 16 de Septiembre, Piranhas, Alagoas.

Brito, L., y Porto, E. (2005). Avaliação das características físico-químicas e bacteriológicas das águas de cisternas da comunidade de Atalho, Petrolina-PE. 5º Simposio Brasileiro de Captação e Manejo da água de chuva.

Carvalho, L. A., y da Silva, D. D. (2014). Avaliação da qualidade da águas de cisternas da zona rural e urbana do município de Cuité-PB. Educação, Ciência e Saúde, 1(1), 17.

Friese, S. Qualitative data analysis with ATLAS.ti. Sage, 2014.

Freitas dos Santos, M., Angelico Araújo, R., y Silvio Roberto, M. (2012). Qualidade da água de chuva armazenada em cisternas rurais na região de Serrinha/BA. 8º Simposio Brasileiro de Captação e Manejo de água de Chuva.

Fundação Banco do Brasil –FBB. (2004): Tecnologia social. Uma estratégia para o desenvolvimento. Fundação Banco do Brasil, Rio de Janeiro.

FUNDER, FAO, EMBRAPA SEMIÁRIDO, SAGI, DAM. (2009). Avaliação da sustentabilidade do programa cisternas do MDS em parceria com a ASA (Água-Vida).

Gnadlinger, J. (2007). Rumo a um padrão elevado de qualidade da água de chuva coletada em cisternas no Semi-árido brasileiro. 6º Simposio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva.



Gomes, U. A. F., de Miranda, P. C., Pena, J. L., de Sousa, C. M., y de Ceballos, B. S. O. (2014). Elementos para una evaluación crítica del programa brasileño un millón de cisternas rurales-P1MC. *Agua y Territorio*, 1(2), 67-75.

Jones, N. y Sumner, A. (2009). Does mixed methods research matter to understanding childhood wellbeing? *Social Indicators Research*, 2009: 33-50.

Luna, C. F., Brito, A. M. D., Costa, A. M., Lapa, T. M., Flint, J. A., y Marcynuk, P. (2011). Impacto do uso da água de cisternas na ocorrência de episódios diarreicos na população rural do agreste central de Pernambuco, Brasil. *Rev Bras Saúde Mater Infant*, 11(3), 283-92. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbsmi/v11n3/a09v11n3.pdf>

MDS. 2006. Avaliação dos Processos de Seleção e Capacitação do Programa Cisternas do MDS/P1MC – ASA: Impacto Socioambiental no Semiárido Brasileiro.

Neto, C. O. (2012). O descarte das primeiras águas e a qualidade da água. Simposio brasileiro de Captação e Manejo da água.

OCDE. (2013). Evaluating development activities. 12 Lessons from the OECD DAC, DAC/CAD. OECD Publications, París. Disponible en: <http://www.oecd.org/dac/peer-reviews/12%20Less%20eval%20web%20pdf.pdf>

Organización Panamericana de la Salud y Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente – OPS y CEPIS. (1996). Control de Calidad del Agua: Métodos de Análisis para la Evaluación de la Calidad del Agua. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/031279/031279.pdf>

Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la salud – OPS y OMS. (2009). Medición del cloro residual. Disponible en: <http://preparativosyrespuesta.cridlac.org/XML/spa/doc18189/doc18189-contenido.pdf>

Orquín, J. M., y Macebo, J. A. (2013). Análisis estructural de depósitos de agua realizados en escuelas de Brasil. *DisTecD. Diseño y Tecnología para el Desarrollo* 2013, 1, desde pág. 88 - hasta pág.96

Praag, N. (2011). Aid agencies must listen to the people they're helping. *The Guardian*, Marzo de 2011.

Silva, R. M. A. (2003). Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o Semiárido. *Sociedade e Estado*, Brasília, DF, v. 18, n. 1/2, p. 361-385, jan./dez. 2003.

Souza, S. H. B., Montenegro, S. M. G. L., dos Santos, S. M., dos Santos Pessoa, S. G., y Nóbrega, R. L. (2011). Avaliação da Qualidade da Água e da Eficácia de Barreiras Sanitárias em Sistemas para Aproveitamento de Águas de Chuva. *Diretoria da ABRH*, 81.



Spinks, A. T., Coombes, P., Dunstan, R., & Kuczera, G. (2003). Water Quality Treatment Processes in Domestic Rainwater Harvesting Systems. 28th International Hydrology and Water Resources.

Tavares, A. C. (2009). Aspectos físicos, químicos e microbilógicos da água armazenada em cisternas de comunidades rurais no Semi-árido Paraibano. Campina Grande, Paraíba.

Texas Water Development Board. (2005). The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Austin.

Thomas, D. B. (2003). Improving water quality by design. XI IRCSA CONFERENCE -- PROCEEDINGS.

Ventura, A. C., Fernández, L. y Andrade, J. C. S. (2013). Tecnologias Sociais para Enfrentamento às Mudanças Climáticas no Semiárido: Caracterização e Contribuições. Rev. Econ. NE, Fortaleza, v. 44, n. especial, p. 213-238, jun. 2013

Ventura da Silva, C. (2006). Qualidade da água de chuva para consumo humano armazenada em cisternas de placa. Estudo de cas: Aracuaí, MG. Belo Horizonte. Tesis Doctoral. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos)–Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

World Health Organization. (2011). Guidelines for drinking quality water: 4th Edition.

3IE. (2009). Water sanitation and hygiene interventions to combat childhood diarrhoea in developing countries. International Initiative for Impact Evaluation. Delhi.





# ANEXO I. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Tal y como se presentó en la introducción, la evaluación se ha entendido como una estrategia para fortalecer y contribuir a difundir los espacios para la innovación social que están siendo creados por las poblaciones del semiárido brasileño bajo el nuevo paradigma de Convivencia con el Semiárido.

En este sentido, el trabajo también pretende ayudar en el diseño de cualquier otra futura evaluación que se planea en el contexto de proyectos basados en la re-aplicación de tecnologías sociales y este capítulo presenta las principales dificultades encontradas para llevar a cabo las actividades de evaluación tal y como fueron inicialmente diseñadas. Además, conocer estas limitaciones es especialmente relevante para poder interpretar y valorar todos los resultados presentados a lo largo del presente libro.

De manera general, las principales limitaciones de los resultados de este estudio de evaluación están relacionadas con el corto periodo de tiempo en el que se llevó a cabo la recogida de información relevante. Así, aunque la fase de recogida de información abarcó desde abril de 2013 hasta marzo de 2014, la mayor parte de las cisternas fueron construidas entre enero y marzo de 2014 lo que limitó la toma de datos de efectos a los cuatro últimos meses.

Por tanto, el componente del estudio más afectado por estos retrasos es la evaluación de los efectos del proyecto, aunque el resto de componentes también se han visto afectados tal y como se explica a continuación.

## Limitaciones en los resultados de la obra civil e hidráulica:

La evaluación del proyecto se ha llevado a cabo en la fase de puesta en marcha del proyecto. En esta fase es normal que existan incidencias en las infraestructuras que posteriormente podrían ser corregidas. Por otro lado, pueden existir "vicios ocultos" en las infraestructuras que es muy difícil detectar y evaluar en ese momento. Por tanto, a pesar de que existen datos suficientes para extraer conclusiones y proponer algunas recomendaciones en este componente de la evaluación, se recomienda llevar a cabo otra evaluación después de concluido el período de puesta en marcha del proyecto, durante su período de vida útil.



## Limitaciones en los resultados de la calidad del agua

La principal limitación de los resultados del análisis de la calidad del agua está relacionada con el hecho de que el período de recogida de muestras (octubre-marzo) no abarcó la época de lluvias.

Además, al coincidir el período de recogida de muestras con varias épocas de vacaciones (navidades y carnaval) no se pudo tomar el mismo número de muestras en todas las escuelas.

Por último, las 8 cisternas sobre las que se llevó a cabo el diagnóstico de la calidad del agua fueron seleccionadas por ser las únicas que habían estado funcionando el tiempo mínimo para poder extraer conclusiones y recomendaciones relevantes, por lo que no se pudieron aplicar criterios de representatividad que pudieran ayudar a generalizar las conclusiones obtenidas.

## Limitaciones en los resultados de la evaluación de efectos

El corto período transcurrido desde la instalación de las cisternas hasta la realización de las entrevistas y cuestionarios, ha limitado las evidencias encontradas para evaluar la mayoría de los efectos. Por ejemplo, el hecho de que muchas de las escuelas evaluadas no tuvieran cisterna construida durante la anterior época de lluvias, no ha permitido llegar a conclusiones robustas sobre la relevancia del proyecto para mejorar la autonomía de las escuelas.

Tampoco ha sido posible llevar a cabo un análisis de los modelos de gestión del agua en las escuelas (debido a los retrasos en las construcciones), a pesar de que esta gestión es uno de los aspectos más relevantes para garantizar que los potenciales efectos del proyecto se materializan.

Al igual que en el caso de la calidad del agua, la imposibilidad de elegir las escuelas objeto de estudio ha impedido evaluar un conjunto de escuelas que pueda ser considerado como representativo, ya que hay escuelas más aisladas y vulnerables que las 9 que finalmente pudieron ser analizadas en profundidad.

En resumen, y dado que es imposible eliminar todos los riesgos de que existan retrasos en la ejecución de un proyecto de cooperación internacional, se recomienda intentar dejar unos márgenes más amplios para llevar a cabo los estudios de evaluación que los que se dejaron al diseñar la evaluación aquí presentada.

Ejecución:



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

Realización:



Caacid



FCAS  
Fondo de Cooperación  
para Agua y Saneamiento



Ministerio de  
Desarrollo Social  
e Combate à Fome

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PATIA EDUCADORA