

INFORME FINAL DE EVALUACIÓN

Producto 6 Termo de Parceria 012/2013



Centro de
Innovación en
Tecnología
para el
Desarrollo Humano



POLITÉCNICA



Evaluación del proyecto “Cisternas Escolares” implementado en el marco del Programa Cisternas BRA-007

Coordinación:

Julio Lumbreras

José Antonio Mancebo

Equipo evaluación:

Luz Fernández

Mafalda González

María Teresa Hernández

Javier Mazorra

Juan Manuel Orquín

María Pérez

Andréa Ventura

Julio 2014

Índice

Acrónimos	9
Resumen Ejecutivo	11
1. Introducción	18
2. Descripción del proyecto	21
2.1. Antecedentes del proyecto de cisternas escolares.....	21
2.2. Situación del proyecto de cisternas escolares a 14 de marzo de 2014.....	22
3. Lógica de intervención y elementos metodológicos de la evaluación	24
3.1. Alcance y foco de la evaluación	24
3.2. Plan de trabajo inicial y limitaciones encontradas.....	25
3.3. Plan de trabajo final y principales aspectos metodológicos de la evaluación	26
3.3.1. Metodología para la evaluación técnica de las infraestructuras.....	29
3.3.2. Metodología para el análisis de la calidad del agua	30
3.3.3. Metodología para la evaluación de las mejoras en las condiciones de vida de la comunidad escolar	39
3.3.3.1. Metodología de análisis cualitativo	42
3.3.3.2. Metodología de análisis cuantitativo	48
4. Resultados	50
4.1. Resultados de la evaluación técnica de obra civil e hidráulica	50
4.1.1. Cisternas	53
4.1.2. Bomba para extracción del agua de la cisterna.....	56
4.1.3. Canalizaciones. Sistema de retirada de las primeras aguas. Soportado	58
4.1.4. Otros elementos de la instalación.....	62
4.2. Resultados del análisis de calidad del agua.....	62
4.2.1. Resultados de la revisión bibliográfica sobre los factores que influyen en la calidad del agua en las cisternas de captación de agua de lluvia.....	62
4.2.2. Resultados del estudio sobre la procedencia del agua siendo consumida en las escuelas en las que ya se han construido cisternas escolares.	68
4.2.3. Diagnóstico de la calidad del agua en las cisternas construidas por el proyecto.....	69
4.2.4. Análisis de la incidencia de diferentes factores en la calidad del agua suministrada por las cisternas	74
4.2.5. Otros aspectos evaluados	81
4.3. Resultados de la evaluación de efectos	84
4.3.1. Efectos sobre las capacidades de la comunidad escolar	85
4.3.2. Efectos sobre el funcionamiento de las escuelas	87
4.3.3. Usos del agua	90
4.3.4. Efectos sobre la salud	91
4.3.5. Efectos sobre la autonomía de las escuelas	94
4.3.6. Efectos sobre los conflictos con la comunidad.....	95
4.3.7. Valoración de los efectos del proyecto por los beneficiarios.....	97
4.4. Limitaciones de los resultados	101
5. Incidencia del proyecto de evaluación	102
6. Conclusiones	103
6.1. Obra civil e hidráulica	103
6.2. Calidad del agua	104
6.2.1. Con relación al origen del agua siendo consumida en las escuelas	104

6.2.2. Con relación a los parámetros básicos de la calidad del agua siendo suministrada por las cisternas escolares	104
6.2.3. Con relación a los factores analizados.....	105
6.3. Efectos del proyecto.....	105
7. Recomendaciones	107
7.1. Obra civil e hidráulica	107
7.2. Calidad del agua	107
7.3. Efectos del proyecto.....	109
Referencias.....	111
Anexos	112

Índice de Tablas

TABLA 1. GRADO DE AVANCE DEL PROYECTO CISTERNAS 3º AGUA A 14 DE MARZO DEL 2014.....	23
TABLA 2. ETAPAS DE LA EVALUACIÓN (PLAN DE TRABAJO INICIAL).....	26
TABLA 3. ETAPAS DE LA EVALUACIÓN (PLAN DE TRABAJO FINAL).....	27
TABLA 4. RESUMEN DEL NÚMERO DE MUESTRAS ANALIZADAS.....	32
TABLA 5. VALORES ACEPTADOS POR LA LEGISLACIÓN BRASILEÑA Y LA OMS	34
TABLA 6. ORIGEN DEL AGUA EN DE LAS 8 CISTERNAS MONITOREADAS.....	37
TABLA 7. FRECUENCIA DE RETIRADA DE LAS PRIMERAS AGUAS EN LAS ESCUELAS ESTUDIADAS	38
TABLA 8. DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS DEL PROYECTO	42
TABLA 9. INDICADORES DE EFECTOS FINALES.....	43
TABLA 10. INDICADORES DE EFECTOS INTERMEDIOS PARA LA EVALUACIÓN CUALITATIVA	45
TABLA 11. INDICADORES PARA RECOGER INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.....	45
TABLA 12. GRUPOS DE ACTORES.....	46
TABLA 13. LISTA DE CÓDIGOS DE EFECTOS EMPLEADA EN LA CODIFICACIÓN DEDUCTIVA.....	48
TABLA 14. SELECCIÓN DE ESCUELAS PARA EL ESTUDIO DE CASO	49
TABLA 15. INCIDENCIAS OBSERVADAS EN LA OBRA CIVIL E HIDRÁULICA POR ESCUELA	53
TABLA 16. FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS INSTALADAS	57
TABLA 17. USO DE LAS BOMBAS EN FUNCIONAMIENTO	58
TABLA 18. DATOS SOBRE LA TIPOLOGÍA DEL SOPORTADO DE LA TUBERÍA A CISTERNA	59

Índice de Figuras

FIGURA 1. PRODUCTOS Y CICLO DE VIDA DEL PROYECTO CISTERNAS ESCOLARES	18
FIGURA 2. METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS INICIALMENTE SELECCIONADAS PARA EVALUAR LOS DIFERENTES ASPECTOS	25
FIGURA 3. LÓGICA DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	28
FIGURA 4. FASES DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS INFRAESTRUCTURAS	29
FIGURA 5. ESQUEMA SECUENCIAL DE LA METODOLOGÍA DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA CONSECUCCIÓN DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS	31
FIGURA 6. MEDICIÓN DE: (A) -PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS IN-SITU Y (B)- COLIFORMES FECALES EN MINI LABORATORIO.	35
FIGURA 7. FASES DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS INFRAESTRUCTURAS	39
FIGURA 8. ESQUEMA DE LA LÓGICA DE LOS EFECTOS DEL PROYECTO	40
FIGURA 9. LÓGICA DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LOS EFECTOS DEL PROYECTO ...	44
FIGURA 10. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA.	50
FIGURA 11. DETALLE DE LA LOSA Y ARRANQUE DEL MURO DE CERRAMIENTO LATERAL	54
FIGURA 12. FOTOS DE CISTERNAS ACABADAS: (A)-FORMACIÓN DE UN SURCO DE AGUA POR NO RECOLOCAR LA TIERRA Y (B)-SE OBSERVA UN ACABADO DIFERENTE AL RESTO DE LAS CISTERNAS.	55
FIGURA 13. BOMBA DE ÉMBOLO DE PVC PREMONTADA	56
FIGURA 14. FOTOS: (A)- BOMBA CARCARÁ II CON TUBO DE PVC AÑADIDO Y (B)- BOMBA ELÉCTRICA INSTALADA EN EL INTERIOR DE LA CISTERNA.	58
FIGURA 15. FOTOS 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).	60
FIGURA 16. 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.	61
FIGURA 17. FOTOS DE LA SUJECIÓN DE LOS CANALONES: (A)-USANDO PALOS DE MADERA Y ALAMBRES Y (B)- CON SOPORTES DE ACERO.	61
FIGURA 18. DISPOSITIVOS PARA LA RETIRADA DE LA PRIMERA AGUA PROPUESTO POR VARIOS AUTORES: (A)- (NETO, O DESCARTE DAS PRIMEIRAS ÁGUAS E A QUALIDADE DA ÁGUA, 2012); (B)- (NÓBREGA, 2011); (C)- (THOMAS, 2003); Y (D)- (TEXAS WATER DEVELOPMENT BOARD, 2005).	66
FIGURA 19. FOTOS DE ESCUELAS DONDE SE RETIRARON LAS PRIMERAS AGUAS DE LLUVIA MANUALMENTE: (A)- LAGOA DOS CÁGADOS (MAJOR ISIDORO) Y (B)- COVA DO CASADO (CANAPÍ).	78
FIGURA 20. FOTOS DE LAS ESCUELAS DEL TRATAMIENTO DEL AGUA Y LOS CUIDADOS HIGIÉNICOS.	80
FIGURA 21. FOTOS DE LAS CISTERNAS CONDRI: (A)- AGUA CON CEMENTO Y (B)- VACIADO DEL AGUA DE LA CISTERNA.	81
FIGURA 22. FOTOS DE LAS DOS REDES O MAYAS DE LAS CISTERNAS CONDRI DESPUÉS DE LAS LLUVIAS.	82
FIGURA 23. CÓDIGOS QUE EMERGEN MÁS FRECUENTEMENTE EN LA CODIFICACIÓN INDUCTIVA DE LOS EFECTOS EN LAS CAPACIDADES	86
FIGURA 24. CÓDIGOS QUE EMERGEN MÁS FRECUENTEMENTE EN LA CODIFICACIÓN INDUCTIVA DE LOS EFECTOS EN LA SALUD	94
FIGURA 25. CÓDIGOS QUE EMERGEN DE LA CODIFICACIÓN INDUCTIVA DE LOS EFECTOS SOBRE LOS CONFLICTOS.	97
FIGURA 26. FOTOS DE LA MAQUETA SISTEMAS DE RECOGIDA DE AGUA DE LLUVIA REALIZADA EN EL LABORATORIO DE HIDRÁULICA APLICADA AL DESARROLLO (UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID): (A)- MAQUETA DEL SISTEMA Y (B)- FOTO DEL DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE RETIRADA DE PRIMERAS AGUA	108

Índice de Gráficos

GRÁFICO 1. TIPOLOGÍA DEL SOPORTADO DE LA TUBERÍA HORIZONTAL	59
GRÁFICO 2. COMPARACIÓN DE E-COLI EN CISTERNAS NUEVAS Y ANTIGUAS (2-3 AÑOS) EN EL SAB DE MINAS GERAIS: FUENTE: (VENTURA DA SILVA, 2006).	64
GRÁFICO 3. OCURRENCIA DE BACTERIAS DESPUÉS DE LAS LLUVIAS EN CISTERNAS DE ETIOPÍA (MARTINSON & THOMAS, 2003)	65
GRÁFICO 4. COMPARATIVA DE COLIFORMES TOTALES ANTES Y DESPUÉS DEL DISPOSITIVO DE PRIMERAS AGUAS EN MUNICIPIOS DEL SAB DE PERNAMBUCO. (NÓBREGA, 2011).....	67
GRÁFICO 5. PORCENTAJE DEL AGUA COMPLEMENTARIA AL AGUA DE LLUVIA EN LAS 19 ESCUELAS CON CISTERNA CONDRI.	69
GRÁFICO 6. FRECUENCIAS DE LOS VALORES DE PH EN LAS CISTERNAS CONDRI: (A)-FRECUENCIAS ABSOLUTAS Y (B)-FRECUENCIAS RELATIVAS.	70
GRÁFICO 7. FRECUENCIAS DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LAS CISTERNAS CONDRI: (A)-FRECUENCIAS ABSOLUTAS Y (B)-FRECUENCIAS RELATIVAS.	71
GRÁFICO 8. FRECUENCIAS DE VALORES DE CLORO RESIDUAL EN LAS CISTERNAS CONDRI.....	72
GRÁFICO 9. FRECUENCIAS DE LOS VALORES DE TEMPERATURA DE LAS CISTERNAS CONDRI: (A) – FRECUENCIAS ABSOLUTAS Y (B)-FRECUENCIAS RELATIVAS.....	73
GRÁFICO 10. FRECUENCIAS DE COLIFORMES FECALES EN LAS CISTERNAS CONDRI: (A)-FRECUENCIA ABSOLUTA Y (B)-FRECUENCIA RELATIVA.	74
GRÁFICO 11. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN FUNCIÓN DE LA PROCEDENCIA DEL AGUA EN LAS 8 CISTERNAS CONDRI.	75
GRÁFICO 12. PORCENTAJE DE MUESTRAS CON COLIFORMES FECALES EN FUNCIÓN DE LA PROCEDENCIA DEL AGUA EN LAS 8 CISTERNAS CONDRI.	76
GRÁFICO 13. NÚMERO DE MUESTRAS CON BACTERIAS DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO (5 NOVIEMBRE A 13 MARZO)	76
GRÁFICO 14. PORCENTAJE DE NÚMERO DE MUESTRAS CON COLIFORMES FECALES EN FUNCIÓN DEL TIEMPO TRANSCURRIDO DESPUÉS DE LAS LLUVIAS.....	77
GRÁFICO 15. 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 8 ESCUELAS CONDRI.	78
GRÁFICO 16. PORCENTAJE DE COLIFORMES FECALES EN FUNCIÓN DE LA SITUACIÓN DE LA ESCUELA.....	79
GRÁFICO 17. PORCENTAJE DE MUESTRAS CON COLIFORMES FECALES EN FUNCIÓN DEL PUNTO DE COLECTA DEL ANÁLISIS EN LAS 8 CISTERNAS CONDRI.	79
GRÁFICO 18. PH DE LAS CISTERNAS EN FUNCIÓN DEL LAVADO	81
GRÁFICO 19. ESTIMACIONES DEL BALANCE MENSUAL HÍDRICO EN EL CASO DE UNA ESCUELA CON 28 ALUMNO: (A) .UN AÑO DE PRECIPITACIONES MEDIAS Y (B)- UN AÑO SECO.	84
GRÁFICO 20. VALORACIÓN DE LOS INDICADORES DE EFECTOS DEL PROYECTO EN EL FUNCIONAMIENTO.....	87
GRÁFICO 21. PORCENTAJE DE ALUMNOS QUE FALTAN A LA ESCUELA EN EL TURNO DE MAÑANA PARA CADA UNA DE LAS CUATRO ESCUELAS MONITOREADAS EN EL ESTUDIO DE CASO	88
GRÁFICO 22. HORAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TURNO DE MAÑANA PARA CADA UNA DE LAS CUATRO ESCUELAS MONITOREADAS EN EL ESTUDIO DE CASO.....	89
GRÁFICO 23. VALORACIÓN DE LOS INDICADORES DE EFECTOS DEL PROYECTO EN EL FUNCIONAMIENTO SEGÚN LA FALTA DE AGUA DE LAS ESCUELAS EVALUADAS.....	90
GRÁFICO 24. PORCENTAJE DE ALUMNOS CON SÍNTOMAS DE ENFERMEDADES HÍDRICAS EN LAS ESCUELAS DEL ESTUDIO DE CASO.....	92
GRÁFICO 25. VALORACIÓN DE LOS BENEFICIARIOS DE LOS INDICADORES DE EFECTOS DEL PROYECTO	99
GRÁFICO 26. VALORACIÓN MEDIA POR ESCUELA DE LOS EFECTOS GLOBALES DEL PROYECTO.....	99

GRÁFICO 27. VALORACIÓN MEDIA DE LOS INDICADORES DE EFECTOS DEL PROYECTO SEGÚN LA FALTA DE AGUA DE LAS ESCUELAS EVALUADAS.....	100
GRÁFICO 28. VALORACIÓN MEDIA POR GRUPO DE ACTORES DE LOS EFECTOS DEL PROYECTO CISTERNAS ESCOLARES.....	101

Acrónimos

AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
ASA	Articulação Semiárido Brasileiro
CASAL	Companhia de Saneamento de Alagoas
CONDRI	Consortio Para Desenvolvimento da Região do Ipanema
CE	Conductividad Eléctrica
CR	Cloro residual
CRL	Cloro residual libre
GCSASD	Grupo de Cooperación Sistemas de Agua y Saneamiento para el Desarrollo
IABS	Instituto Ambiental Brasil Sustentavel
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ItDUPM	Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano
MDS	Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome
OMS	Organización Mundial de la Salud
RTS	Rede de Tecnologias Sociais
TdR	Términos de Referencia
UPM	Universidad Politécnica de Madrid

RESUMEN EJECUTIVO



Centro de
Innovación en
Tecnología
para el
Desarrollo Humano



POLITÉCNICA



Resumen Ejecutivo

1. Introducción

Este informe presenta los hallazgos y recomendaciones de la evaluación del Proyecto de Cisternas Escolares llevada a cabo por el Centro de Innovación en Tecnologías para el Desarrollo Humano de la Universidad Politécnica de Madrid (itdUPM) para el Instituto Ambiental Brasil Sustentável, (IABS).

La misión de evaluación se inició el pasado mes de diciembre de 2012 y los resultados presentados en este informe están referidos a la situación en la que se encontraba el proyecto en marzo de 2014, fecha en la que finalizó el trabajo de campo.

Como parte del proceso de evaluación se han generado otros dos informes relevantes:

- Informe de línea de base (con informaciones sobre la situación pre-proyecto en las 108 escuelas beneficiarias);
- Informe intermedio de evaluación (cuyos resultados se ven completados en el presente documento)).

Por problemas ajenos al proceso de evaluación, cuando concluyó el trabajo de campo tan sólo 19 de las 108 escuelas que debían haber instalado la cisterna lo habían hecho y ésta estaba en condiciones de ser utilizada. A pesar de que el trabajo de campo se prolongó tres meses con el objeto de poder recoger información más completa sobre los efectos del uso de las cisternas, el régimen de lluvias en esos meses y los importantes retrasos en la ejecución del Proyecto de Cisternas Escolares obligaron a modificar la metodología de recogida de datos y análisis de la información, para adaptarse a las circunstancias encontradas. Como consecuencia, se renunció a elaborar una evaluación cuantitativa de impacto y, a cambio, se decidió reforzar la evaluación cualitativa del proceso. Estas modificaciones se hicieron siempre de acuerdo con la entidad contratante, IABS.

A pesar de que, en estas circunstancias, los resultados de la evaluación no permiten aislar y medir los efectos debidos a la intervención (tal y como estaba previsto inicialmente), el enfoque metodológico mixto finalmente adoptado (incorporando estrategias cualitativas y cuantitativas) 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 que pueden mejorar y fortalecer tanto la finalización del presente proyecto, como el desarrollo de futuros proyectos de cisternas escolares en el semiárido brasileño.

Además, el ritmo de ejecución del proyecto de construcción, más lento del previsto, ha permitido un acompañamiento técnico de las construcciones por parte del equipo evaluador que de otra manera no habría sido posible, dando lugar a la introducción de mejoras significativas en la obra civil e hidráulica de las cisternas finalizadas.

Los hallazgos de la evaluación aparecen estructurados en torno a tres componentes: i) la obra civil e hidráulica del proyecto; ii) la calidad del agua suministrada por las cisternas escolares; y iii) los

efectos sobre las condiciones de vida de las comunidades escolares de las cisternas escolares. Para cada componente se exponen, en primer lugar, las principales conclusiones del trabajo de evaluación y, en segundo lugar, un conjunto de recomendaciones prácticas para futuras acciones en el ámbito de este proyecto y de proyectos similares.

2. Principales conclusiones

2.1 Obra civil e hidráulica

- La construcción de cisternas escolares responde a una necesaria mejora del acceso a un servicio esencial, el acceso al agua de calidad, mediante tecnologías pertinentes de captación y almacenamiento de agua de lluvia.
- No obstante, el proyecto y su ejecución presentan algunas debilidades constructivas, en general fácilmente resolubles y la mayoría de las veces consecuencia de una escasa supervisión y comprobación por parte del equipo ejecutor del proyecto (CONDRI) sobre el trabajo realizado por los *pedreiros*¹.
- Las principales debilidades identificadas son: i) el acabado irregular de las piezas de hormigón; ii) la baja durabilidad de la bomba; y iii) la inestabilidad del soportado de las canalizaciones que conducen el agua de lluvia captada.
- Es importante destacar que se aprecia una positiva predisposición de CONDRI a reparar las incidencias y a mejorar los sistemas.
- Por otro lado, la construcción de la obra civil e hidráulica del proyecto requiere una adecuada formación del personal local. Esta formación supone un refuerzo de capacidades de los diferentes actores participantes en la ejecución del proyecto, que les habilita para otras iniciativas similares.

2.2. Calidad del agua

2.2.1. Con relación al origen del agua siendo 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 al finalizar la recogida de información, el 32% dispone de agua canalizada y el 68% recurre adicionalmente al camión cisterna.
- En base a la irregularidad del balance mensual hídrico en el semiárido alagoano, y con número medio de alumnos existente en las escuelas beneficiarias, es muy poco probable que las escuelas beneficiarias del proyecto cubran sus necesidades únicamente con el agua de lluvia captado por las cisternas construidas por el proyecto.

2.2.2. Con relación a los parámetros básicos de la calidad del agua siendo suministrada por las cisternas escolares

¹ Los *pedreiros* son los albañiles locales.

- Los valores físico-químicos de turbidez, conductividad eléctrica y temperatura del agua siendo suministrada por las cisternas analizadas, se encuentran todos ellos dentro de los límites aceptables para la salud.
- En 30% de las muestras de agua analizadas aparecen valores de pH fuera de los recomendados [6,5-9,5]. Además, en un 85% de las muestras 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; ii) la evaporación del cloro durante el transporte del agua en los camiones cisterna; 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.

2.2.3. Con relación a los factores analizados

- Las cisternas que almacenan únicamente agua de lluvia durante el período de recogida de datos, han presentado resultados peores en relación a los parámetros básicos de calidad del agua que las llenadas por agua proveniente de camiones cisterna. Estos resultados, aparentemente negativos para el proyecto, 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) en varias de las cisternas estudiadas 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.
- Las escuelas que realizan siempre la retirada de las primeras aguas de sus cisternas han reducido prácticamente a cero la presencia de coliformes fecales en el agua almacenada. Por tanto, facilitar y garantizar la retirada de estas primeras aguas tanto a través de infraestructuras apropiadas como con capacitaciones a los beneficiarios, es crucial en proyectos basados en sistemas de recogida de agua de lluvia.
- Los filtros que están siendo utilizados por las escuelas antes de utilizar 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 brasileña.

2.3. Efectos del proyecto sobre las comunidades escolares

- El estudio 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 beneficiarias.
- 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 sobre la limpieza de la escuela), y el hecho de que las cisternas escolares permiten a las escuelas nuevos usos del agua (como el riego de huertos escolares, y la puesta en marcha de nuevos proyectos como "Mais Educação"²).

- Además, el proyecto mejora la resiliencia de las escuelas frente a problemas de abastecimiento de agua al dotarlas de una mayor capacidad para almacenar agua (bien sea procedente de la lluvia o del camión cisterna). Esta mayor capacidad para almacenar agua 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, disponer de un reservorio independiente facilita, 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 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 las escuelas, que siguen dependiendo de las alcaldías para el suministro de agua por camión cisterna.
- Por otro lado, 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, la percepción de los beneficiarios es muy baja en relación al potencial que tiene el proyecto para mejorar este efecto en concreto.
- Otro punto importante, es que el estudio pone de relevancia que la calidad del agua de las cisternas depende en gran medida de las capacidades de la comunidad escolar para gestionar el agua de las cisternas.
- Sin embargo, el estudio también evidencia de forma clara que las medidas de capacitación en el marco del proyecto no están siendo lo suficientemente efectivas para capacitar adecuadamente a los beneficiarios en aspectos relacionados con la gestión del agua de lluvia y el mantenimiento de las infraestructuras. Además, se ha identificado que el nivel de participación de los beneficiarios en el proyecto es muy bajo.
- 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 al no realizarse los esfuerzos necesarios para involucrar a secretarías y municipios, estos actores clave no se responsabilicen del proyecto, lo que pone claramente en peligro su mantenimiento y sostenibilidad en el tiempo.

² *Mais Educação* es un proyecto de educación integral, a través del cual los alumnos de las escuelas beneficiarias permanecen en la escuela un horario adicional al horario de aulas habitual en días específicos de la semana, realizando actividades lúdicas y educativas.

3. Principales Recomendaciones

3.1. Obra civil e hidráulica

- Garantizar el acompañamiento técnico de CONDRI durante las obras y, sobre todo, en la supervisión cuando se finaliza la construcción.
- Comprar materiales para construir soportes adecuados y aumentar el espesor de la solera (15 cm).
- Aumentar el salario de los *pedreiros* de modo que sea equitativo a la retribución que obtienen con la construcción de las cisternas de primera agua.
- Formar personal técnico en la instalación y reparación de las bombas manuales de extracción del agua de las cisternas. Esto puede, además, suponer nuevas oportunidades de trabajo en la región.
- Introducir en el proyecto una fase de puesta en marcha que asegure el correcto funcionamiento previo a la recepción de las infraestructuras y como garantía de sostenibilidad.

3.2. Calidad del agua

- Incorporar a la obra civil e hidráulica un mecanismo que facilite la retirada de las primeras aguas.
- 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).
- 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.
- Explorar otras opciones de tratamiento local alternativos al cloro como por ejemplo la desinfección solar.
- Continuar usando filtros antes de utilizar el agua de la cisterna para el consumo humano.
- Instalar mallas y redes en los rebosaderos, así como en cualquier orificio de la cisterna.
- No instalar mallas y redes en la línea de flujo ya que requieren lavados periódicos que dificultan el mantenimiento. En caso de que igualmente 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.
- Incidir en la modificación de la legislación para que los sistemas de abastecimiento de agua de lluvia se incluyan en el campo de aplicación de la vigilancia sanitaria brasileña.

3.3. Efectos del proyecto

- Reforzar las actividades del proyecto relacionadas con las mejoras de las capacidades de las comunidades escolares. 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.

- Reforzar las actividades relacionadas con la creación de los consejos gestores del agua. La idea de la creación del consejo gestor del agua y de la aprobación de su reglamento es establecer reglas y responsabilidades que ayuden a garantizar y facilitar el cuidado de las cisternas y de su agua.
- 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 una comunicación directa entre los ejecutores del proyecto y las alcaldías o secretarías de educación diseñando mecanismos para clarificar y atribuir responsabilidades que garanticen el mantenimiento y sostenibilidad del proyecto.
- Dar continuidad al presente proceso de evaluación para permitir la recogida de información durante el período de lluvias, y hacerlo con una muestra mucho mayor de cisternas que ya estarán operativas.
- Diseminar los resultados a través de un seminario con la participación de los diferentes actores involucrados en el proyecto (desde los financiadores, hasta los beneficiarios finales pasando por los ejecutores y por las instituciones públicas que finalmente serán las responsables del mantenimiento de la obra civil e hidráulica). Juntos podrían construir participativamente una propuesta sólida con orientaciones claras a ser tomadas en cuenta a la hora de ampliar la escala del Proyecto de Cisternas Escolares susceptible de institucionalizarse en el marco de una política pública en la región.

INFORME FINAL DE EVALUACIÓN



POLITÉCNICA



1. Introducción

El presente Informe Intermedio se corresponde con el **Producto 6** definido en el Proyecto Básico BRA-007 B-012/2013 de acuerdo al Termo de Parceria 012/2013 firmado entre el Instituto Ambiental Brasil Sustentável (IABS) y la Universidad Politécnica de Madrid (ver Figura 1 donde se presenta el “Proceso de Evaluación” y los entregables definidos).

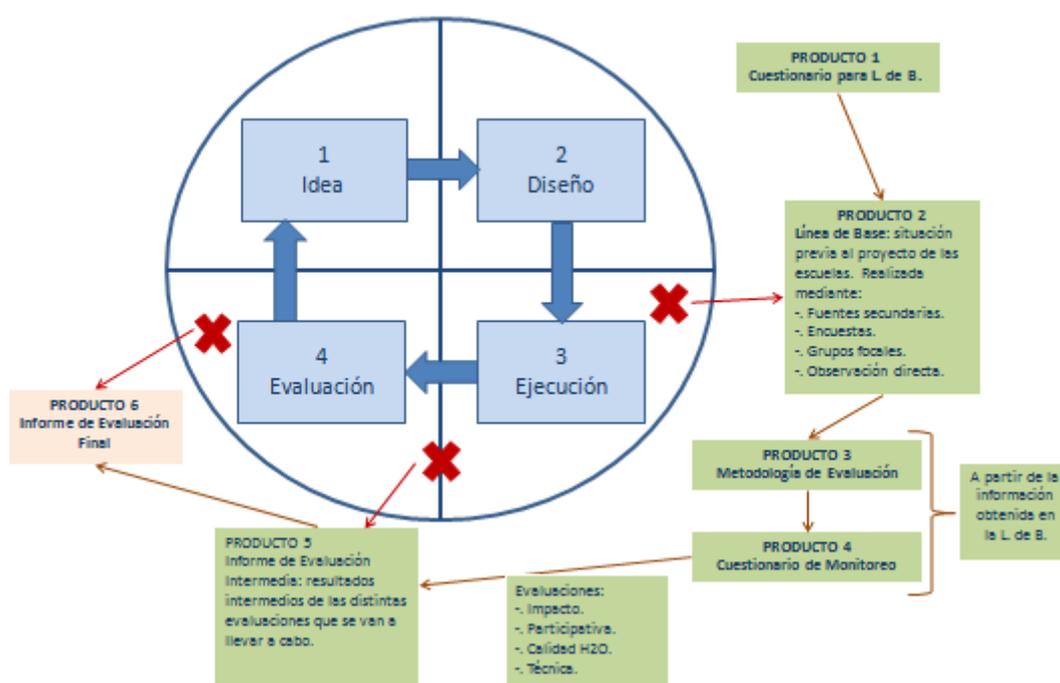


Figura 1. Productos y ciclo de vida del proyecto cisternas escolares

Según los términos de referencia (TdR) del contrato, el principal objetivo del servicio contratado por IABS a la UPM es *la ejecución y análisis de estudios de evaluación de impacto de cisternas escolares de agua de lluvia como medio de acceso al agua y convivencia con el Semiárido Brasileño*. Este objetivo fue posteriormente delimitado a través del Plan de Trabajo (que se desarrolló a partir de los TdR) en el que se estableció como objetivo específico del servicio *la definición y ejecución de una evaluación de impacto para el Proyecto de Cisternas Escolares que se implementará en 108 escuelas de 13 municipios, del estado de Alagoas*.

En el Plan de Trabajo también se estableció que la evaluación de impacto, sería completada por una evaluación cualitativa que además de valorar los efectos del proyecto, analizaría:

- i) la obra civil e hidráulica de las infraestructuras;
- ii) la calidad del agua siendo suministrada por las infraestructuras; y
- iii) los modelos de gestión del agua siendo suministrada.

La misión de evaluación se inició en el mes de diciembre de 2012 y los resultados de la evaluación presentados en este informe están referidos al 14 de marzo de 2014, fecha en la que finaliza el trabajo de campo.

En el momento de comenzar la evaluación, el proyecto no había comenzado a ser ejecutado, ya que para realizar una evaluación de impacto es necesario diseñar conjuntamente el cronograma de implementación de las cisternas del proyecto, con el de la evaluación. Como primera acción, el equipo evaluador realizó una línea de base sobre las condiciones de las 108 escuelas beneficiarias y propuso un plan de trabajo para cumplir con los objetivos de la evaluación.

Sin embargo, a partir de entonces y por problemas ajenos al proceso de evaluación, cuando finalizó el trabajo de campo de la misión de evaluación tan sólo 19 de las 108 escuelas que debían haber instalado la cisterna lo habían hecho y ésta estaba en condiciones de ser utilizadas. Esta situación, que se describe en detalle en el capítulo 2 del presente documento.

A pesar de que el trabajo de campo se prolongó tres meses con el objeto de poder recoger información más completa sobre los efectos del uso de las cisternas, el régimen de lluvias en esos meses y los importantes retrasos en la ejecución del Proyecto de Cisternas Escolares obligaron a modificar el plan de trabajo, la metodología de recogida de datos y de análisis de la información, para adaptarse a las circunstancias encontradas. Como consecuencia, se renunció a elaborar una evaluación cuantitativa de impacto y, a cambio, se decidió reforzar la evaluación cualitativa del proceso (ya contemplada, como se ha dicho, en el plan de trabajo inicial), puesto que se consideraron las importantes contribuciones que este tipo de evaluación podría tener para la mejora continua del proyecto de cisternas escolares.

Estas modificaciones se hicieron siempre de acuerdo con la entidad contratante, IABS, y quedaron recogidas en el Informe Intermedio de Evaluación (que se corresponde con el Producto 5 del Termo de Parceria 012/2013). En el capítulo 3 del presente documento se detallan cuáles son las principales modificaciones llevadas a cabo en la metodología y el plan de trabajo, y qué suponen estos cambios para el global de la evaluación.

En definitiva, a pesar de que, en estas circunstancias, los resultados de la evaluación no permiten aislar y medir los efectos debidos a la intervención evaluada (tal y como estaba previsto inicialmente), el enfoque metodológico mixto finalmente adoptado (incorporando estrategias cualitativas y cuantitativas) 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 que pueden mejorar y fortalecer tanto la finalización del presente proyecto, como el desarrollo de futuros proyectos de cisternas escolares en el semiárido brasileño.

Por otro lado, los retrasos en la ejecución del proyecto han permitido un acompañamiento técnico de las construcciones por parte del equipo evaluador que de otra manera no habría sido posible, dando lugar a mejoras significativas en la obra civil e hidráulica de las cisternas finalizadas.

Además, es importante subrayar, que el equipo evaluador ha contactado con más de 100 beneficiarios de las comunidades escolares, y ha desplazado a dos miembros del equipo que han estado viviendo durante 6 meses en las localidades incluidas en el proyecto. En este sentido, consideramos que el presente informe recoge las percepciones, opiniones y comentarios de los beneficiarios, incorporando la evolución de su perspectiva a lo largo de todo el ciclo de intervención.

El contacto directo del equipo evaluador, por un lado, con el equipo ejecutor del proyecto (CONDRI) y, por otro, con los beneficiarios, también ha dado lugar a una serie de enseñanzas “no esperadas” pero valoradas de manera muy positiva por los diferentes actores involucrados, que se detallarán en el capítulo 5 de este informe.

Los resultados, conclusiones y recomendaciones del estudio (respectivamente capítulos 4, 6 y 7), se presentan separados en tres grandes bloques: i) obra civil e hidráulica; ii) calidad del agua; y iii) efectos del proyecto sobre las condiciones de vida de las comunidades escolares.

2. Descripción del proyecto

2.1. Antecedentes del proyecto de cisternas escolares

En el año 2000, con el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente de Brasil, se inició un proyecto piloto denominado Programa de Formación y Movilización Social para la Convivencia con el Semiárido: Un Millón de Cisternas Rurales (P1MC) que consiguió la movilización y capacitación de 15 mil familias y la construcción de 13, 2 mil cisternas en 8 Estados brasileños.

Este Programa partió de una iniciativa de la sociedad civil organizada con el objeto de garantizar el acceso a agua potable a familias en el Semiárido brasileño, donde el problema de la escasez de agua para el consumo humano directo afecta a la supervivencia de esta población.

La cisterna es una tecnología popular para la captación de agua de lluvia y representa una solución de acceso a recursos hídricos para la población rural de la región. Éstas están destinadas a la población rural de baja renta que sufre con los efectos de las sequías prolongadas, que llegan a durar ocho meses del año. En este período, el acceso al agua normalmente se da a través de aguas estancadas y pozos que se encuentran a grandes distancias y poseen agua de baja o bajísima calidad, provocando enfermedades a las poblaciones que se ven obligadas a consumir agua proveniente de estas fuentes.

En 2003, la garantía del acceso a agua de calidad para consumo humano fue incorporada como componente fundamental de la política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, pasando a formar parte de una de las acciones de la Estrategia "Fome Zero".

El Gobierno Federal – por medio del Ministerio de Desarrollo Social y Lucha contra el Hambre – MDS, pasó a apoyar y financiar el Programa de Formación y Movilización Social para la Convivencia con el Semiárido, teniendo como meta movilizadora la construcción de un millón de cisternas rurales. Desde 2003, el MDS apoya y financia programas de construcción de cisternas y formación para que las comunidades locales convivan con el Semiárido.

Entre sus principales implementadores, se destacan el Consorcio de Desarrollo de la Región de Ipanema y la ASA (Articulación en el Semiárido Brasileño) – fórum que congrega más de 750 organizaciones de la sociedad civil, ONG's de desarrollo y ambientalistas, asociaciones de trabajadores/as rurales y urbanos/as, entidades comunitarias, sindicatos y federaciones de trabajadores/as rurales, movimientos sociales y organismos de cooperación internacional públicos y privados, que trabajan para el desarrollo social, económico y político sostenible del Semiárido brasileño.

En este contexto, el convenio de financiación del **PROGRAMA CISTERNAS " - BRA-007-B** fue firmado el 17 de noviembre de 2009 entre el Instituto de Crédito Oficial - ICO en nombre del Gobierno de España e IABS, en el ámbito del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento - FCAS de la Agencia Española de Cooperación Internacional Desarrollo - AECID.

El proyecto pretende posibilitar a la población del Semiárido el acceso a estructuras simples y eficientes de captación de agua de lluvia y de aprovechamiento sostenible de recursos pluviales, a partir de la concepción de los siguientes objetivos específicos:

OE1. Propiciar el acceso descentralizado al agua, garantizando la seguridad y la soberanía alimentaria y nutricional a las familias del Semiárido brasileño.

OE2. Apoyar el desarrollo de nuevas tecnologías sociales para la convivencia sostenible con regiones semiáridas.

OE3. Fortalecer instituciones y desarrollar capacidades de gestores públicos, de organizaciones de la sociedad civil y de agricultores familiares con actuación en el Semiárido brasileño.

Los componentes adoptados por el Programa Cisternas son:

1. Universalizar la cobertura (escala municipal) – 100% de la demanda por cisternas atendidas en por lo menos 100 municipios de los 9 Estados del Semiárido brasileño.
2. “Agua en las Escuelas” – dotar de agua potable a escuelas públicas en 9 Estados del Semiárido brasileño.
3. “Segunda Agua” – agregar tecnología a las actividades de pequeña producción familiar en 9 territorios del Semiárido brasileño.
4. Desarrollo de nuevas tecnologías – a partir de convocatorias para proyectos, premios y seminarios de difusión e intercambio de experiencias.
5. Desarrollo de estrategias en el ámbito de la Política Nacional de Cambio Climático brasileña, a partir de experiencias pilotos de agricultura periurbana y transferencia de tecnología en otras regiones del país.
6. Identificación de proyectos de cooperación conjunta con terceros países.
7. Apoyo al desarrollo de competencias y habilidades de gestión de las políticas de acceso a agua y programas de captación de agua de lluvia – entrenamiento de gestores estatales, municipales, del tercer sector y de organizaciones de agricultores/as.
8. Estudios y evaluaciones de impacto; publicaciones, material institucional, divulgación y difusión de resultados, auditorías externas.

El **Proyecto de Cisternas Escolares**, objeto de la presente evaluación, se enmarca en las acciones de “agua en las escuelas” del Programa Cisternas y fue concebido para la implementación de 108 cisternas escolares en escuelas rurales del semiárido alagoano. El proyecto además de la construcción de las infraestructuras, incluye una capacitación para el correcto uso y gestión del agua de la cisterna, y la formación de comités gestores del agua de las cisternas en las escuelas beneficiarias.

El proyecto está ejecutado por CONDRI. CONDRI es una entidad de derecho pública y sin fines lucrativos, y es de los Programas de primera y segunda agua de la región.

El cronograma de CONDRI para ejecución del proyecto estaba definido entre **Enero y Noviembre de 2013**. Sin embargo, Sin embargo, problemas internos en CONDRI –principalmente en las licitaciones de materiales- provocaron un acusado e inesperado retraso frente al cronograma inicial, tal y como se presenta continuación.

2.2. Situación del proyecto de cisternas escolares a 14 de marzo de 2014

El grado de avance referido a la construcción del Proyecto el 14 de Marzo del 2014 se resume en la Tabla 1.

MUNICIPIO	COMUNIDAD ESCOLAR	FINALIZACIÓN CISTERNA*	LAVADO	INSTALACIÓN BOMBA
Major Isidoro	Sítio cajarama	Dic-12	Ene-12	Oct-13
	Sítio Riachão dos Alexandres	Dic-12	Ene-12	Mar-13
	Lagoa dos Cágados	Nov-13	Nov-13	Nov-13
	Sítio Bezerra	Nov-13	Nov-13	Nov-13
	Sítio Paraiso	Dic-13	Feb- 14	Ene-14
Ólho de Agua das Flores	Povoado Pedrão	Dic-12	Dic- 12	Nov-13
	Sítio Gato	Dic-12	Nov- 13	Nov-13
	Sítio Poços	Dic-12	Dic- 13	Nov-13
Carneiros	Salgadinhos	Ene-14	Ene- 14	Ene-14
Senador Rui de Palmeiras	Alto do Couro	Ene-14	Feb- 14	Ene-14
	Malhadinha	Oct-13	Sin lavar	Nov-13
	Poço salgado	Oct-13	Dic- 13	Nov-13
	Logrador	Ene-14	Ene- 14	Ene-14
Olivenza	Lage dos Canges	Feb-13	Sin lavar	Feb-13
Canapi	Cova do Casado	Nov-13	Dic- 13	Dic- 13
Palestina	Vila San Antonio	Mar-13	Siln lavar	Mar-13
São José da Tapera	Baixa Grande	Nov-13	Dic-13	Dic-13
	Bananeira	Feb-13	Sin lavar	Feb-13
	Sítio Lagoa da Cobra	Nov-13	Feb-13	Nov-13
	Macenas		Realizada la excavación	
	Sítio Cacimba do Barro		Hecho el suelo y recibiendo material	

*Se refiere solamente a la fecha de levantamiento de la cisterna, pudiendo esta tener deficiencias o errores constructivos.

Tabla 1. Grado de avance del Proyecto Cisternas 3º Agua a 14 de Marzo del 2014.

En resumen, hay 19 cisternas construidas, de las cuales 3 aún no se han lavado y hay otras 2 en las que está iniciada la construcción. En el Anexo 1 se adjunta una foto de cada una de las cisternas construidas.

Además, está pendiente de realizar algunas de las capacitaciones de los beneficios planeados, así como parte de los consejos gestores, acordados realizar.

Llama la atención el hecho de que se han realizado varios Consejos Gestores en escuelas donde todavía no se ha construido la cisterna.

3. Lógica de intervención y elementos metodológicos de la evaluación

3.1. Alcance y foco de la evaluación

El acuerdo de colaboración suscrito entre el IABS y la UPM establece *“el desarrollo e implementación de servicios especializados en la planificación, ejecución y análisis de estudios de evaluación de impacto de cisternas escolares de agua de lluvia como medio de acceso al agua y convivencia con el Semiárido Brasileño, incluyendo todos los procedimientos relativos a la identificación y caracterización de las escuelas, el desarrollo del cuestionario de la encuesta, implementación y supervisión de la aplicación del cuestionario, recogida de mediciones objetivas, procesamiento y conciliación de los datos obtenidos, y la entrega del análisis de datos sobre el impacto en la vida de la comunidad escolar³ de la región del medio sertão alagoano”*.

Teniendo en cuenta estas premisas, la evaluación se planteó en su diseño inicial en base a lo que generalmente se entiende por “evaluación de impacto”, que puede ser definida como *“la identificación de efectos netos atribuibles a la intervención, efectos que son resultado de factores externos y no se pueden atribuir a la intervención, y todo tipo de consecuencias imprevistas, ya sean negativas o positivas”* (Baker, J. 2000). En este sentido, sólo cuando se realiza una evaluación que permite aislar y medir los efectos debidos a la sola intervención evaluada, se puede afirmar que es una evaluación de impacto (Larru 2007). Así, se acordó utilizar para llevar a cabo la evaluación métodos cuantitativos y estadísticos que permitieran identificar las relaciones de causalidad entre la intervención y sus efectos netos, buscando desligar éstos de otros efectos que resulten del contexto o de intervenciones distintas a la evaluada.

No obstante, el objetivo de IABS al contratar la evaluación iba más allá de probar y cuantificar los impactos del proyecto, buscando también la mejora continua de éste y de otros proyectos de cisternas escolares que se implementen en el futuro en la región, teniendo en cuenta que el propio proceso de ejecución del proyecto es una fuente importantísima de experiencia y aprendizaje. Por esto motivo y tras un proceso de debate entre IABS, CONDRI y el equipo evaluador, se decidió incluir para llevar a cabo la evaluación métodos cualitativos que permiten, entre otros aspectos, centrar la evaluación en la forma en cómo se ha desarrollado el proyecto, en las relaciones entre personas e instituciones involucradas, y en las experiencias vividas en torno a toda la intervención.

Con el ánimo de facilitar la obtención de recomendaciones prácticas que puedan ser llevadas a la práctica en futuros proyectos, se acordó delimitar los ámbitos de estudio a cuatro aspectos: i) la obra civil e hidráulica de las cisternas escolares; ii) la calidad del agua siendo suministrada por las cisternas escolares; iii) los modelos de gestión del agua en las escuelas; y finalmente iv) las mejoras en las condiciones de vida entre los miembros de las comunidades de escolares receptoras de cisternas escolares.

³ Por comunidad escolar se entiende en el marco de este estudio todo el personal trabajando en una escuela, los alumnos y alumnas y sus padres y madres.

La idea de este planteamiento es que tanto la calidad de las infraestructuras, como la calidad del agua suministrada y sus modelos de gestión repercutirán directamente en las mejoras en las condiciones de vida de la comunidad escolar; por lo que al analizarlas de manera independiente y con herramientas específicas se podrá extraer recomendaciones concretas que finalmente repercutirán en los efectos del proyecto sobre esta comunidad.

La Figura 2, presenta un esquema de la metodología inicial de la evaluación, en el que se pueden ver en color rosado los métodos y herramientas propuestas para evaluar los diferentes aspectos.

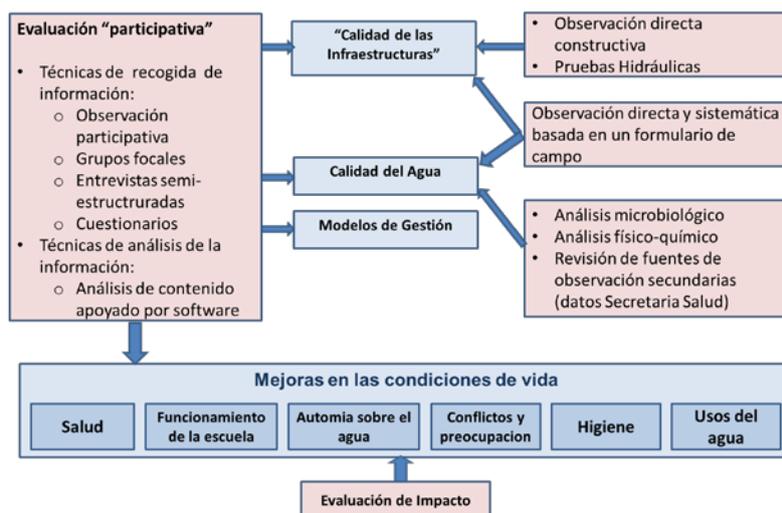


Figura 2. Metodologías y herramientas inicialmente seleccionadas para evaluar los diferentes aspectos

Sin embargo, este planteamiento inicial de la metodología sufrió algunos cambios a lo largo del proceso de evaluación, debido a circunstancias ajenas a la evaluación en sí misma. En los próximos epígrafes se describen los condicionantes que limitaron el alcance y el foco de la evaluación (epígrafe 3.2), y se detalla el plan de trabajo y los principales elementos metodológicos que finalmente guiaron el trabajo del equipo evaluador (epígrafe 3.3).

3.2. Plan de trabajo inicial y limitaciones encontradas

La evaluación se diseñó para ser desarrollada en tres etapas, descritas brevemente en la siguiente tabla, en función de los objetivos y productos previstos.

FASE	OBJETIVOS	PRODUCTOS	FECHAS
Diagnóstico y diseño	<ul style="list-style-type: none"> - Concreción del foco y alcance de la evaluación - Caracterización de las escuelas beneficiarias - Elección y diseño de los principales instrumentos metodológicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de trabajo detallado y metodología de evaluación - Guía de instrumentos metodológicos - Agendas de trabajo de campo - Informe de línea de base 	Diciembre 2012- marzo 2013
Trabajo de campo/ recopilación de datos	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilación de datos basándose en los indicadores establecidos en la metodología de evaluación - Contraste y triangulación de datos 	<ul style="list-style-type: none"> - Indicadores con información relevante para su valoración - Informe de seguimiento 	Abril- diciembre 2013

Síntesis, contraste y elaboración del informe final	- Análisis de datos - Contraste y validación de resultados - Elaboración de documentos finales	-Informe final de evaluación	Enero -marzo 2014
---	--	------------------------------	-------------------

Tabla 2. Etapas de la evaluación (plan de trabajo inicial)

Es importante tener en cuenta que en todo momento se procuró la integración del plan de trabajo específico de la evaluación, con el cronograma de construcción de cisternas escolares de CONDRI. De hecho, esta integración era clave para poder valorar el impacto del proyecto, ya que con el objetivo de aislar y medir los efectos debidos a la sola intervención evaluada es necesario contar con una información que permita calcular el “contrafactual” de la intervención.

Por ello inicialmente se acordó con CONDRI que el 30% de las escuelas serían seleccionadas de forma aleatoria para no ser construidas hasta octubre de 2013, lo que iba a permitir que el equipo evaluador recogiera datos durante 6 meses (abril-septiembre de 2013) para llevar a cabo una evaluación de impacto en base a tres indicadores (considerados de corta duración ya que debido al cronograma de ejecución de CONDRI no se pudo plantear la utilización de otros indicadores de medio plazo como podría ser la mejora de la calidad educativa): i) horas de funcionamiento por turno académico; ii) % de faltas de los alumnos y alumnas; y iii) % de alumnos con síntomas de enfermedades hídricas.

Sin embargo, este plan de trabajo original tuvo que ser profundamente alterado por los retrasos en la construcción de las cisternas motivados por problemas con la compra de materiales (descritos en mayor detalle en el capítulo 2.1 del presente documento).

En realidad, el plan de trabajo ha ido sufriendo numerosas alteraciones durante el proceso de evaluación buscando ajustar la metodología de evaluación y las diferentes herramientas de recogida de datos al número de cisternas construidas y, por tanto, de información disponible.

Finalmente, con fecha de noviembre de 2013 y con sólo 6 cisternas construidas, IABS y el equipo evaluador del itdUPM acordaron que ya no iba a ser posible llevar a cabo una evaluación de impacto tal y como estaba inicialmente prevista. Esta decisión fue comunicada al equipo del Fondo del Agua de AECID, y queda recogida en el Informe Intermedio de Evaluación (que se corresponde con el Producto 5 de acuerdo al Termo de Parceria 012/2013 entre IABS y UPM). También se decidió alargar el período de recogida de datos de diciembre de 2013 a marzo de 2014.

En el próximo epígrafe se detalla la metodología final de evaluación.

3.3. Plan de trabajo final y principales aspectos metodológicos de la evaluación

La evaluación se ha desarrollado finalmente en tres etapas descritas brevemente en la siguiente tabla, en función de los objetivos y productos previstos.

FASE	OBJETIVOS	PRODUCTOS	FECHAS
Diagnóstico y diseño	<ul style="list-style-type: none"> - Concreción del foco y alcance de la evaluación - Caracterización de las escuelas beneficiarias - Elección y diseño de los principales instrumentos metodológicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de trabajo detallado y metodología de evaluación - Guía de instrumentos metodológicos - Agendas de trabajo de campo - Informe de línea de base 	Diciembre 2012- noviembre 2013
Trabajo de campo/ recopilación de datos	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilación de datos basándose en los indicadores establecidos en la metodología de evaluación - Contraste y triangulación de datos 	<ul style="list-style-type: none"> - Indicadores con información relevante para su valoración - Informe de seguimiento 	Abril 2013- marzo 2014
Síntesis, contraste y elaboración del informe final	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de datos - Contraste y validación de resultados - Elaboración de documentos finales 	-Informe final de evaluación	Abril -julio 2014

Tabla 3. Etapas de la evaluación (plan de trabajo final)

Tal y como puede observar al comparar esta tabla con la inicialmente propuesta (Tabla 2), a pesar de mantenerse las etapas, los objetivos y los productos esperados, las fechas previstas para las diferentes etapas de la evaluación han cambiado de manera importante. Esto a su vez, ha repercutido en los métodos y herramientas seleccionados por el equipo evaluador para recoger y analizar sus datos, y por tanto en los resultados finales de la evaluación.

Frente a la evaluación inicialmente propuesta planteada en torno a 4 componentes, la evaluación ha quedado finalmente estructurada en torno a 3 componentes:

- i) la evaluación técnica de la obra civil e hidráulica;
- ii) un análisis de la calidad del agua siendo suministrada por las cisternas; y
- iii) la evaluación de los efectos del proyecto sobre las condiciones de vida de la comunidad escolar.

No obstante, el análisis de los modelos de gestión del agua en las escuelas no ha sido eliminado del estudio, sino que, por verse muy condicionado por los retrasos en el cronograma, se ha decidido no analizarlo como un aspecto independiente e incorporarlo como una parte del componente de efectos

La Figura 3 presenta un esquema con los métodos utilizados en los diferentes componentes de la evaluación y los resultados esperados.

COMPONENTES DE LA EVALUACIÓN	MÉTODO	RESULTADOS
Evaluación técnica de obra civil e hidráulica de las cisternas escolares	Revisión de los documentos del proyecto	Listado de los problemas e incidencias observados
	Visita de campo a 19 escuelas con cisternas escolares finalizadas para realizar una observación sistemática apoyada por un formulario de campo	Información sobre funcionamiento y uso de las bombas manuales
	Análisis de la solución estructural (SAP 2000)	Información sobre la tipología de soportado de la tubería a las cisternas
	1 prueba hidráulica a carga máxima	Recomendaciones para mejorar la obra civil e hidráulica
	1 grupo focal de “pedreiros”	
Análisis de la calidad del agua suministrada por las cisternas escolares	Revisión bibliográfica	Analizada la procedencia del agua de las cisternas escolares
	Observación participante en 8 escuelas con cisternas escolares finalizadas	Diagnóstico de la calidad del agua suministrada por las cisternas escolares
	Análisis físicos, químicos y bacteriológicos del agua en 8 escuelas con cisternas escolares	Análisis de los factores influyentes en la calidad del agua suministrada por las cisternas escolares
Evaluación de los efectos de las cisternas escolares sobre las condiciones de vida de la comunidad escolar	Aplicación de 108 cuestionarios para la elaboración de estudio de Línea de Base con informaciones de las 108 escuelas	Identificadas las condiciones existentes en las escuelas antes de la llegada del proyecto
	Observación participante en 57 escuelas (con y sin cisternas escolares) y en 2 capacitaciones a la comunidad escolar	Identificadas las relaciones existentes entre los efectos del proyecto
	Recogida detallada de información en 9 escuelas con cisternas escolares: - Realización de 36 entrevistas semi-estructuradas - Aplicación de 36 cuestionarios de valoración por indicadores - Aplicación de 36 cuestionarios de valoración global del proyecto - Realización de 4 grupos focales	Evaluados los principales cambios en el las condiciones de vida de la comunidad escolar y analizada la relevancia de los cambios.
	Realización de 4 entrevistas semi-estructuradas con representantes de las secretarías de educación	Identificados aspectos que pueden estar favoreciendo o limitando un mayor avance en las condiciones de vida de la comunidad escolar.
	Análisis cualitativo de las entrevistas y grupos focales con el programa constructor de teoría Atlas.ti	Valorados los efectos del proyecto en función de las percepciones de los beneficiarios
	Triangulación de toda la información	Establecidas recomendaciones para mejorar los efectos de las cisternas escolares sobre las condiciones de vida de la comunidad escolar

Figura 3. Lógica de la metodología de evaluación

Los siguientes apartados detallan los métodos llevados a cabo en el marco de cada uno de los tres componentes de la evaluación.

3.3.1. Metodología para la evaluación técnica de las infraestructuras

La evaluación técnica de las infraestructuras se ha llevado a cabo en cinco fases consecutivas tal y como se presenta en siguiente figura.

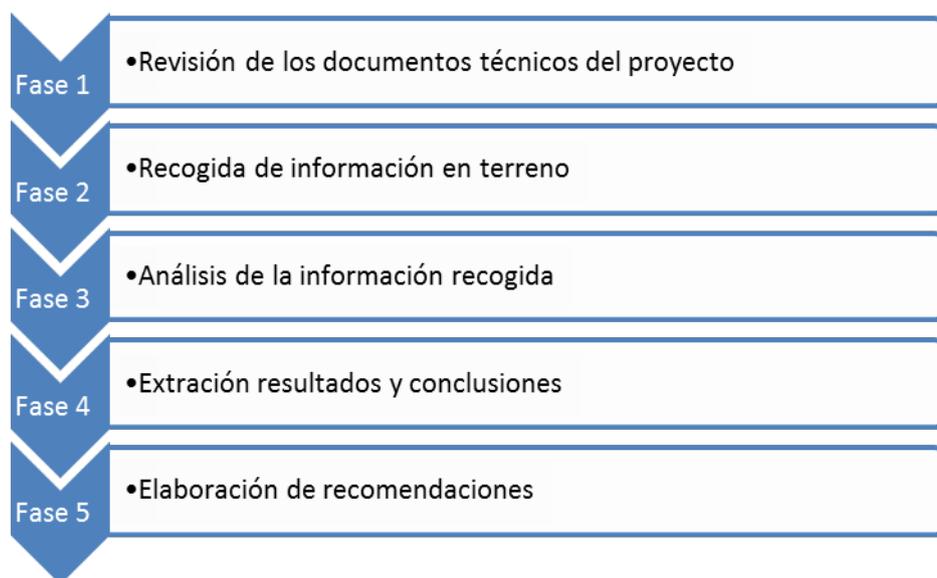


Figura 4. Fases de la evaluación técnica de las infraestructuras

Durante la **fase 1 de revisión documental**, se revisó en detalle el documento “*Projeto básico agua para educar em Comunidades escolares da Região do Ipanema-Alagoas-Brasil*” proporcionado por CONDRI (ver Anexo 2). En este documento se establecen las bases del proyecto, las metas y actividades para su consecución, las especificaciones técnicas y el presupuesto. El objetivo de su revisión es comprobar si se cumplen las especificaciones de aquellos aspectos relacionados con la construcción de los sistemas, así como estudiar su idoneidad, tanto globalmente como en detalle.

Por su parte, la **fase 2 de recogida de información en terreno** abarcó diferentes actividades que se describen a continuación.

- Observación técnica durante la construcción de las cisternas.
- Identificación mediante formulario de campo (ver Anexo 3) de posibles incidencias o problemas en cada una de las 19 infraestructuras construidas.
- Una prueba hidráulica a carga máxima. Esta actividad consiste en llenar la cisterna hasta su capacidad máxima (52 m³) y medir en 24 horas un posible descenso en el nivel del agua provocado por fugas.
- Un grupo focal con los *pedreiros*⁴. 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. Con el objetivo de tener opiniones de diferentes actores, el grupo focal se organizó con la participación de 4 *pedreiros* y 2 jefes *pedreiros* de dos cuadrillas diferentes (en el Anexo 4 se puede ver los materiales utilizados para llevar a cabo este grupo focal).

⁴ *Pedreiro* es el nombre por el que se conoce a los albañiles en Brasil

- Para realizar estas actividades, es importante destacar que 2 miembros del equipo de evaluación estuvieron viviendo en la zona del proyecto durante 6 meses. Además, se realizaron tres viajes desde Madrid de otros de los integrantes del equipo.

La **fase 3 de análisis de la información recogida** incluyó un análisis cualitativo, un análisis estructural del depósito de las cisternas (para lo cual se modelizó el mismo 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.

La **fase 4 de extraer resultados y conclusiones**, se ha organizado 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.

Por último, la **fase 5 de recomendaciones** también se estructura en torno a los mismos tres aspectos de la fase 4, y consiste en elaborar una serie de propuestas concretas para dar respuesta a las debilidades constructivas más significativas identificadas durante la evaluación.

3.3.2. Metodología para el análisis de la calidad del agua

En coherencia con el plan de trabajo propuesto, el análisis de la calidad del agua 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 siendo suministrada por las cisternas escolares en el que se tengan en cuenta 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 5 se pueden ver las distintas fases y herramientas utilizadas para la consecución de estos objetivos.

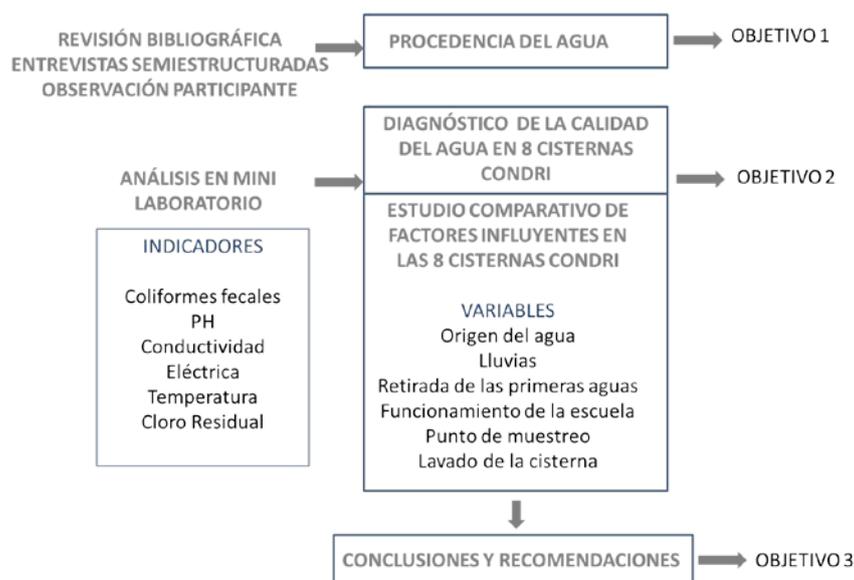


Figura 5. Esquema secuencial de la Metodología de calidad del agua para la consecución de los objetivos propuestos

Así, en primer lugar se llevó a cabo una **fase de revisión bibliográfica** de diferentes estudios enfocados en analizar los factores que pueden influir, determinar o modificar la calidad del agua en cisternas de captación de agua lluvia. Especialmente se analizaron aquellos informes realizados en el semiárido brasileño, con el objetivo de identificar los factores más relevantes y de esta forma tenerlos en cuenta durante las etapas de recogida y análisis de la información primaria.

A continuación, se realizó la **recogida de información en terreno**. Esta recogida de información primaria se llevó a cabo a través de diferentes actividades tal y como se describe a continuación:

- Observación participante en las 19 escuelas con cisternas construidas a través de visitas periódicas para identificar la procedencia del agua de las cisternas y el tratamiento empleado para el consumo del agua.
- Entrevistas semiestructuradas con el gerente de la CASAL en Santana de Ipanema, funcionarios de las *Secretarias de Educação* (Canapí, Carneiros y Major Isidoro) y *Secretaria de Saúde* en Major Isidoro.
- Recogida periódica de muestras de agua y medición de parámetros básicos de calidad del agua.

Para cada cisterna en la que se analizó el agua, la recogida de muestras de agua 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 4 sólo se han tenido en cuenta para el estudio 135 muestras de 8 escuelas, que son las que cumplían con unos criterios mínimos para garantizar la relevancia de los resultados.

ESCUELAS CON CISTERNA CONDRI ESTUDIADAS	MUESTRAS DE AGUA RECOGIDAS		
	TOTAL* ¹	PUNTO DE RECOGIDA DE LA MUESTRA* ²	
		CISTERNA CONDRI	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
Suma	135	83	49

*1 El número de muestras analizadas difiere entre las escuelas porque en varias de las visitas no se pudo coger muestras por estar la cisterna inoperativa. En concreto, las cisternas de Povoado Pedrão y Sítio Gato tuvieron que ser vaciadas para ser arregladas por fugas y varias de las otras cisternas fueron lavadas durante parte del tiempo del periodo de monitoreo.

*2 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 no 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.

Tabla 4. Resumen del número de muestras analizadas

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 (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, para que una muestra sea considerada como representativa 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 cómo el equipo evaluador tomó en cuenta 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 de **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 da 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 punto de partida las frecuencias de muestreo elegidas el marco de otros estudios similares (Tavares, 2009; Ventura de Silva, 2006; Alves, 2012; Cleide, 2001; Brito & Proto, 2005). Así se vio que la mayoría de los estudios seleccionaban frecuencias de entre dos semanas y un mes; y se decidió recoger las muestras cada **dos semanas** para ser lo más conservadores posible.
- **Número de sitios muestreados.** El número de sitios muestreados ha venido limitado por el resto de factores. Aunque se comenzó la evaluación tomando muestras de todas las cisternas construidas, finalmente se seleccionaron **8 escuelas** para llevar a cabo este componente del estudio (ver Tabla 4), ya que fueron las únicas en la que se pudo mantener una frecuencia de muestreo apropiada.
- **Técnicas de captación de la muestra.** Este factor hace referencia a la necesidad de que la técnica de captación de la muestra sea representativa de la manera en la que los usuarios extraen el agua. Así, en las escuelas se han **utilizado técnicas de captación diferentes dependiendo de cómo los beneficiarios extraían el agua de la cisterna**. De esta forma, en aquellas escuelas que utilizaban la bomba, esta se ha utilizado también para recoger la muestra; mientras que en aquellas 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 hubiera sido idea haber recogida muestras de la temporada de lluvia 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”⁵).
- **Punto de recogida de la muestra.** Tal y como se puede ver en la Tabla 4, se recogieron muestras en dos puntos diferentes para cada cisterna estudiada. Uno de estos puntos

⁵ Lluvias fuertes pero aisladas

es en la misma cisterna, y el otro punto es justo en el vaso antes de que el agua sea consumida.

Una vez recogidas las muestras y el resto de información primaria en terreno, se procedió al **análisis de la información recogida**.

La información secundaria, junto con la recogida a través de la observación participante y las entrevistas, se analizó de manera cualitativa.

Por otro lado, con las muestras de agua recogidas se procedió en primer lugar a **medir los parámetros básicos de calidad del agua**. 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**, cuyos recursos e instalaciones son menores que los laboratorios convencionales.

Según la OMS estos parámetros son: **coliformes termotolerantes, cloro residual, pH y turbidez**. Para completar en análisis, el equipo evaluador decidió medir también la **conductividad eléctrica y la temperatura**.

En la Tabla 5 se presentan los valores aceptados para cada uno de estos parámetros por la OMS y por la legislación brasileña.

PARÁMETRO	PORTARÍA Nº2914/2011	OMS (WHO 2011)
Coliformes fecales (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

Tabla 5. Valores aceptados por la legislación brasileña y la OMS

Es importante tener en cuenta que algunas de estas propiedades se deben medir en campo, *in situ*, de modo que se evita 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 tal y como se puede ver en la Figura 6 (a).

Por otro lado, la medición de los coliformes fecales requiere de más tiempo y necesita de red eléctrica, por lo que el equipo evaluador decidió instalar un mini-laboratorio en Santana de Ipanema, tal y como se puede ver en la Figura 6 (b).



Figura 6. Medición de: (a) -parámetros físico-químicos in-situ y (b)- coliformes fecales en mini laboratorio.

A continuación, se describen brevemente las técnicas utilizadas para la medición de los parámetros del estudio y sus valores de aceptabilidad. El equipo utilizado para llevar a cabo las mediciones tanto *in situ* como en laboratorio fue el medidor multiparamétrico Hanna instruments HI 98129, el kit portátil comercial Wagtech, y una incubadora autoconstruida en el laboratorio de Hidráulica Aplicada al Desarrollo de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la UPM.

- **pH**

Los valores de pH miden la intensidad de la acidez y la alcalinidad del agua. 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 calomel que proporciona un voltaje estable y constante. Este electrodo se compara con el voltaje de vidrio selectivo.

De manera directa el valor del pH 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 con 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.

- **Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica (CE) es la medida de la capacidad del agua para pasar una corriente eléctrica y está afectada por la presencia de sólidos disueltos iónicos en disolución. Para medir la conductividad eléctrica en las muestras recogidas se ha utilizado el medidor multiparamétrico HI 98129 de la marca Hanna.

La conductividad eléctrica es un parámetro importante ya que cambios de conductividad puede indicar la presencia de contaminación. La conductividad de agua superficial es normalmente inferior a $1.500 \mu\text{S}/\text{cm}$. En la práctica, problemas de aceptación de los consumidores aparecen por encima de **1.400 mS/cm**, pero este factor depende mucho de los hábitos de la población.

- **Cloro residual**

El contenido de cloro residual (CR) en una muestra nos dice si el agua ha sido tratada adecuadamente por cloración. Por tanto, resulta pertinente medir el cloro residual ya que en Alagoas el tratamiento del agua se realiza únicamente por cloración. La medición del CR se realizó con el comparador visual de Wagtech WAG-WE10195.

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 CRL 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 (Organización Panamericana de la Salud, 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 mg/l de CR (a pH menor de 8)**.

- **Turbidez**

La turbidez del agua se debe a 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. La turbidez se ha medido en un tubo llamado turbidímetro.

Altos valores de turbidez, esto es mayor de **5 NTU** (unidad nefelométrica de turbidez) necesitan más cloración, ya que los patógenos están más protegidos de la oxidación

- **Temperatura**

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

- **Coliformes termotolerantes**

El grupo de bacterias coliformes está conformado por dos subgrupos: los coliformes totales y los fecales o termotolerantes por resistir temperaturas termófilas (44,5°C). En el grupo de los coliformes fecales 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 animales de sangre caliente y comprende casi el 95% de los coliformes en las heces.

La medición de los coliformes termotolerantes, se realizó por el **método de filtración de membrana** y desarrollo de colonias de bacterias en agar lauril sulfato de laboratorios CONDA, un medio favorable, aceptado y homologado dentro de los *“Standars Methods for the Examination of Water and Wastewater”* (American Water Works Association, 2000). Este análisis es hasta la fecha la fecha el más utilizado en campo.

Tal y como se puede ver en la Tabla 5, tanto según la legislación brasileña como según la OMS debe cumplirse la ausencia de *E. Coli* o coliformes fecales.

Una vez medidos los parámetros básicos, se procedió a la **fase de análisis de los datos obtenidos a través de estas mediciones**. Para ello, y en función de la información recogida durante la revisión bibliográfica (la cual se será presentada en detalle en el epígrafe 4.2.1), se tuvieron en cuenta las siguientes **variables de estudio**.

- **Origen**

Se comparan muestras de agua por procedencia del agua de las 8 cisternas analizadas. Tal y como se puede ver en la Tabla 6, la procedencia del agua puede ser **sólo de agua de lluvia o mezcladas de camión cisterna y agua de lluvia**. No obstante también se encontró que a veces el agua de la cisterna era sólo de camión cisterna, ya que eran cisternas muy recientes y aún no había llovido.

COMUNIDAD ESCOLAR	ORIGEN DEL AGUA SUMINISTRADA EN LAS CISTERNAS*1
Sítio Cajarama	Lluvia
Sítio Riachão	Lluvia y camión cisterna*2
Lagoa dos Cágados	Lluvia y camión cisterna*2
Sítio Bezerra	Lluvia y camión cisterna*2
Povoado Pedrão	Lluvia y camión cisterna*2
Sítio Gato	Lluvia y camión cisterna*2
Sítio Poços	Lluvia
Cova do Casado	Lluvia y camión cisterna*2

*1 Obsérvese que el muestreo se refiere al agua sólo de las cisternas y ninguna de ellas contenía agua canalizada, por tanto, no existe este tipo de origen de agua.

*2 En estas cisternas el agua no siempre era de lluvia y camión cisterna, siendo solo de camión cisterna hasta la llegada de las lluvias.

Tabla 6. Origen del agua en de las 8 cisternas monitoreadas

- **Existencia de lluvias**

En relación a la existencia de lluvias, se llevaron a cabo dos análisis diferentes. En primer lugar una comparación de los resultados de los **muestreos por cada día de análisis** y las lluvias ocurridas en dicho período. Por otro lado, una comparación con el **tiempo transcurrido desde cada lluvia** hasta que se hizo el 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**

Se comparó aquellas escuelas donde se **desviaba las primeras aguas** con aquellas que no lo hacía nunca, y aquellas que lo hacían “a veces” para ver la eficacia de esta medida de prevención en la mejora de la calidad del agua (ver Tabla 7).

COMUNIDAD ESCOLAR	RETIRADA DE LAS PRIMERAS AGUAS
Sítio Cajarama	A veces
Sítio Riachão	No
Lagoa dos Cágados	Si
Sítio Bezerra	Si
Povoado Pedrão	No
Sítio Gato	No
Sítio Poços	A veces
Cova do Casado	A veces

Tabla 7. Frecuencia de retirada de las primeras aguas en las escuelas estudiadas

- **Funcionamiento de la escuela**

Se comparó en las 8 escuelas 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**

Se comparó la calidad del agua **desde su lugar de almacenamiento (la cisterna) hasta su punto de consumo (el vaso)**, para identificar si el agua se estaba contaminando por el camino o si por el contrario se estaba viendo mejorada por el tratamiento. En la Tabla 4 se presenta el número de muestras que se tomaron en cada uno de los dos puntos de muestreo por escuela.

- **Lavado de la cisternas**

Se comparó el pH de las muestras procedentes de cisternas lavadas con aquellas muestras pertenecientes a cisternas que en determinados momentos no estaban bien lavadas, como por ejemplo después de haberse arreglado la solera por fugas. Esto variable se tuvo en cuenta para poder ver la **diferencia en pH de cisternas lavadas y no lavadas adecuadamente**, puesto que las cisternas ya de por sí se caracterizan por tener un pH elevado debido a la disolución de compuestos del cemento (Ventura da Silva, 2006) que el pH es una variable limitadora de la eficiencia de la cloración y resulta pertinente estudiar la evolución del pH con el lavado, ya que seguirá siendo elevado

Con la información analizada, se dio paso a la última fase de la metodología del análisis de la calidad del agua, que consistió en la **extracción de resultados, redacción de conclusiones y la elaboración de recomendaciones**.

3.3.3. Metodología para la evaluación de las mejoras en las condiciones de vida de la comunidad escolar

La metodología para la evaluación de las mejoras en las condiciones de vida de la comunidad escolar consta de siete fases diferenciadas (ver Figura 7): i) una fase inicial en la que se elabora la línea de base del proyecto; ii) una fase de delimitación de los efectos a ser evaluados; iii) una fase de selección de las dos herramientas utilizadas para evaluar los indicadores definidos; iv) una fase de recogida de información realizada a través de entrevistas, grupos focales y cuestionarios; v) una fase de análisis de la información recogida; y vi) una fase de triangulación de resultados y elaboración de conclusiones.

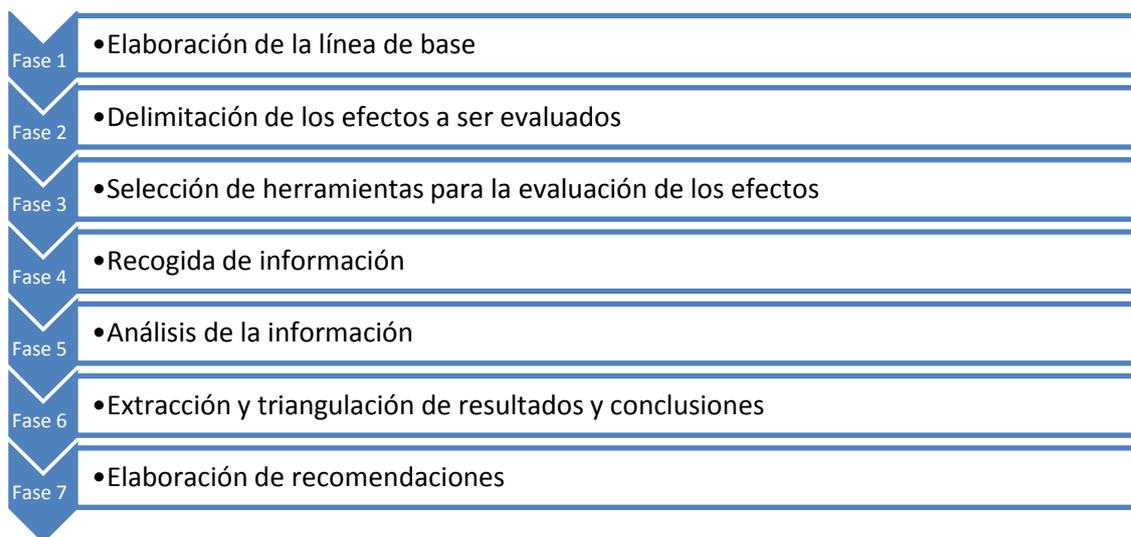


Figura 7. Fases de la evaluación técnica de las infraestructuras

La **fase 1** consistió en la *caracterización de los 13 municipios beneficiados* por la construcción de las cisternas escolares a partir de fuentes secundarias relevantes, y en la realización de un diagnóstico sobre la situación en la que se encontraban las comunidades escolares de las 108 escuelas beneficiarias. Para llevar a cabo este diagnóstico, el equipo evaluador realizó 4 grupos focales y aplicó un cuestionario a un representante de todas las escuelas beneficiarias (para lo que contó con el apoyo de CONDRI). El resultado de esta primera fase es un Informe de Línea de Base⁶.

Durante la **fase 2**, se utilizó la información recogida en la línea de base para clarificar el *esquema general de la evaluación de las mejoras* sobre las condiciones de vida; o lo que es lo mismo para definir las dimensiones de la evaluación.

En primer lugar, la evaluación debía permitir medir los principales cambios en el las condiciones de vida de la comunidad escolar. En segundo lugar, el análisis debía mostrar la relevancia de los cambios. Igualmente, un tercer foco de atención vendría dado por la identificación de qué aspectos pueden estar favoreciendo o limitando un mayor avance.

Para facilitar el cumplimiento de estos tres objetivos, se definió una lógica de efectos que permite entender las relaciones entre los distintos potenciales efectos del proyecto.

⁶ Este informe de Línea de Base se corresponde con el producto 3 del Termo de Parceria 012/2013.

Como parte de esta lógica, se clasificaron los efectos esperados del proyecto en tres grupos: i) efectos directos, que son consecuencia directa de las tres tareas o actividades básicas de las que consta el proyecto (la construcción de cisternas de captación de agua de lluvia; la realización de capacitaciones de la comunidad escolar; y la formación de consejos gestores del agua la ejecución 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 8 muestra el esquema que ha permitido estructurar la evaluación.

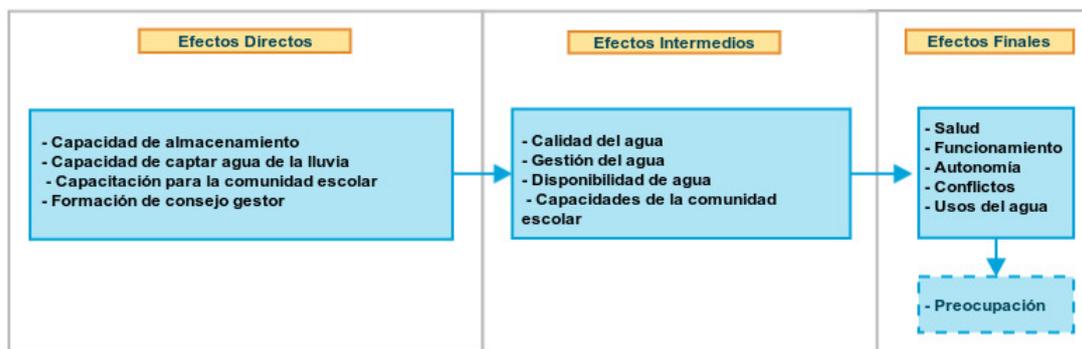


Figura 8. Esquema de la lógica de los efectos del proyecto

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

	EFFECTOS	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 las capacidades de la comunidad escolar	Efectos en las capacidades para cuidar y gestionar el agua de los miembros de las comunidades escolares.
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 hídras 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.

Tabla 8. Descripción de los efectos del proyecto

En base al esquema de la Figura 8, se puede ver cómo la importancia de los efectos directos e intermedios es crucial, puesto que al ser la causa de los efectos finales, las limitaciones para alcanzar su máximo potencial se traducen en limitaciones para alcanzar el máximo potencial del resto de efectos del proyecto. Por tanto, durante las **fases 3, 4 y 5** de *selección de herramientas para la evaluación de los efectos y de recogida y análisis de información*, se tuvo en cuenta la necesidad de abarcar las diferentes relaciones entre dichos efectos.

Tal y como se ha explicado anteriormente, en el diseño inicial de la evaluación se pretendía medir el impacto del proyecto, por lo que las fases 3, 4 y 5 estuvieron originalmente pensadas para adaptarse a los requerimientos de una evaluación de impacto. Adicionalmente, como no se esperaba poder evaluar todos los potenciales efectos del proyecto a través de la evaluación de impacto, se planteó llevar a cabo una evaluación más cualitativa que complementara la evaluación de impacto.

Finalmente, las limitaciones temporales resultantes del retraso de las construcciones por parte de CONDRI, implicaron la necesidad de definir una evaluación basada mayoritariamente en herramientas cualitativas. Sin embargo, con la intención de aprovechar las herramientas generadas para llevar a cabo la evaluación de impacto, también se decidió mantener una parte de la metodología basada en herramientas cuantitativas.

A continuación se van a describir por separado las fases 2, 3, 4 y 5 diseñadas para llevar a cabo por un lado la evaluación cualitativa y por otro lado la cuantitativa. Las **fases 6 y 7** (de *triangulación de resultados y extracción de resultados y conclusiones*) son comunes para la parte cualitativa y cuantitativa de la evaluación y se presentarán en detalle en los apartados 4, 5 y 6 del presente documento.

3.3.3.1. Metodología de análisis cualitativo

La Figura 9 presenta el esquema general de las fases de la metodología cualitativa utilizada para evaluar las mejoras en las condiciones de vida de las comunidades escolares. A continuación se detalla cada una de ellas.

- **Delimitación de los efectos a ser evaluados (o definición de categorías de análisis)**

La flexibilidad de la metodología cualitativa, permite evaluar todos los potenciales efectos identificados para el proyecto (Figura 8 y Tabla 8) y las relaciones entre ellos.

Tal y como se presenta en la Figura 9, una vez definidos los potenciales efectos a ser evaluados, el siguiente paso fue el establecimiento de una serie de categorías genéricas y de los indicadores que nos permitieran evaluar dichas categorías.

Las categorías establecidas están en relación con los efectos finales esperados (salud, funcionamiento, autonomía, conflictos, preocupación y usos del agua) –ver Tabla 9- y también con dos de los efectos intermedios: las capacidades de la comunidad escolar –ver Tabla 10-. De este modo, toda la recogida de información para evaluar los efectos del proyecto, se estructurará en torno a 8 categorías y 17 indicadores.

CATEGORÍA	INDICADORES	ESCENARIOS
Salud	- Incidencia de enfermedades hídricas en la comunidad escolar	-1 = Aumenta, 0 = no varía, 1 = disminuye poco, 2 = disminuye mucho
Funcionamiento de la escuela	- Días que la escuela tiene que cerrar por falta de agua. - Veces que la escuela se ve obligada a terminar las aulas antes de tiempo por falta de agua. - Veces que la escuela no puede proporcionar comida a los alumnos por falta de agua. - Veces que la comida que ofrece la escuela se ve condicionada por la falta de agua.	-1 = Aumenta, 0 = no varía, 1 = disminuye poco, 2 = disminuye mucho
	- Percepciones sobre la higiene en la escuela	-1 = Empeora, 0 = no varía, 1 = mejora un poco, 2 = mejora mucho
Autonomía de la escuela	- Veces que acude el camión cisterna para suministrar agua - Veces que tienen que recurrir a la alcaldía para abastecer la escuela con agua - Veces que tienen que recurrir a los vecinos para abastecer la escuela con agua	-1 = Aumenta, 0 = no varía, 1 = disminuye poco, 2 = disminuye mucho
Conflictos	- Conflictos de la escuela con la comunidad debidos al agua.	-1 = Aumenta, 0 = no varía, 1 = disminuye poco, 2 = disminuye mucho
Preocupación	- Preocupación que la comunidad escolar siente debido al agua.	-1 = Aumenta, 0 = no varía, 1 = disminuye poco, 2 = disminuye mucho
Usos del agua en la escuela	- Diversidad de los usos del agua en la escuela	- 1 = Disminuye, 0 = no varía, 1 = aumenta un poco, 2 = aumenta un poco

Tabla 9. Indicadores de efectos finales

De entre los diferentes efectos intermedios, se decidió seleccionar la calidad del agua y las capacidades de la comunidad escolar como categorías por ser aspectos relevantes a todos los componentes de la evaluación.

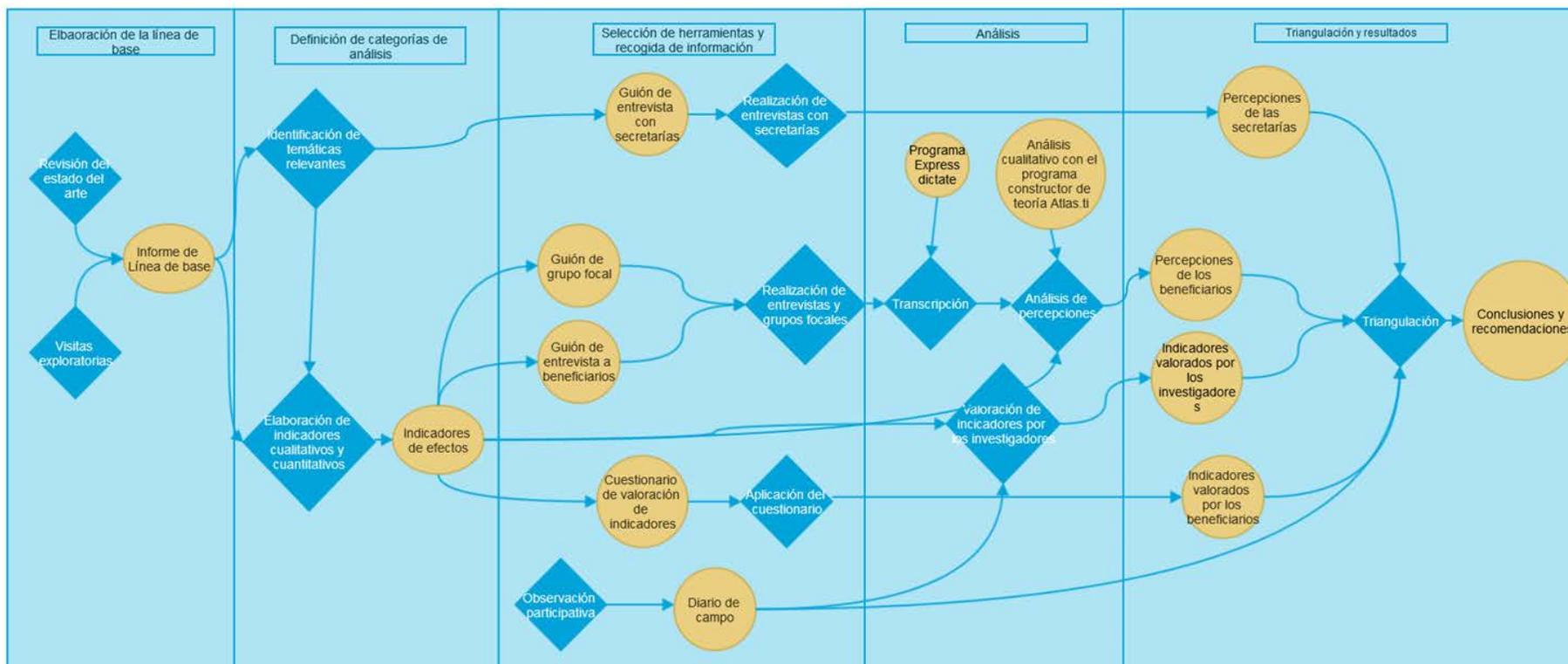


Figura 9. Lógica de la metodología de evaluación cualitativa de los efectos del proyecto

CATEGORÍA	INDICADORES	ESCENARIOS
Calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> - El sabor del agua que se consume en la escuela - El color del agua que se consume en la escuela - El olor del agua que se consume en la escuela 	- 1 = Empeora, 0 = no varía, 1 = mejora un poco, 2 = mejora mucho
Capacidades de la comunidad escolar	<ul style="list-style-type: none"> - Las capacidades de la comunidad escolar para cuidar el agua de la cisterna - Las capacidades de la comunidad escolar para el mantenimiento de la cisterna 	- 1 = Empeora, 0 = no varía, 1 = mejora un poco, 2 = mejora mucho

Tabla 10. Indicadores de efectos intermedios para la evaluación cualitativa

Adicionalmente a estas 8 categorías basadas en los potenciales efectos del proyecto, se definieron otras 3 categorías, que tienen el propósito de recoger información sobre la involucración de los beneficiarios, el mantenimiento del proyecto y la gestión del agua en las escuelas (ver Tabla 11). Estas informaciones fueron identificadas como relevantes, complementarias y necesarias para ser tenidas en cuenta dentro del propósito de la investigación.

Al tratarse de indicadores cualitativos, destinados a recoger información y no a valorar efectos, no se consideró necesario establecer escenarios numéricos.

CATEGORÍA	INDICADOR
Involucrar a la comunidad escolar	<ul style="list-style-type: none"> - La comunidad escolar ha sido adecuadamente informada sobre el proyecto antes de su ejecución - Se tiene en cuenta la opinión de la comunidad escolar en la toma de decisiones que afectan al proyecto
Modelos de gestión del agua	<ul style="list-style-type: none"> - Formación de consejo gestor - Cantidad de agua que se usa en la escuela por cada uso - Procedimientos de control y cuidado del agua de las cisternas - Procedimientos para abastecer de agua las cisternas
Mantenimiento del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Responsabilidades y procedimientos de limpieza de la cisterna - Responsabilidades y procedimientos de mantenimiento de las infraestructuras de la cisterna - Responsabilidades y procedimientos de mantenimiento de la bomba

Tabla 11. Indicadores para recoger información complementaria

Una vez seleccionados las categorías de análisis y los indicadores se dio paso a la fase de selección de herramientas y recogida de información.

• Selección de herramientas y recogida de información

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

- Se realizó **observación participante en 57 de las escuelas beneficiarias del proyecto** (consideradas como representativas del universo total de las 108 escuelas y seleccionadas en base al criterio de 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 las 9 escuelas** que cumplían con los siguientes requisitos hasta el 14 de marzo de 2014: 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 pudieran familiarizarse e identificar los primeros efectos positivos y negativos del proyecto;
- Se realizaron **entrevistas semiestructuradas con 4 representantes de las alcaldías**.

El análisis en profundidad de las 9 escuelas, se llevó a cabo a través de **entrevistas semiestructuradas, cuestionarios de valoración y grupos focales**. En total se realizaron 36 entrevistas, 36 cuestionarios de valoración y 4 grupos focales 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 actores que participan en las entrevistas y 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 (ver Tabla 12).

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.

Tabla 12. Grupos de actores

Para cada una de las escuelas, fue entrevistado un representante de cada uno de los grupos. El guion de entrevista (ver Anexo 5) fue redactado con el objetivo de cubrir las 11 categorías de efectos (6 de efectos finales, 2 de efectos intermedios y 3 de información complementaria) definidas para la evaluación del proyecto (ver Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11).

Además de realizar la entrevista, se le solicitó a cada uno de estos 36 actores entrevistados que rellenasen un cuestionario (ver Anexo 6) diseñado con la finalidad de:

- Valorar directamente cada uno de los 17 indicadores de efectos del proyecto (Ver Tabla 9 y Tabla 10)
- Valorar directamente la globalidad de los efectos del proyecto.

Ambas valoraciones se hicieron en base a los escenarios planteados en la Tabla 9 y Tabla 10, los cuales oscilan entre -1 (efecto del proyecto negativo) y +2 (efecto del proyecto muy positivo).

Por otro lado, se decidió organizar los grupos focales por grupos de actores, juntando así actores de diferentes escuelas en un mismo grupo focal. Finalmente se llevaron a cabo 4 grupos focales uno con cada grupo de actores. Para facilitar los grupos focales se utilizó un guion (ver Anexo 7) el cual, que de forma similar al guion de entrevistas en profundidad, fue diseñado para obtener información y poder valorar las 11 categorías elaboradas previamente.

En relación a las entrevistas con los representantes de las alcaldías, se incluyeron en el estudio con el objetivo de considerar su perspectiva y valorar su participación, involucración y nivel de compromiso. Para ello, se realizaron 4 entrevistas con representantes de las alcaldías que hubieran participado con el proyecto. En el Anexo 8 se muestra el guion utilizado en la realización de estas entrevistas.

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

- **Análisis de la información recogida**

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, y una vez transcritas todas las entrevistas y grupos focales se incorporaron a una unidad hermenéutica de Atlas.ti, para ser codificadas y analizadas gracias al software. La codificación fue deductiva y utilizó como lista de códigos las mismas categorías que las utilizadas al definir los indicadores (ver Tabla 9 y Tabla 10). En la Tabla 13 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.

CÓDIGO	DEFINICIÓN
1_1 SALUD	Efectos del proyecto sobre la salud de la comunidad escolar
1_2 FUNCIONAMIENTO DE LA ESCUELA	Efectos del proyecto sobre el funcionamiento de la escuela
1_3 AUTONOMIA DE LA ESCUELA	Efectos del proyecto sobre la autonomía e independencia de la escuela
1_4 CONFLICTOS CON LA	Efectos del proyecto sobre conflictos con la comunidad debidos al

COMUNIDAD	agua
1_5 PREOCUPACIÓN	Efectos del proyecto sobre la preocupación por la falta de agua que sufre la comunidad escolar
1_6 USOS DEL AGUA EN LAS ESCUELAS	Efectos del proyecto sobre los usos del agua en la escuela y en el aumento en la diversidad de usos del agua
2_1 CALIDAD DEL AGUA	Efectos del proyecto sobre la calidad del agua de la que disponen en la escuela
2_2 CAPACIDADES DE LA COMUNIDAD ESCOLAR	Efectos del proyecto sobre las capacidades de la comunidad escolar

Tabla 13. Lista de códigos de efectos empleada en la codificación deductiva

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 identificados 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 y con los resultados del estudio de caso múltiple del análisis cualitativo para extraer los resultados y conclusiones del estudio.

3.3.3.2. Metodología de análisis cuantitativo

Frente a la imposibilidad de evaluar el impacto del proyecto de cisternas escolares aplicando la metodología de evaluación de impacto inicialmente propuesta, se optó por una metodología de estudio de caso múltiple, igualmente orientada a identificar las diferencias entre las escuelas en las que se construye una cisterna y en las que no. Aunque el resultado de estudio de caso no tiene representatividad estadística, proporciona un análisis en profundidad de un fenómeno en un contexto determinado, y resulta apropiada para describir, explicar, predecir o controlar los procesos asociados a dicho fenómeno, ya sea a nivel individual, de grupo u organizacional (Woodside, A. G. y Wilson, E. J. 2003).

• Delimitación de los efectos a ser evaluados

Este estudio de caso múltiple consistió en el monitoreo de los tres indicadores de corto plazo que ya se habían diseñado inicialmente cuando se planteó la metodología para llevar a cabo la evaluación de impacto. Estos indicadores son:

- Horas de funcionamiento del turno de mañana
- % de faltas de asistencia
- % de alumnos con síntomas de enfermedades hídricas

De esta forma, la evaluación cuantitativa puede complementar los resultados de la evaluación cualitativa para los efectos de funcionamiento y de salud.

- **Selección de herramientas y recogida de información**

Para la recogida de información cuantitativa en el estudio de caso múltiple, se seleccionaron 4 de las 9 nuevas escuelas evaluadas con la metodología cualitativa.

La selección de las escuelas se realizó con el propósito de que el estudio de caso permitiera identificar diferencias en las variables estudiadas que pudieran ser atribuidas o no a la construcción de las cisternas por el proyecto cisternas escolares. Para ello se buscaron escuelas beneficiarias con las mayores similitudes posibles: similar forma de abastecimiento de agua, similar comunicación con el centro urbano, mismo municipio, etc., pero en los cuales existieran escuelas con diferencias referentes a sus estructuras de almacenamiento de agua.

De esta forma se identificaron 4 escuelas en el municipio de Major Izidoro, dos de ellas con cisterna escolar del proyecto de cisternas escolares construida, una de ellas con una cisterna antigua y comunitaria, y una de ellas sin cisterna y con apenas un depósito de plástico de 5.000 litros como almacenamiento de agua (ver Tabla 14).

ESCUELA	COMUNIDAD	ESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA
E.M.E.F. Pedro José Gregorio	Cajarana	Escuela con cisterna escolar del proyecto cisternas escolares en la que la comunidad utiliza la bomba Carcará II y suele retirar la tubería de captación de agua de lluvia para evitar la contaminación producida por las primeras aguas.
E.M.E.F. Sílvio Amaral	Riachao dos Alexandres	Escuela con cisterna escolar del proyecto cisternas escolares en la que la comunidad no utiliza la bomba Carcará II y no retira la tubería de captación de agua de lluvia.
E.M.E.F. Manoel Leão de Oliveira	Nova Aparecida	Escuela con una cisterna antigua comunitaria sin captación de agua de lluvia.
E.M.E.F. Dom Vital	Tanquinhos	Escuela con un reservorio de 5.000 litros.

Tabla 14. Selección de escuelas para el estudio de caso

El monitoreo de los tres indicadores (únicamente para el turno matutino de las cuatro escuelas), se realizó sistemáticamente de lunes a viernes durante el periodo comprendido entre el 1 de Diciembre del 2013 y el 15 de Marzo del 2014 a través de llamadas telefónicas realizadas por parte del equipo evaluador a la profesora responsable en cada una de las escuelas.

- **Análisis de la información recogida**

Con los datos recogidos para cada uno de los tres indicadores, se compararán en primer lugar de manera descriptiva sus evoluciones temporales por escuela para evaluar si existe algún tipo de tendencia. A continuación, se llevará a cabo un análisis de la varianza (ANOVA) de estos indicadores entre las cuatro escuelas estudiadas para poder confirmar si realmente existen diferencias representativas debidas a la implementación de las cisternas escolares.

4. Resultados

4.1. Resultados de la evaluación técnica de 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 siendo implementada en las escuelas. En esencia el sistema consta de una canalización horizontal abierta, para la recogida del agua de lluvia captada en la cubierta, que es conducida mediante otras canalizaciones colectoras hasta el depósito de acumulación (una cisterna de 52 m³ 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, boca de hombre para entrada (ver Figura 10). De este depósito el agua es extraída mediante una bomba manual y una vez extraída es transportada hasta los puntos de consumo como bebederos, baldes (con o sin desinfección), cocinas y baños.

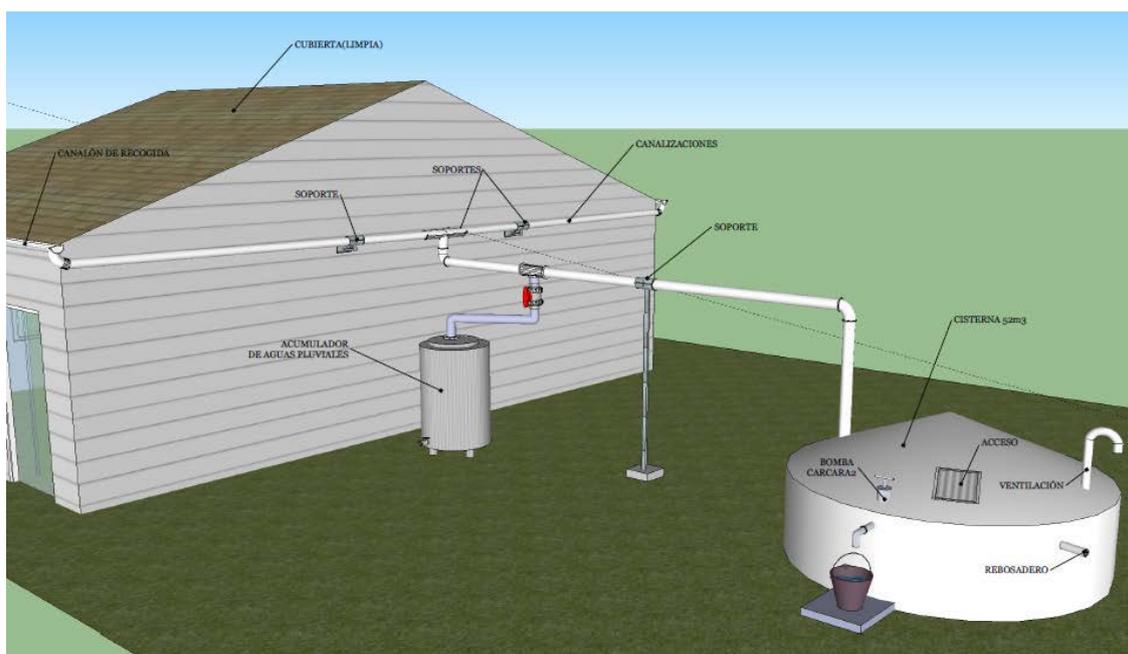


Figura 10. Esquema general del sistema de captación de agua de lluvia.

La infraestructura técnica del proyecto 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 este apartado se incluyen los resultados de la evaluación con relación a estos 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 analizarán otros elementos como la superficie de captación en los tejados y el resto del camino del agua hasta su consumo.

A la hora de interpretar los resultados extraídos de la evaluación de la obra civil e hidráulica, es importante tener presente que las infraestructuras implementadas por el proyecto son consideradas en Brasil “tecnologías sociales”⁷. En este sentido, se ha podido observar cómo realmente las tecnologías desarrolladas están sirviendo para dar respuesta a una necesidad que enfrentan las escuelas rurales del semiárido de Alagoas relacionada con la escasez del recurso hídrico en la zona. Además, la evaluación ha puesto de relevancia cómo estas tecnologías están sirviendo para reforzar las capacidades constructivas a nivel local, habiéndose podido constatar, por ejemplo, que tanto los canalones de todas las cisternas como las bombas manuales son construidos por personal local que ha encontrado, gracias al proyecto y a este tipo de tecnologías, una nueva manera de ganarse la vida. Este refuerzo de capacidades es consecuencia de la colaboración local 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.

Tal y como se presentó en el capítulo de metodología, para llevar a cabo la evaluación técnica de obra civil e hidráulica, se han visitado las 19 cisternas construidas a fecha de 14 de Marzo de 2014. La Tabla 15 presenta los principales problemas o incidencias encontrados en dichas escuelas. El archivo fotográfico documentando estas incidencias se encuentra en el Anexo 9 del presente informe.

COMUNIDAD ESCOLAR	PROBLEMAS O INCIDENCIAS ENCONTRADAS EN LAS INFRAESTRUCTURAS	REPARACIÓN / RESPONSABLE (*)
Sítio Cajarama	Desprendimiento del hormigón entre la bomba y la cisterna	Sí / CONDRI
	Fisura en la unión entre la pared lateral-cubierta de la cisterna (Foto 1 del Anexo 9)	No procede
	Colocación inversa del plástico del tejado, color negro en el interior, la clase está muy oscura	No
Sítio Richãodos Alexandres	Sin hacer los orificios en la cisterna para poder instalar la bomba	Sí/CONDRI
	Fijación de la tubería de modo que no se puede retirar las primeras aguas.	Sí/CONDRI
	Incorrecta recogida del agua, pérdidas en las canalizaciones.	No
Sítio Lagoa dos Cágados	Se soltaron los tubos en la unión del codo de la bomba (Foto 2 del Anexo 9).	No
	No hay apoyo del muro entre la cisterna-escuela (peculiaridad específica de esta escuela) por asentamiento de la tierra después de las lluvias (Foto 3 del Anexo 9).	No

⁷ El concepto de tecnología social ha sido promovido desde grupos de investigación y diversos movimientos sociales brasileños para incorporar valores y criterios de diseño construidos socialmente y no por el sistema económico imperante. Aunque no existe una definición oficial sobre el concepto de TS, una de las definiciones más aceptadas es la de la Red de Tecnologías Sociales (RTS, 2010): *la TS 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.*

COMUNIDAD ESCOLAR	PROBLEMAS O INCIDENCIAS ENCONTRADAS EN LAS INFRAESTRUCTURAS	REPARACIÓN / RESPONSABLE (*)
	Caída del tubo inferior de la bomba.	Sí/CONDRI
	Desaparición del tubo superior de la bomba (Foto 4 del Anexo 9).	No
Sítio Bezerra	Desaparición T final de la bomba	Sí/CONDRI
Povoado Pedrão	Rotura del suelo de la cisterna durante la prueba hidráulica (Foto 5 del Anexo 9).	Sí/CONDRI
	Caída del soporte de la tubería vertical (Foto 6 del Anexo 9).	No
	Pendiente positiva en el rebosadero.	No
Sítio Gato	Pérdida de agua en la cisterna (a media altura).	Sí/CONDRI
	Sin hacer orificios de rebosadero.	No
	Canalizaciones conectadas a la parte del tejado sin reforma.	Si/CONDRI
	Caída del codo de la bomba.	Sí/CONDRI
	Caída del codo de la bomba de nuevo	No
Povoado Salgadinho	Sin hacer orificios de rebosadero, provocando la salida del agua por el orificio de conexión a tubería (Foto 7 del Anexo 9)	No
	Faltan algunas placas de la cubierta de la cisterna (Foto 8 del Anexo 9)	No procede
	Caída del tubo de la bomba (Foto 9 del Anexo 9)	No procede
Alto do Couró	No funciona la bomba (probablemente por problemas en válvulas)	No
Malhadinha	Rotura de dos placas de la cubierta durante la construcción (Foto 10 del Anexo 9)	Sí/CONDRI
	Sin recolocación de tierra durante 4 meses después de la construcción	No
Poço Salgado	No funciona la bomba, pierde agua (Fotos 11-a y b del Anexo 9)	No
	Rotura del codo de unión conexiones horizontales-verticales (Foto 12)	No
Logrador	Nidos de pardales en el tejado (Foto 13 del Anexo 9).	No
	Colocación de la tubería hasta casi el fondo de la cisterna, pudiendo remover el fango del fondo (Foto 14 del Anexo 9)	No
Baixa Grande	Caída de los soportes de la tubería horizontal (Foto 15 del Anexo 9)	No
	Rotura del codo de la tubería (Foto 16 del Anexo 9)	Sí/CONDRI

COMUNIDAD ESCOLAR	PROBLEMAS O INCIDENCIAS ENCONTRADAS EN LAS INFRAESTRUCTURAS	REPARACIÓN / RESPONSABLE (*)
	No funciona la bomba.	No
	No tiene rebosadero	Si/CONDRI
Bananeira	Recogida incorrecta del agua, se moja la pared (Foto 17 del Anexo 9).	No
Sítio Lagoa da Cobra	Rotura de varias viguetas durante la construcción (Foto 18 del Anexo 9)	Si/CONDRI
	Bomba no funciona (probablemente por problemas en válvulas).	No
	Sin recolocación de tierra durante dos meses después de la construcción (Foto 19 del Anexo 9).	Si/SECRETARÍA
Lage dos Canges	Cisterna desnivelada (Foto 20 del Anexo 9).	No
	Introducción de la pintura del tejado a la cisterna por canalizaciones (Foto 21 del Anexo 9)	No
Cova do Casado	La cisterna es de dimensiones más pequeñas (falta una hilera de placas laterales (h int=1,69 cm)	No
	Sin recolocación de la tierra después de 3 meses de la construcción	No
	Colocación inversa del plástico del tejado, color negro hacia dentro de modo que la clase está muy oscura (Foto 22 del Anexo 9)	No

(*) El hecho de que la evaluación se llevase a cabo durante la ejecución del proyecto ha permitido que algunas de las incidencias identificadas fueran reparadas. En esta columna se presenta si la incidencia ha sido o no reparada y el responsable de dicha reparación.

Tabla 15. Incidencias observadas en la obra civil e hidráulica por escuela

En relación a las incidencias presentadas en las infraestructuras de 13 de las 19 escuelas visitadas, es importante destacar que las visitas de evaluación se llevaron a cabo durante el momento de puesta en marcha del proyecto de cisternas escolares. Es normal que durante la puesta en marcha existan incidencias en un proyecto que posteriormente deberán 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.

A continuación, se discuten los principales resultados encontrados para los diferentes elementos de la infraestructura al triangular las informaciones extraídas utilizando los diferentes métodos presentados en la metodología.

4.1.1. Cisternas

Los depósitos de las cisternas son circulares de 5 m de diámetro y 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, aunque la profundidad enterrada no debería

superar nunca $1/3$ de la altura total del depósito para que no se inviertan los empujes resultantes al ser la densidad de las tierras (secas) aproximadamente el doble que la 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 11).

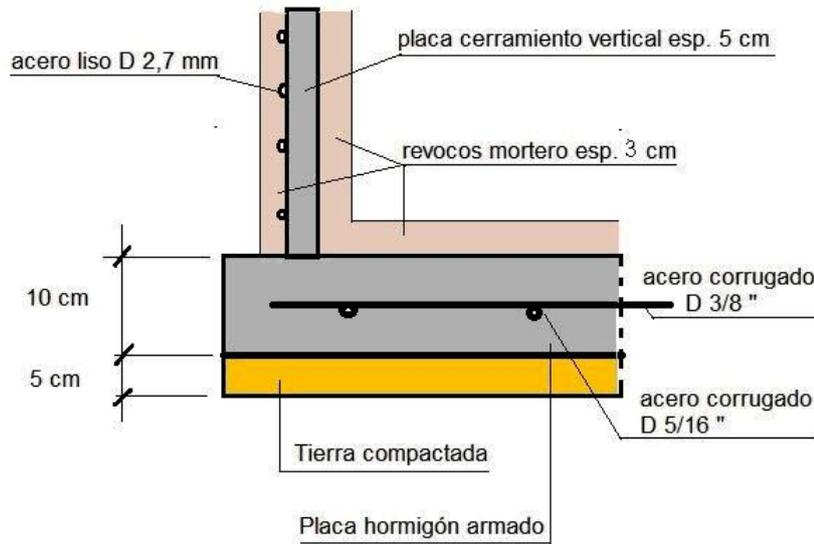


Figura 11. Detalle de la losa y arranque del muro de cerramiento lateral

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. 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.

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

La cubierta de la cisterna se realiza mediante travesaños de sección rectangular, con solo dos armaduras longitudinales y sin estribos. 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).

La cubrición del depósito se realiza con piezas también prefabricadas in situ, a modo de tejas, que apoyan en los anteriores travesaños. En todas las piezas fabricadas in situ no se ha observado que se vibre el hormigón para eliminar el aire interior formado en el fraguado.

Durante el período de monitoreo, se ha observado varios problemas con la resistencia de las placas y viguetas de hormigón, como por ejemplo; falta de placas en el interior de la cisterna o rotura de placas y viguetas en la cubierta (Fotos 8, 10 y 18 del Anexo 9). 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.

La prueba hidráulica realizada el 24 y 25 de octubre en la escuela de Povoado Pedrão conllevó a la rotura del suelo y a la pérdida completa del agua contenida. En la Foto 5 del Anexo 9 se observa el hundimiento de la tierra por el agua desprendida. Fue en esta cisterna donde se realizó los cursos de capacitación de *pedreiros*, resultando una cisterna con cierto grado de desnivel, hecho que puede explicar porque no soportó el peso del agua –existe otra cisterna desnivelada (Fotos 20 y 21 del Anexo 9)-. Aun así, otra de las cisternas también sufrió pérdidas a altura media del agua. Ambas fueron arregladas por CONDRI. Por otra parte, otras 3 cisternas fueron llenadas de agua de forma natural, por camión cisterna o agua canalizada, sin observarse rotura del suelo.

Se ha comprobado que las cisternas están enterradas menos de la mitad, con excepción de 2, frente a lo inicialmente planeado (entre mitad y 2/3 como se especifica en los documentos de CONDRI). Esta discrepancia puede ser debida a la dificultad de la excavación por aparición de rocas de gran tamaño en el subsuelo. Existen otros pequeños detalles en lo que se refiere a desviaciones en medidas, por ejemplo, la cisterna de Cova do Casado (Canapí) mide de altura interior 1,69 m en vez de 2,10 m, ya que tiene 4 hileras de placas en vez de 5.

Uno de los problemas más llamativos, 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 (Figura 12 (a)).



(a) -18/12/2013



(b)-27/02/2014

Figura 12. Fotos de cisternas acabadas: (a)-formación de un surco de agua por no recolocar la tierra y (b)-se observa un acabado diferente al resto de las cisternas.

Las incidencias observadas en las cisternas pueden deberse como dicen en el Sertão al “*pedreiro rápido*”. Teniendo en cuenta que el equipo de *pedreiros* cobra por cisterna construida, es a veces solo rentable si se emplea menos días y/o con menos *pedreiros* de los necesarios. Por eso, como afirmaban en el grupo focal, prefieren construir cisternas de primera agua (16 m³). Además de ello, las cisternas de 52 m³ son más difíciles de cubrir. A todo ello, hay que añadirle los problemas en las licitaciones de los materiales, que frecuentemente ocasionaba retrasos en las entrega.

Se pudo observar cómo *pedreiros* con años de experiencia e impartiendo cursos en la construcción de cisternas, dan como resultado cisternas en las que se puede apreciar un acabado homogéneo y diferente a las demás (Figura 12 (b)). Sin embargo es de destacar que durante todo el período de monitoreo, se ha podido apreciar la profesionalidad y ánimo de superación de los *pedreiros*.

Sin menospreciar las consideraciones precedentes, y otras sugerencias posteriores, podemos confirmar la idoneidad de la tecnología empleada en la construcción de las cisternas.

4.1.2. Bomba para extracción del agua de la cisterna

La tipología de bomba manual siendo instalada en las cisternas escolares es conocida por el nombre de Carcará II (también bomba de PVC y canicas). En esencia se trata de 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 Figura 13).



Figura 13. Bomba de émbolo de PVC premontada

El uso de bombas manuales 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, por lo que su utilización junto a un buen cuidado y limpieza del área de captación y de las tuberías de distribución, enmarcan las recomendaciones que la OMS da para la reducción de riesgos para la salud por consumo de agua de lluvia. En la primera fase de construcción, los resultados de las visitas llevadas a cabo a cada una de las 19 escuelas con cisterna construida, pusieron de relevancia que el funcionamiento de las bombas precisa de una fase de instalación y puesta en marcha que solo se había completado en 9 de esas 19 escuelas.

Esta fase de puesta en marcha, con corrección de anomalías, es trascendental de cara a garantizar la sostenibilidad de las instalaciones.

Tal y como se presenta en la Tabla 16, 9 de las 19 bombas instaladas ya funcionaban en el momento de la visita.

CISTERNAS CON:	Nº	%
Bomba funcionando	9	47
Bomba sin funcionar	8	42
Bomba sin probar (*)	2	11
TOTAL	19	100

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

Tabla 16. Funcionamiento de las bombas instaladas

Es necesario destacar que solamente las piezas de reducción con las válvulas antirretorno de 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.

El motivo principal por el que no funcionan 8/19 bombas es que no se utilizó pegamento en la instalación de los tubos ensamblados que componen la bomba.

El equipo evaluador presencié la primera instalación de la bomba Carcará II en la escuela Sítio Cajarama (Major Isidoro), en ella se pudo observar como la bomba viene dada por el fabricante premontada, pero sin unir el tubo horizontal blanco de PVC exterior (por donde sale el agua) al tubo vertical blanco de PVC del interior. De este modo, es posible instalar la bomba introduciéndola por la boca de hombre (trampilla) y uniendo dichos tubos con pegamento, además de otros detalles como realizar el ajuste de la longitud adecuada y los orificios de entrada del agua a la bomba en el tubo inferior.

Los *pedreiros* encargados de la instalación, no siempre pegaron los tubos resultado inoperativa la bomba (ver Fotos 2, 9 y 11 del Anexo 9), porque en ese momento no tenían cola y/o porque no tuvieron ningún tipo de formación de instalación de la bomba. Además, como afirmaron los *pedreiros* en el grupo focal, ninguno de ellos se sentía responsable por el funcionamiento de la bomba. Este mismo problema también se ha observado en las bombas existentes en la zona para los sistemas de primera agua (domiciliarios), y viene a reflejar la necesidad de la formación de un equipo técnico especializado en este tipo de bombas manuales.

Otros motivos detectados, pero mucho menos frecuentes relacionados con la inoperatividad de las bombas son: la desaparición de piezas por robos (Foto 4 del Anexo 9) y el defecto de las bombas por problemas en válvulas antirretorno (canicas).

Un detalle interesante es que a alguna de las bombas se les acopló un tubo de PVC en la parte exterior Figura 14 (a), mejorando el direccionamiento del flujo de agua (no salpica).



Figura 14. Fotos: (a)- Bomba Carcará II con tubo de PVC añadido y (b)- Bomba eléctrica instalada en el interior de la cisterna.

Por otro lado, se observó que, en la fase de pruebas y puesta en marcha, de las 9 bombas que funcionaban, tan sólo 3 estaban siendo utilizadas por la comunidad escolar, si bien es cierto que otras 3 no se usaban porque la cisterna tampoco estaba siendo utilizada (ver Tabla 17).

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
TOTAL	9	100

Tabla 17. Uso de las bombas en funcionamiento

La explicación de por qué 3/9 bombas en funcionamiento no se usan, puede ser debido a razones de falta de costumbre, la mayor rapidez con la que se extrae el agua con cuerda y balde, y a debilidades sobre las capacitaciones de los beneficiarios. Cabe resaltar que una de las escuelas con bomba Carcará II inoperativa decidió instalar una bomba eléctrica Figura 14 (b), con canalización a la cocina.

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, aspectos que complican su durabilidad. Por lo tanto el proyecto necesita personal técnico especializado en esta tecnología de bombeo, para su conservación y reparación, así como para la instalación de nuevas máquinas.

4.1.3. Canalizaciones. Sistema de retirada de las primeras aguas. Soportado

Las canalizaciones de recogida del agua son metálicas de chapa plegada. El resto son de PVC.

Este tipo de instalaciones precisa que las primeras aguas no se conduzcan al depósito ya que transportan excrementos de aves, materia orgánica y otros contaminantes desde la cubierta y los canalones. Es necesario por tanto un sistema de desvío de esas primeras aguas, que el proyecto no contempla. Así, los usuarios de cisternas se limitan a desacoplar uno de los tubos cerca de la cubierta de captación y tiran el agua de primera lluvia. Durante las visitas técnicas se aportó al constructor varias opciones, 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

Los soportes de la tubería cubierta a cisterna presentan una tipología muy variada (Figura 15 y Tabla 18). Esta diversidad es debida a que los soportes de la tubería no están contemplados en el presupuesto del Proyecto, así en cada escuela atendiendo a su infraestructura o recursos, y a los *pedreiros* en cuestión, se construye el soporte que se estima más adecuado.

TIPOLOGÍA SOPORTE TUBERÍA A CISTERNA	Nº
De madera	3
Apoyado en valla	2
De hormigón	2
Con tubería de PVC	1
Apoyado en un tejado más bajo	1
Sin soporte	10
TOTAL	19

Tabla 18. Datos sobre la tipología del soportado de la tubería a cisterna

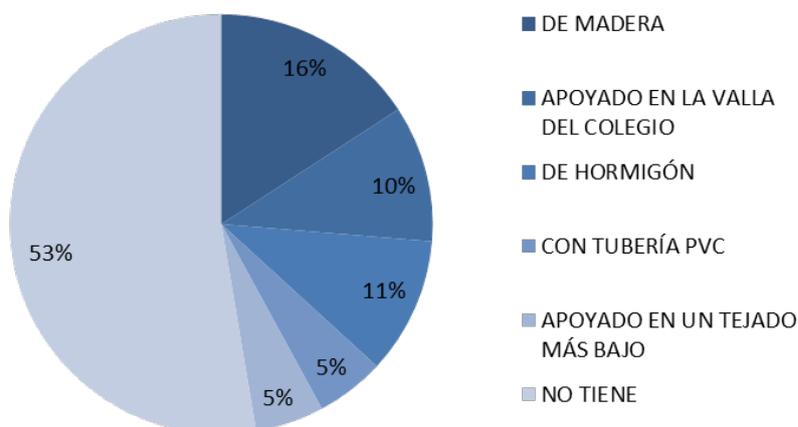


Gráfico 1. Tipología del soportado de la tubería horizontal



(a)- 13/02/2014



(b)- 18/02/2014



(d)- 11/3/2014



(c)- 16/01/2014



(a)- 11/3/2014



(f)- 10/03/2014

Figura 15. Fotos 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).

Durante la fase del proyecto visitada, se observaron algunas patologías. En el periodo de monitoreo, 2 de los 9 soportes instalados no cumplieron su función: Uno de hormigón, que por su forma parece pertenecer a la valla de la escuela, cayó al día siguiente de ser instalado (Foto 15 del Anexo 9). Otro de ellos, en este caso de madera, fue perdiendo eficacia, de modo que, tras la lluvia, el terreno se asentó, siendo verdaderamente la tubería la que aguantaba el peso del soporte. Ello provocó que unos días después el soporte cayera y con él la tubería (ver secuencia Figura 16).



(a)- 20/01/2013



(b)- 11/2/2014

Figura 16. 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.

Además de ello, existen 10 escuelas en las que no hay ningún tipo de soporte, lo que provoca sobretensiones en la unión de las canalizaciones verticales a horizontal, que dio lugar, en 2 de las escuelas, a roturas en el codo. (Fotos 12 y 16 de Anexo 9).

El equipo evaluador, como resultado del primer viaje de desplazamiento a terreno, insistió en la precariedad de los soportes, ayudando a CONDRI en el diseño y construcción de un soportado más adecuado. En respuesta a estas recomendaciones, se construyeron los soportes de la Figura 15 (f). Sin embargo, este soportado de hormigón armado, realizados con el mismo molde de las viguetas de la cubierta –medidas de 3,10x0,13*0,13 metros-, puede presentar debilidades debido a su elevada esbelteza, que afecta al comportamiento a pandeo.

El soportado de las canalizaciones horizontales, canalones en forma rectangular, están sujetos normalmente con palos de madera y alambres entrelazados a la tubería (Figura 17 (a)). No se ha detectado ninguna incidencia en este soportado, ni siquiera cuando llegaron las lluvias. No obstante, como también se recomendó, este tipo de soportado podría mejorarse, con la inserción de soportes de acero, como él de la Figura 17 (b).



(a) 20/02/2014



(b) 27/02/2014

Figura 17. Fotos de la sujeción de los canalones: (a)-usando palos de madera y alambres y (b)- con soportes de acero.

4.1.4. Otros elementos de la instalación

En referencia a la **recogida de agua**, es necesario resaltar que algunas canalizaciones se instalaron incorrectamente, con pendientes positivas o con flujo interrumpido por pequeño grosor de la tubería, provocando en 2 de las cisternas construidas pérdidas de agua e incluso en una de ellas, derrames en la pared (Foto 17 del Anexo 9). Debemos tener en cuenta que en 6 de las 19 cisternas, no se ha comprobado la caída del agua al no haber llovido desde su construcción.

El **área de captación** superaba los 100 m² que exige CONDRI para su instalación, llegando en algunos casos a más de 150 m². Por otra parte, el plástico o lona en 2 de las escuelas fue instalado en orden inverso, con el color negro hacia el interior de la clase, pudiendo ser demasiado oscura la clase (Foto 22 del Anexo 9), aunque también menos calurosa. La lona de plástico según el documento de CONDRI, previene de enfermedades relacionadas con los pardales y murciélagos, pero aun así en algunos casos se vieron nidos de pardales en las esquinas de los tejados (Foto 13 del Anexo 9). Como se reporta en la parte de calidad del agua, existen escuelas en las que la Secretaría de Educación instala redes laterales para impedir la entrada de aves, siendo más efectiva que la lona en sí. El plástico tiene, sin embargo, funciones importantes, como evitar goteras o riesgos de que se caigan tejas en la escuela. En la fase de construcción del proyecto se realiza la limpieza de la cubierta, y este aspecto debería seguir cuidándose durante la vida útil de las instalaciones para prevenir la contaminación del agua.

La **trampilla** o boca de hombre para acceso a la cisterna presenta un tamaño reducido: 49, 5 cm de largo, 38,5 de ancho en la parte superior y 48, 5 cm en la inferior. (Foto 23 del Anexo 9). Como consecuencia de ello, muchas escaleras de las escuelas no pueden ser introducidas provocando dificultades en el lavado periódico de la cisterna, o posibles reparos. La puerta de chapa además, con la duración de un año se oxida, salvo si es de acero galvanizado.

Otros pequeños detalles observados son por ejemplo; el incorrecto número de teléfono de reclamaciones que está gravado en las placas identificadoras o la falta de rebosadero en 3 de las cisternas (una de ellas evacuó el agua por la tubería, Foto 7 del Anexo 9); y un rebosadero con pendiente positiva.

También llama la atención la ausencia frecuente de respiraderos y válvulas de drenaje.

4.2. Resultados del análisis de calidad del agua

4.2.1. Resultados de la revisión bibliográfica sobre los factores que influyen en la calidad del agua en las cisternas de captación de agua de lluvia

Existen numerosos informes sobre la calidad del agua en cisternas de captación de agua de lluvia, muchos de los cuales se han desarrollado en el semiárido brasileño.

Los resultados de estos estudios muestran que en todas o muchas de las cisternas existe **contaminación microbiológica**. Por otro lado, la contaminación físico-química es mucho menos frecuente. Algunos ejemplos de estos resultados se comentan brevemente en las siguientes líneas.

En el Semiárido Pernambucano se encontró presencia de coliformes totales en todas las muestras y el 73,8% contenían E-coli (Alves, 2012). El mismo porcentaje de E-coli fue

detectado en la misma zona, donde además se constató que en muchos de ellos no usaban cloro para desinfectar (Brito & Porto, 2005). En Petrolina, también en Pernambuco, se halló contaminación fecal en todas las cisternas evaluadas y la ausencia de medidas de prevención de contaminación y de desinfección por cloro (Cleide Cavalcante de Amorim, 2001).

En el SAB de Minas Gerais se diagnosticó coliformes fecales en todas las cisternas. Además de ausencia del cloro necesario y PH muy elevados, debido al hecho de estar almacenado en cisternas de cemento (Ventura da Silva, 2006).

En la Región de Serrinha, perteneciente al SAB de Bahía, los valores de los parámetros biológicos dieron positivo en todas las muestras (un total de 72) (Freitas dos Santos, Angelico Araújo, & Silvio Roberto, 2012)

A continuación, se detallan los factores más importantes identificados en relación a la calidad del agua:

- **Dimensionamiento de la cisterna**

El dimensionamiento de la cisterna puede influir en la calidad del agua, ya que un sobredimensionamiento, además del desperdicio de material que lógicamente ello implica, el volumen de agua nunca es consumido, dificultando la limpieza para eliminar los sedimentos acumulados en el fondo (Ventura da Silva, 2006).

- **Defectos en la construcción de la cisterna**

Algunos defectos en la construcción de la cisterna tienen implicaciones en la calidad del agua. Por ejemplo, las grietas en el tanque pueden dar lugar a la contaminación del agua almacenada (World Health Organization, 2011). Otros problemas que pueden afectar son: el exceso de material, materiales diferentes a los especificados (como empleo de arena más gruesa), mano de obra no debidamente cualificada o el empleo de chapas de zinc - fácilmente deformables posibilitando la entrada de animales- (Carneiro Tavares, 2009).

- **Edad de la cisterna**

La edad de la cisterna o el tiempo transcurrido desde su construcción también parece haber demostrado relación con la calidad microbiológica. En base a los resultados del estudio de Ventura da Silva (2006), en el Gráfico 2 se muestra valores más altos de E-coli en cisternas antiguas, de 2 a 3 años, que en cisternas recién construidas. Así se observa que el 45% de las muestras no tenían E-coli en las nuevas cisternas (primer ciclo de lluvias), mientras sólo el 12% no tenían en las cisternas más antiguas (2-3 años).

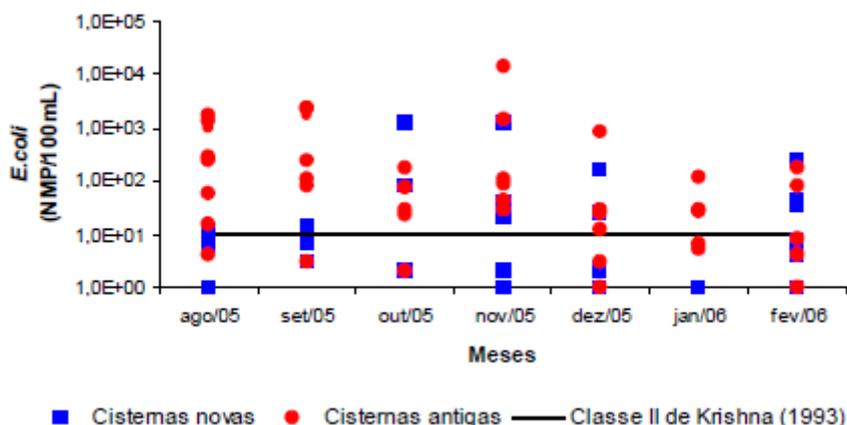


Gráfico 2. Comparación de E-coli en cisternas nuevas y antiguas (2-3 años) en el SAB de Minas Gerais: Fuente: (Ventura da Silva, 2006).

- **Calidad del agua de lluvia**

La lluvia puede estar contaminada, por ejemplo, por pesticidas, hidrocarburos aromáticos de emisiones urbanas e industriales, o por emisiones de la quema de residuos. (Heijnen, 2012). Sin embargo, el semiárido brasileño no posee prácticamente industria y por lo general en esta región el agua recolectada directamente de la atmósfera presenta mejor calidad que la recolectada en los tejados; lo que refuerza la idea de las mayores alteraciones de la calidad del agua de lluvia ocurren después de pasar por la superficie de captación (Hagemann, 2009).

- **Procedencia del agua**

Algunos trabajos, (Carneiro Tavares, 2009) obtuvieron resultados mejores en aguas de la lluvia que en las cisternas con agua mezclada de lluvia y de camión cisterna. Por lo que la calidad del agua está asociada también con la procedencia del agua.

- **Tiempo transcurrido desde la última lluvia**

El tiempo transcurrido desde la última lluvia parece también influir considerablemente en la calidad microbiológica. Algunos autores hablan de la “ecología de las cisternas” (Gnadlinger, 2007), refiriéndose a la capacidad de las cisternas de tratar el agua. Aunque el comportamiento exacto de las cisternas es poco conocido, en general se acepta que cuando entra agua contaminada ocurren dos fenómenos simultáneos: Muchas bacterias se aglomeran en sustancias formando una micro-camada en la superficie y en la pared de la cisterna, como un biofilme; y al mismo tiempo otros materiales precipitan en el fondo de la cisterna. Estos dos procesos biofísicos son los que más benefician la calidad del agua, pues concentran la contaminación en dichos puntos.

En coherencia con esta idea, (Martinson & Thomas, 2003) estudiaron la influencia de las lluvias al transcurso de los días con el número de bacterias (Gráfico 3). En ella, se puede observar que después del evento de las lluvias surgía inmediatamente la contaminación, pero a medida que transcurrían los días disminuía debido principalmente a la sedimentación de bacterias y muerte bacteriana. La velocidad de muerte de las bacterias puede acelerarse si se disminuye el número de nutrientes en la entrada del agua, como por ejemplo por filtración gruesa o fina o desvío de las primeras aguas.

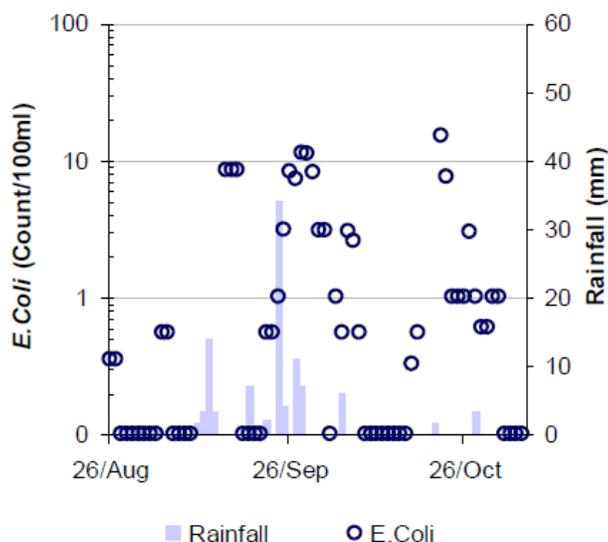


Gráfico 3. Ocurrencia de bacterias después de las lluvias en cisternas de Etiopía (Martinson & Thomas, 2003)

- **Época del año**

Aunque anteriormente se comentaba que las bacterias aparecerían con la lluvia, en general, hay muchos estudios que corroboran que la calidad microbiológica mejora en la época de lluvias (Carneiro Tavares, 2009) (Ventura da Silva, 2006). Ello se debe a que las lluvias son más frecuentes y existe menos tiempo de acumulación de sedimentos, además de una mayor dilución. Así, se produce una alta contaminación después de la primera lluvia, pero en las sucesivas ella decrece o se hace nula (World Health Organization, 2011). Son entonces, mucho más peligrosas las lluvias discontinuas y aisladas de la época seca.

- **Barreras sanitarias de prevención**

Las barreras sanitarias de prevención son muy importantes en este tipo de abastecimiento, en el cual la lluvia originalmente no está contaminada, y por tanto, adecuados cuidados podrán asegurar la potabilidad. Existen varios medios de captar y tratar el agua para que se vuelva aceptable, pero algunos de ellos son demasiado sofisticados o caros, y el objetivo es facilitar la vida de las personas en la obtención del agua, sin el empleo de aparatos complejos, en los cuales perdería sentido la iniciativa. Pero existen algunas barreras físicas de protección sanitaria, simples y de bajo coste que puede resultar muy adecuado.

Además del dispositivo de retirada de primeras aguas, que se habla con más detalle en seguida, son ejemplos de buenas prácticas; cubrir la cisterna impidiendo la entrada abundante de luz e insectos; insertar rebosadero y ventilación – para propiciar la re-oxigenación del agua- y telas o mallas de plástico, nailon o metal en todas las salidas para evitar la entrada de pequeños animales.

Algunos autores aconsejan no colocar mallas antes de la desviación de las primeras aguas en la línea de flujo, porque si no la suciedad no sería eliminada en las primeras lluvias y quedarían retenidas durante el llenado de la cisterna (Neto, 2004). Si pueden ser utilizadas después de la línea de flujo, pero siempre y cuando se tenga constancia de que se necesita hacer limpiezas periódicas.

• **Sistemas de retirada de primeras aguas**

Aún, en las situaciones en las que se cree conveniente incluir telas, es igualmente recomendada y mucho más relevante la retirada o desvío de las primeras aguas para eliminar hojas de árboles, polvo, excrementos de aves y pequeños animales, así como ellos mismos, que pueden residir en las tuberías, orificios o telas.

Estos dispositivos pueden ser manuales –simplemente retirando la conexión-, o automáticos, como los ejemplos que proponen varios autores y se esquematiza en la Figura 18. Estos son pequeños tanques para los cuales son desviadas automáticamente las primeras aguas de cada lluvia, mediante un T intercalado en la tubería. Según la mayoría de los autores este tanque debe estar diseñado por 1 litro cada m² de área de captación.

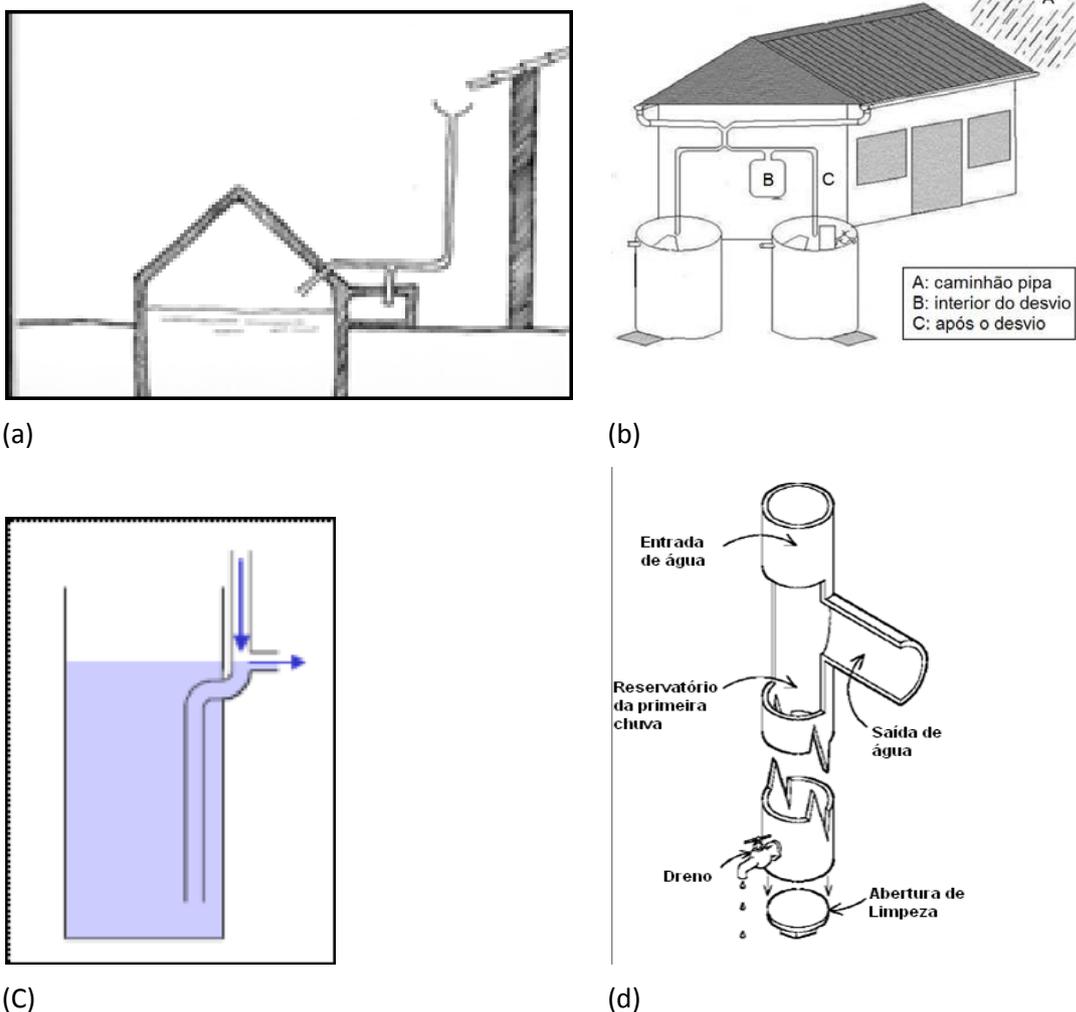


Figura 18. Dispositivos para la retirada de la primera agua propuesto por varios autores: (a)- (Neto, O descarte das primeiras águas e a qualidade da água, 2012); (b)- (Nóbrega, 2011); (c)- (Thomas, 2003); y (d)- (Texas Water Development Board, 2005).

De entre los estudios que muestran la eficacia del dispositivo de retirada de primeras aguas Nóbrega (2011) evaluó la aplicabilidad de los dispositivos de descarte de primeras aguas de lluvia como barrera sanitaria. Los resultados obtenidos se muestran en el Gráfico 4, revelando que tanto en la escuela como en el pueblo disminuyó los coliformes totales después del

desvío, con respecto al interior del dispositivo (véase Figura 18 (b) para identificar los puntos de toma de muestra).

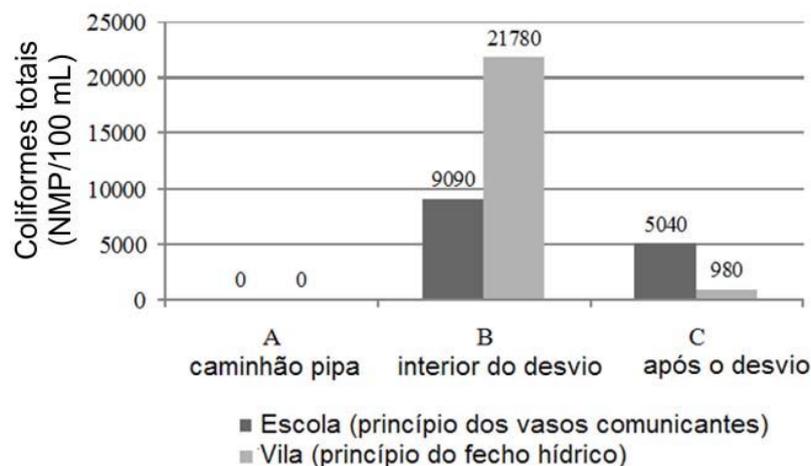


Gráfico 4. Comparativa de coliformes totales antes y después del dispositivo de primeras aguas en Municipios del SAB de Pernambuco. (Nóbrega, 2011)

- **Retirada del agua con bomba**

En la mayoría de los estudios, se acepta que existe una relación directa entre la retira del agua con bomba y el aumento de la calidad del agua, aunque no existen demasiado estudios que lo cuantifiquen. Entre los estudios que abalan esta idea, está una investigación reciente a través de la cual verificó que el 94,12% de las familias que utilizaban solamente balde y cuerda registró los valores más altos de E-coli, mientras en las que utilizaban solo bomba registraron menores valores (Freitas dos Santos, Angelico Araújo, & Silvio Roberto, 2012).

- **Tratamiento del agua suministrada por las cisternas**

Existe cierta controversia sobre el “deber” de tratar el agua de las cisternas. Algunos autores afirman que el tratamiento del agua sólo debe realizarse como medida correctiva (es decir, sólo si hay sospecha de contaminación del agua), ya que el tratamiento requiere un entrenamiento difícil de ser asimilado por los usuarios, además de tener un coste considerable y de existir el riesgo de falta de productos químicos cuando se necesite adquirirlos (Neto, Proteção Sanitária das cisternas rurais, 2004). Otros autores (Ceballos 2012) aseguran que debe ser siempre empleado. La OMS también insisten que deba haber un tratamiento en el punto de consumo para asegurar la calidad, además recomiendan desinfección solar o el uso de cloración como ejemplos de desinfección de bajo coste (World Health Organization, 2011).

- **Educación sanitaria**

La Educación Sanitaria aparece en muchos estudios como uno de los factores más relevantes a tener en cuenta. La contaminación del agua almacenada está asociada a las prácticas inadecuadas de las familias, entre ellas: preservación inadecuada del área de captación, no desviar las primeras aguas, criar peces en las cisternas, retirar agua con balde, dejar la cisterna abierta, principalmente (Freitas dos Santos, Angelico Araújo, & Silvio Roberto, 2012). Cuanto mejores sean los niveles de educación sanitaria y ambiental, más segura es la calidad del agua de las cisternas. Como recomendaciones a tener en cuenta, esta educación parece ser más

sostenible en el tiempo cuando se hace a través de la participación comunitaria, cuando el conocimiento no es solo repasado, sino también adecuado, renovado, discutido y asimilado (Neto, Proteção Sanitária das cisternas rurais, 2004).

4.2.2. Resultados del estudio sobre la procedencia del agua siendo consumida en las escuelas en las que ya se han construido cisternas escolares.

Todas las escuelas receptoras de las cisternas escolares (19 escuelas a fecha de 14 de marzo de 2014) se encontraban en disposición de empezar a consumir el agua de lluvia en el momento en el que se realizó la evaluación. Pero además de esta agua, en las escuelas se están utilizando otras fuentes de agua tal y como se detalla a continuación.

Por un lado, según los resultados, el 32% de las escuelas están recibiendo agua canalizada desde el Río San Francisco en Pão de Açucar o en el *Canal do Sertão* a través de la CASAL. Este porcentaje es mayor que el resultado del 7% de cisternas con agua canalizada encontrado al realizar la línea de base de la evaluación. Esto se puede deber a que se han realizado nuevas instalaciones de agua canalizada en la zona durante los últimos meses, afectando a varias de las 19 escuelas estudiadas.

Es importante tener en cuenta que el agua de la CASAL es tratada exclusivamente por desinfección con cloro, cuando normalmente las aguas superficiales tienen otros tratamientos físicos. La vigilancia sanitaria de esta agua les corresponde a las Secretarías de Salud, quienes analizan el agua periódicamente en algunos puntos de la red. Según las informaciones recogidas, las muestras son enviadas a Maceió (la capital de Alagoas), y en caso de estar contaminadas, avisan del lugar y aumentan la cantidad de cloro. De esta forma el agua canalizada tiene un control preventivo y correctivo siempre por cloración.

Por otro lado, se ha verificado que la gran mayoría de las escuelas (más del 68%) – ver Gráfico 5- son abastecidas por camiones cisterna que pueden ser de la Defensa Civil -dentro de los programas *Operação pipa* y *Água é vida*- o municipales. Independientemente de la entidad responsable del abastecimiento, se ha podido comprobar que el agua de los camiones cisterna procede normalmente también de la CASAL; aunque el riesgo de contaminación respecto al agua canalizada podría verse incrementado por las condiciones higiénicas del camión cisterna. Además, también podría influir negativamente para la calidad del agua, el descenso de cloro ocasionado por el transporte desde la estación de tratamiento a la escuela en cuestión.

Para contrarrestar este riesgo de contaminación del agua debido al transporte en camión cisterna, y 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, se ha podido verificar que se han reforzado e intensificado los controles sanitarios de los camiones cisterna, e incluso en el municipio de Major Isidoro se ha establecido un monitoreo por cloro residual, obligando a los conductores de los camiones cisterna a corroborar que posee el cloro suficiente para su utilización.

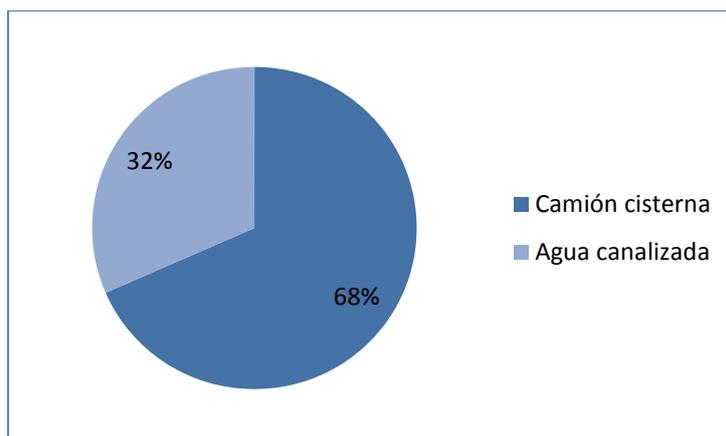


Gráfico 5. Porcentaje del agua complementaria al agua de lluvia en las 19 escuelas con cisterna CONDRI.

Al realizar la evaluación, una de las escuelas del municipio de Canapí utilizaba agua de una cisterna cuyo origen era la Sierra de Urubú situada en el municipio vecino Mata Grande. Análisis bacteriológicos fueron realizados por el equipo evaluador, constatándose que el agua de la citada cisterna estaba contaminada por coliformes fecales. Debido a esto la escuela dejó de utilizar esa agua y lo sustituyó por agua de camión cisterna.

4.2.3. Diagnóstico de la calidad del agua en las cisternas construidas por el proyecto

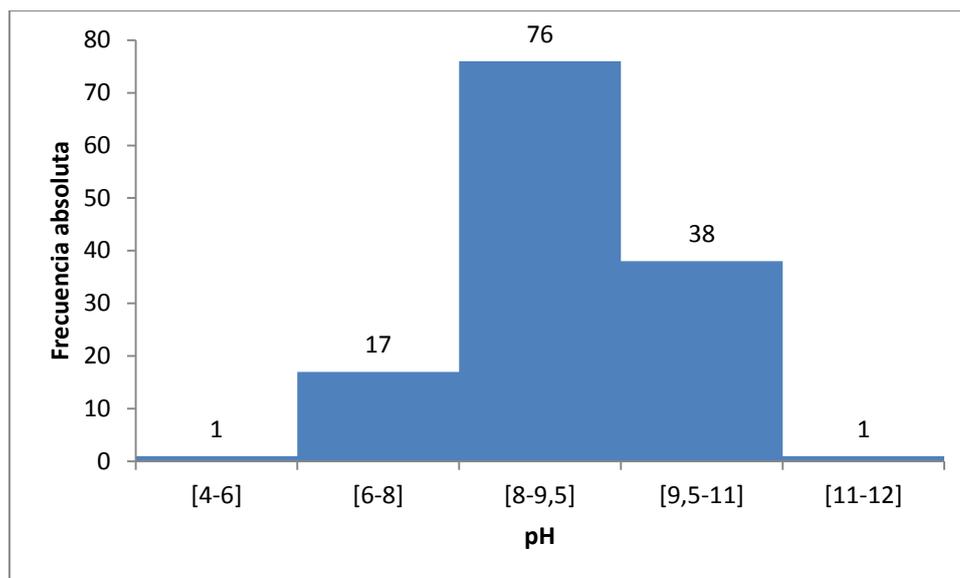
Tal y como se presentó en la metodología (epígrafe 3.3.2), el diagnóstico de la calidad del agua se llevó a cabo en 8 de las cisternas del proyecto durante 5 meses y con una frecuencia de muestreo de 2 semanas.

A continuación se presentan los resultados de los parámetros básicos de la calidad del agua analizados.

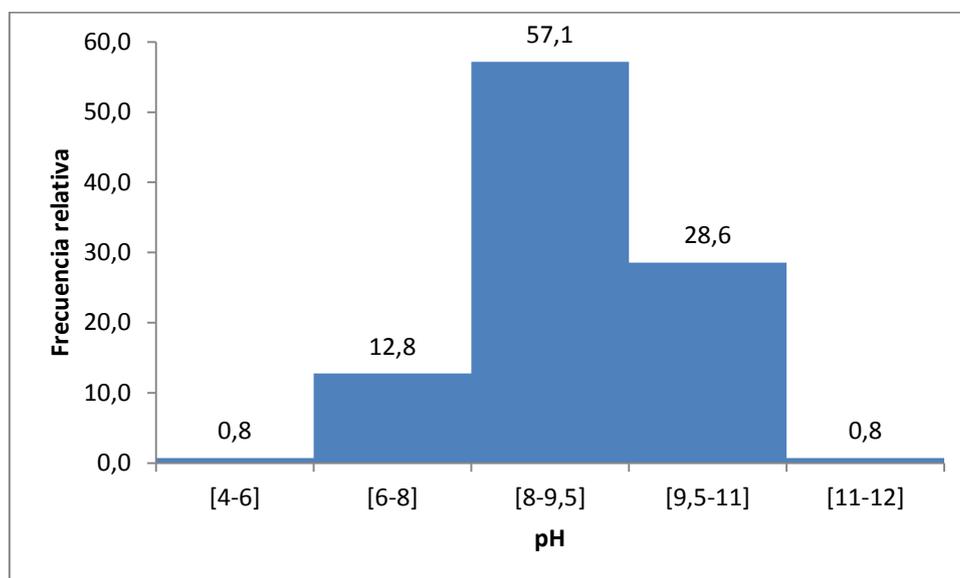
- **pH**

El pH de las cisternas analizadas es a grandes rasgos bastante básico. En general, como se explicó al analizar los resultados de la revisión bibliográfica sobre los factores que influyen en la calidad del agua en las cisternas de captación de agua de lluvia, es común encontrar valores altos de pH en las cisternas de cemento, debido a la disolución de compuestos del cemento – carbonatos o aluminios- en el agua de las cisternas. El agua de la lluvia, además, al tener un pH ligeramente ácido y entrar en contacto con la cisterna, disuelve con mayor facilidad dichos compuestos, convirtiendo el agua más alcalina. Aun así, se midieron valores de pH más altos de lo esperado en las cisternas.

Como se puede ver en el Gráfico 6: El 70% de las muestras mostraron valores entre los recomendables [6 y 9,5], mientras hay 39 muestras (29%) con pH mayores de 9,5. Además, más del 85% de las muestras tienen un pH mayor de 8, tornando poco efectiva la cloración según la PORTARIA N°2.914/2011.



(a)

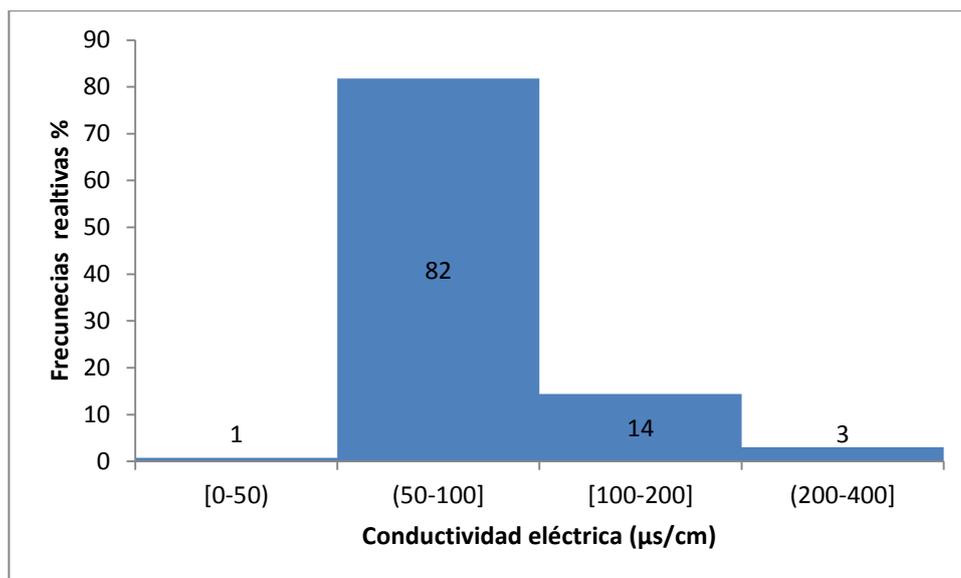


(b)

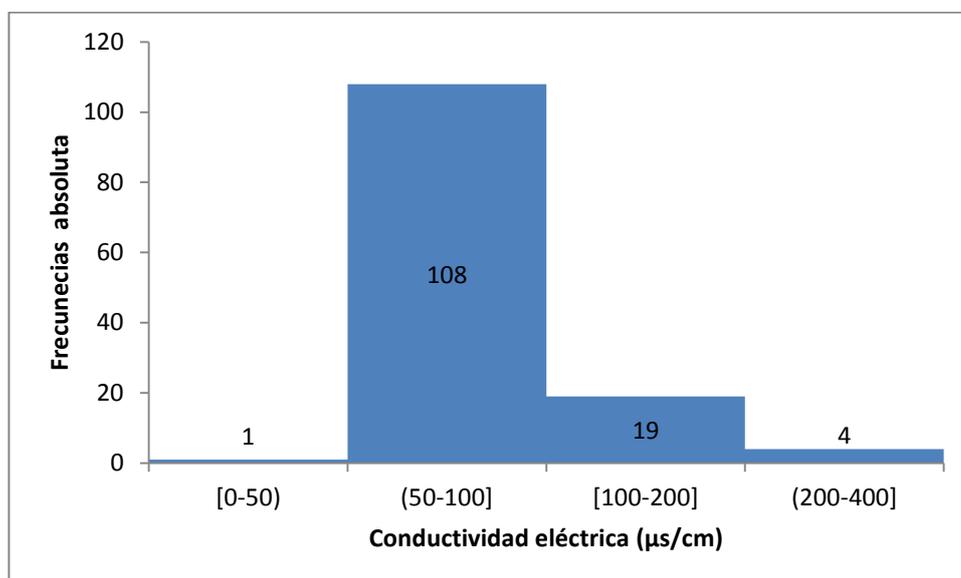
Gráfico 6. Frecuencias de los valores de PH en las cisternas CONDRI: (a)-frecuencias absolutas y (b)-frecuencias relativas.

- **Conductividad eléctrica**

La CE de las muestras analizadas se encuentra en el 100% de los casos entre los valores aceptados (ver Gráfico 7). 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.



(a)

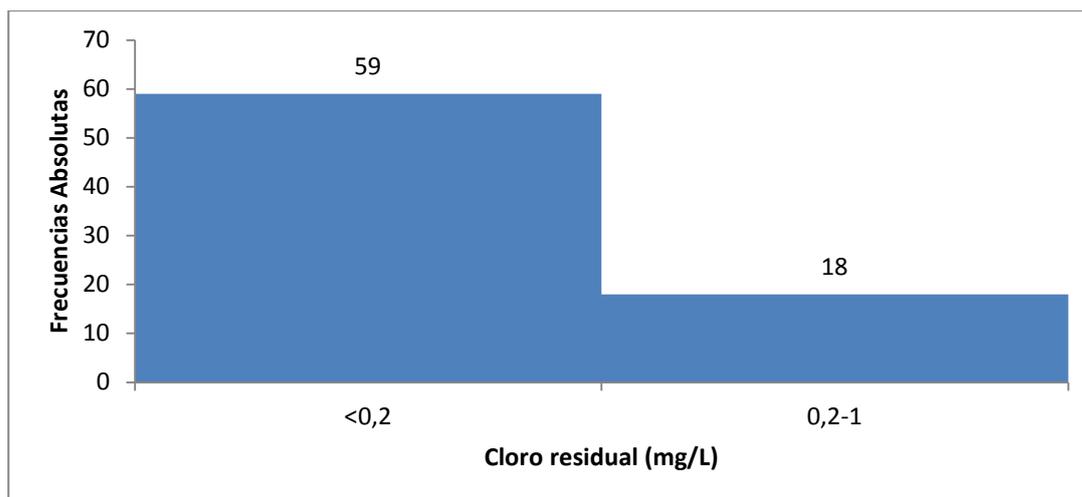


(b)

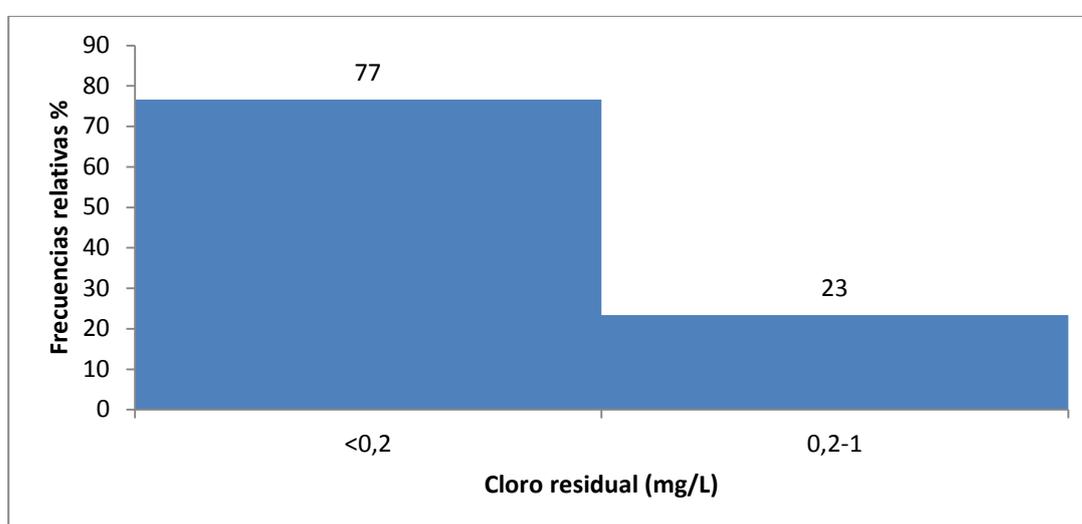
Gráfico 7. Frecuencias de la conductividad eléctrica de las cisternas CONDRI: (a)-frecuencias absolutas y (b)-frecuencias relativas.

• Cloro residual

El 77% de las muestras de agua analizadas no contienen el cloro suficiente recomendado (0,2 mg/L (ver Gráfico 8). Este resultado negativo se debe a varias razones que pueden estar a su vez mezcladas 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, puede suceder que el cloro de los camiones cisterna no haya sido el suficiente, pudiendo haberse evaporado o consumido. Finalmente, el pH en algunas cisternas es tan elevado (tal y como se presenta en este mismo apartado) que hace la cloración menos eficaz.



(a)



(b)

Gráfico 8. Frecuencias de valores de cloro residual en las cisternas CONDRI.

- **Turbidez**

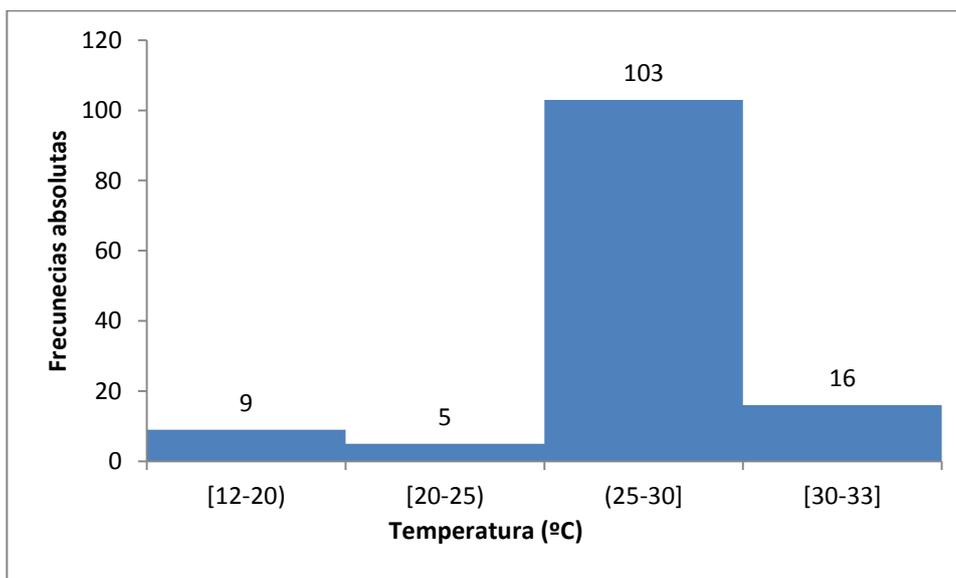
La turbidez fue adecuada en todas las muestras analizadas, ya que tanto la lluvia como el agua del Río San Francisco son aguas poco turbias.

- **Temperatura**

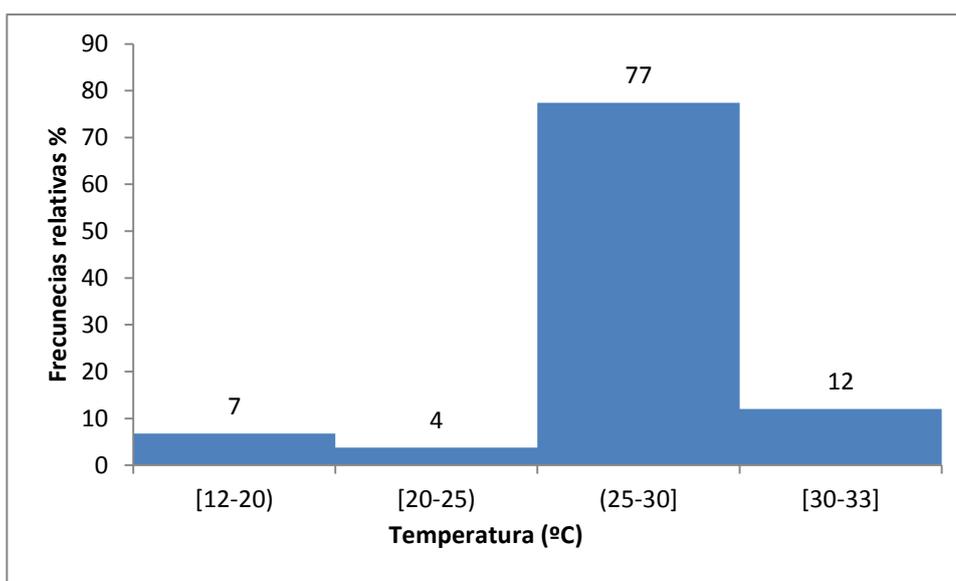
La temperatura del agua en las muestras analizadas es bastante elevada (superando casi siempre los 25°C) debido principalmente a las temperaturas de la zona, muy altas ya de por sí, y más aún en los meses del verano en los que se hizo el muestreo. Las temperaturas más baja se corresponde con las mediciones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

En cualquier caso, tal y como se vio en el capítulo de metodología para el análisis de la calidad del agua (apartado 3.3.2) la temperatura es un parámetro de carácter recomendativo y no supone por sí misma un contaminante; aunque temperaturas más altas producen mayor

rechazo en la población, disminuyen la aceptabilidad de otras sustancias inorgánicas y aumenta el crecimiento de bacterias.



(a)



(b)

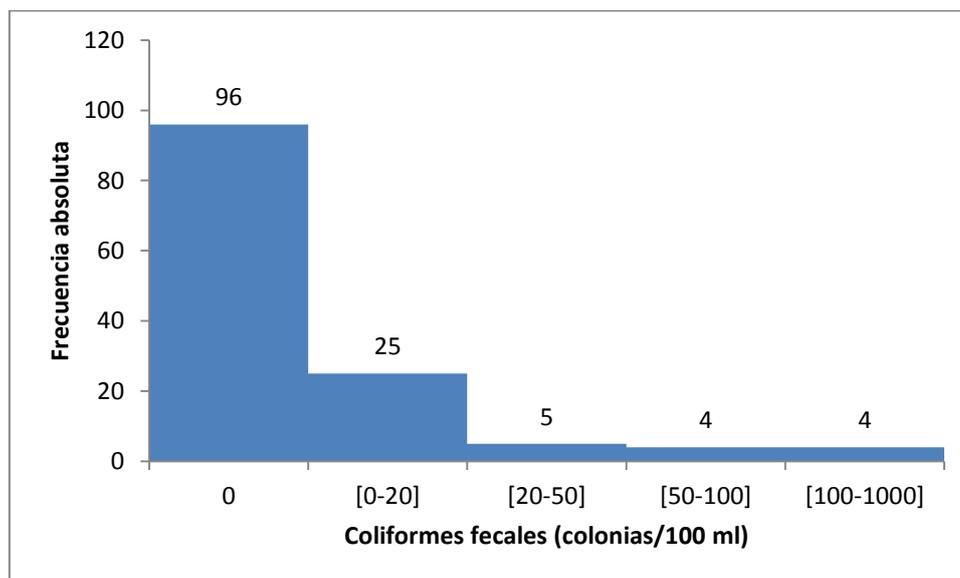
Gráfico 9. Frecuencias de los valores de temperatura de las cisternas CONDRI: (a) –frecuencias absolutas y (b)-frecuencias relativas.

• Coliformes fecales

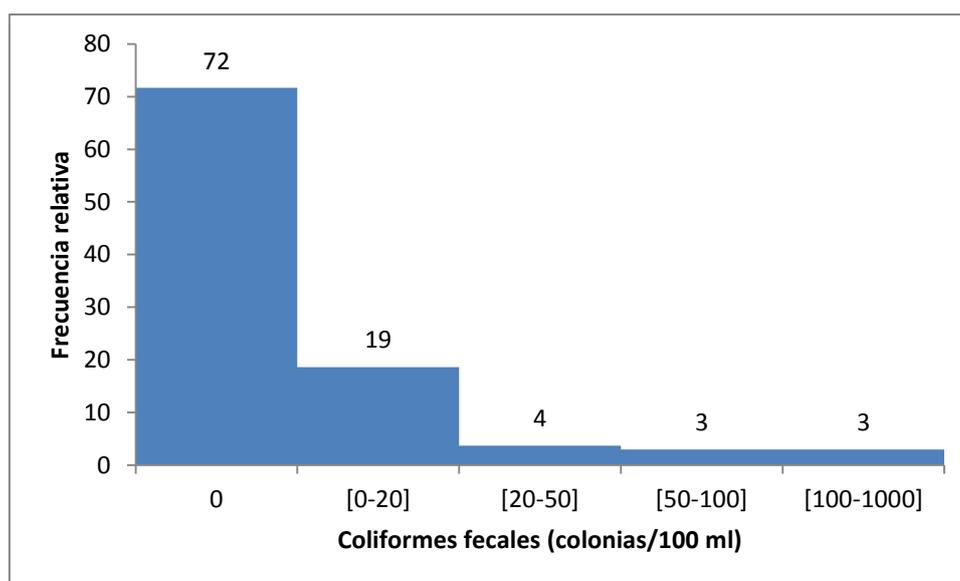
Se puede ver en el Gráfico 10 (a)-frecuencias absolutas y (b)-frecuencias relativas, que el 72% de los análisis (96 de ellos) no contenía coliformes fecales y por tanto, cumplían con los patrones de calidad microbiológica de la PORTARIA Nº2.914/2011.

Sin embargo, se detectó contaminación fecal en el 27% de los casos, aunque con distintas concentraciones. Así, 38 análisis (casi el 20% del total) dieron positivo en coliformes fecales con valores entre 0 y 20 colonias/100ml. Valores más altos de colonias fecales fueron mucho

menos frecuente, sin llegar al 10% para el resto de los valores (entre 20 y 1000 colonias/100 ml).



(a)



(b)

Gráfico 10. Frecuencias de coliformes fecales en las cisternas CONDRI: (a)-frecuencia absoluta y (b)-frecuencia relativa.

A pesar de que estos resultados son aparentemente negativos, la contaminación fecal medida es bastante menor que la encontrada en otras cisternas del SAB como se expuso en la revisión bibliográfica sobre los factores que influyen en la calidad del agua en las cisternas de captación de agua de lluvia.

4.2.4. 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 factores están teniendo en relación con la calidad del agua encontrada en función de sus parámetros básicos.

Es importante tener en cuenta que estos resultados se corresponden con datos medidos en 8 cisternas durante 5 meses, y que tal y como se justificó en la metodología, no existen el mismo número de muestras para todas las cisternas.

Sin embargo, a juicio del equipo evaluador el estudio es relevante para establecer importantes relaciones causa-efecto y en consecuencia proponer mejoras y recomendaciones que es uno de los objetivos del presente estudio. A continuación se presentan las relaciones más importantes identificadas.

- **Procedencia del agua suministrada**

En relación con la procedencia del agua suministrada, se puede apreciar pequeñas diferencias de CE en las muestras ocasionadas por su diferente procedencia (ver Gráfico 11), aunque todas las mediciones se encuentran en magnitudes conformes a la legislación, bastante bajas y muy parecidas.

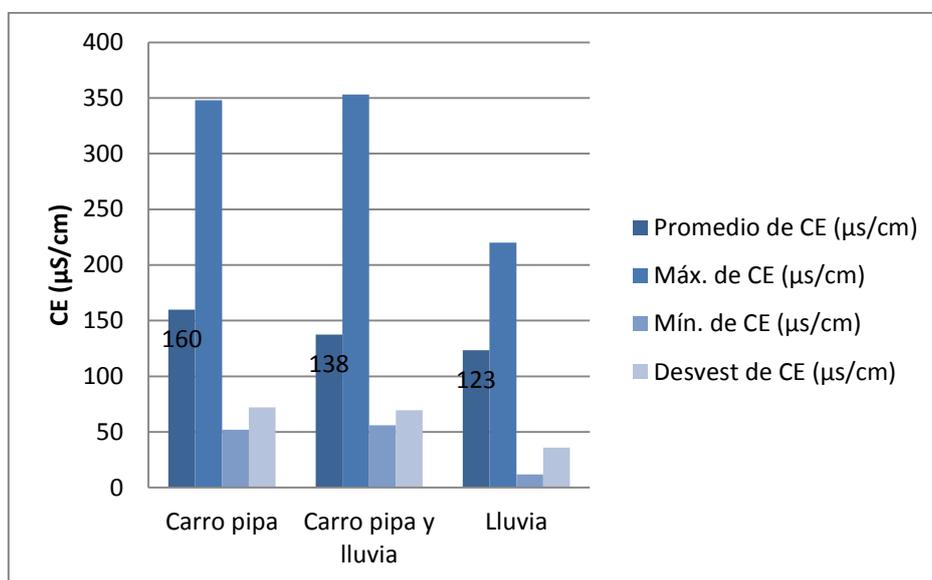


Gráfico 11. Conductividad eléctrica en función de la procedencia del agua en las 8 cisternas CONDRI.

El valor promedio más bajo se corresponde con el agua de lluvia -siempre poco mineralizada debido al proceso de destilación natural del agua- y el valor promedio más alto de camión cisterna -procedente del Rio San Francisco, como agua superficial suele ser más alta que la de la lluvia-.

Por otro lado, se puede ver en el Gráfico 12 la influencia de la procedencia del agua con el porcentaje de muestras conteniendo coliformes fecales. Los análisis de agua de lluvia (37 en total) muestran que el 43% tienen bacterias, ya que probablemente no se tuvieron los cuidados adecuados como se expone en los siguientes apartados. Las aguas con camión cisterna (31 análisis) y sus mezclas (55 análisis) tienen con menos frecuencia bacterias (23 y 22% respectivamente).

Sin embargo, tal y como se vio durante revisión bibliográfica sobre los factores que influyen en la calidad del agua en las cisternas de captación de agua otros estudios han encontrado la relación inversa: más bacterias en aguas de camiones cisterna que en las de lluvia. Es posible que las recientes inspecciones a los camiones cisterna hayan mejorado la calidad del agua en

el intervalo de tiempo del estudio y las aguas con sus mezclas pueden estar teniendo menos bacterias que las de sólo lluvia gracias al cloro inherente al camión cisterna.

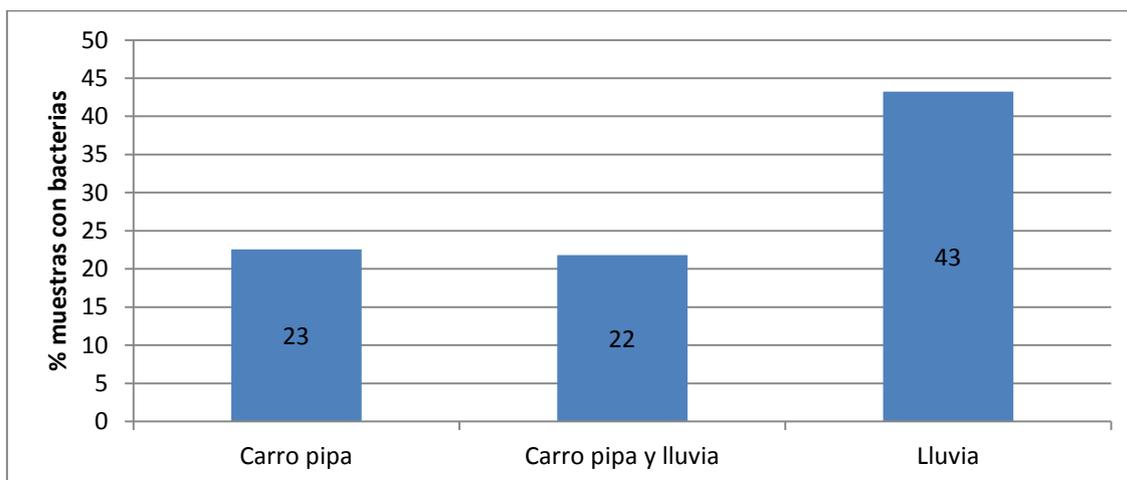


Gráfico 12. Porcentaje de muestras con coliformes fecales en función de la procedencia del agua en las 8 cisternas CONDRI.

• **Lluvias**

En la Gráfico 13 se muestra el número de bacterias con el tiempo de monitoreo. Si relacionamos además, el tiempo con las lluvias de este intervalo - que ocurrieron en los días 17 de diciembre 2013, 29 de enero, 6 de febrero y 17 de febrero del 2014- podemos 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 las lluvias.

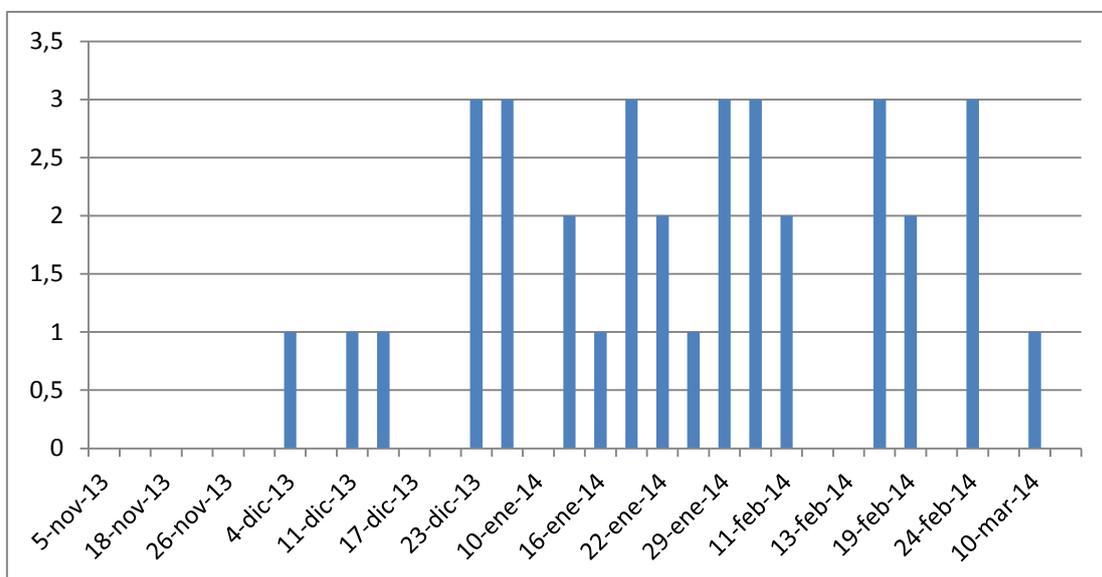


Gráfico 13. Número de muestras con bacterias durante el periodo de muestreo (5 noviembre a 13 Marzo)

No obstante, hay q tener en cuenta que las lluvias en las comunidades del proyecto tiene una alta variabilidad espacial, afectando cada lluvia sólo a algunas comunidades en concreto. De hecho, nunca llovió simultáneamente en todas las cisternas monitoreadas. Por ello, resulta más apropiado estudiar está relación agrupadas por intervalos de tiempo que miden el tiempo transcurrido desde la última lluvia al tiempo de medición (ver Gráfico 14). 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.

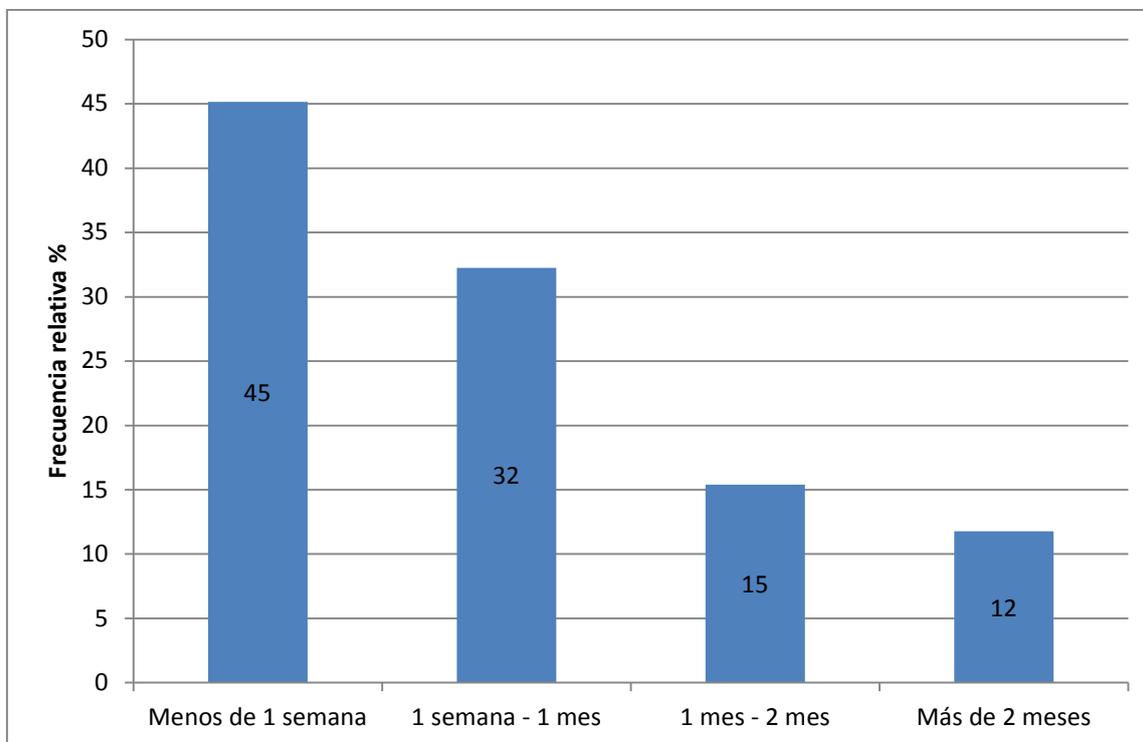


Gráfico 14. Porcentaje de número de muestras con coliformes fecales en función del tiempo transcurrido después de las lluvias.

- **Retirada de las primeras aguas**

Se ha estudiado la eficacia de la retirada de las primeras aguas, clasificando las escuelas que tenían agua de lluvia (sola o mezclada con camión cisterna) según si realizaban o no la retirada de las primeras aguas (información presentada en la Tabla 6 de la metodología).

Tal y como se presenta en el Gráfico 15 se puede apreciar que 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.

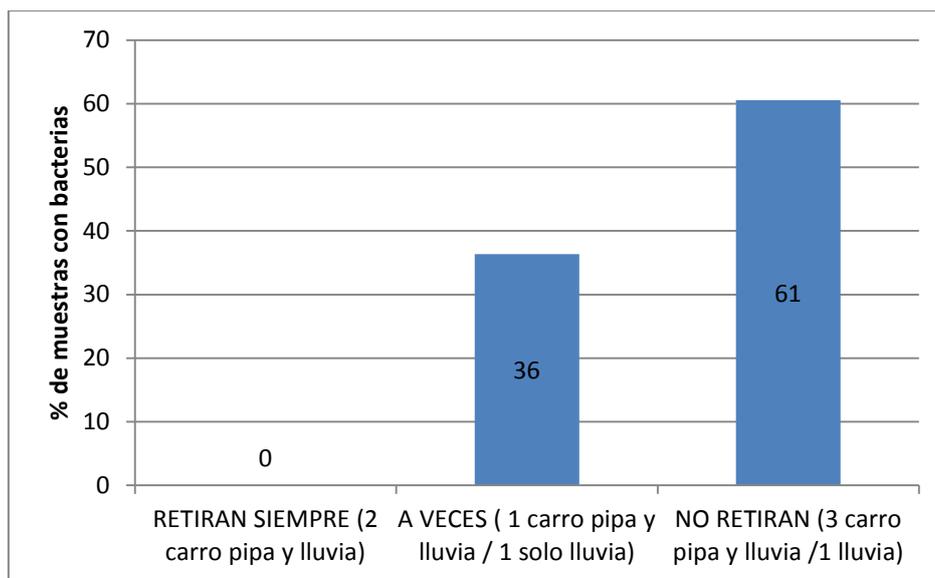


Gráfico 15. Porcentaje del número de muestras con coliformes fecales en función de la retirada de las primeras lluvias y especificado la procedencia del agua de las 8 escuelas CONDRI.

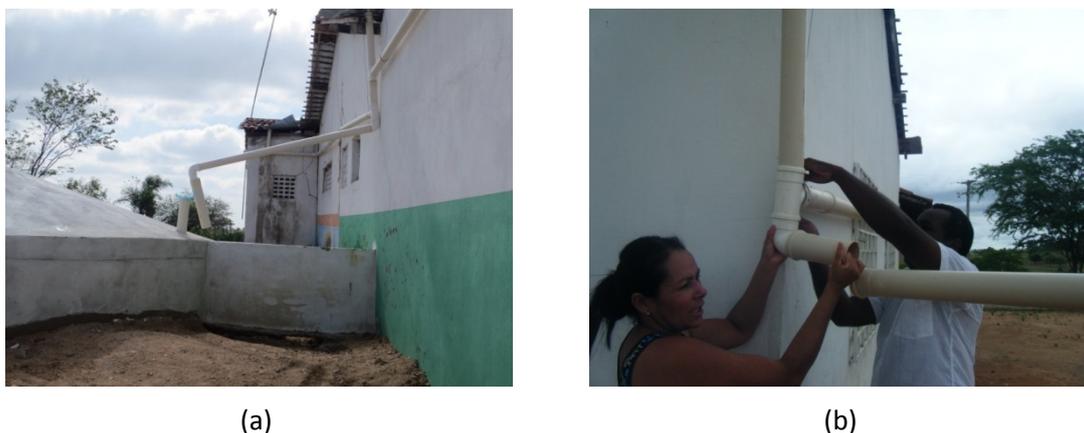


Figura 19. Fotos de escuelas donde se retiraron las primeras aguas de lluvia manualmente: (a)- Lagoa dos Cágados (Major Isidoro) y (b)- Cova do Casado (Canapí).

Estos resultados nos indican, que tal y como señalan muchos de los informes consultados durante la revisión del estado del arte (ver por ejemplo Nóbrega, 2011), la retirada de las primeras aguas es una medida clave a tener en cuenta 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, pone de relevancia que la mayoría de las veces que aparecía contaminación en una muestra la escuela estaba cerrada por vacaciones (ver Gráfico 16).

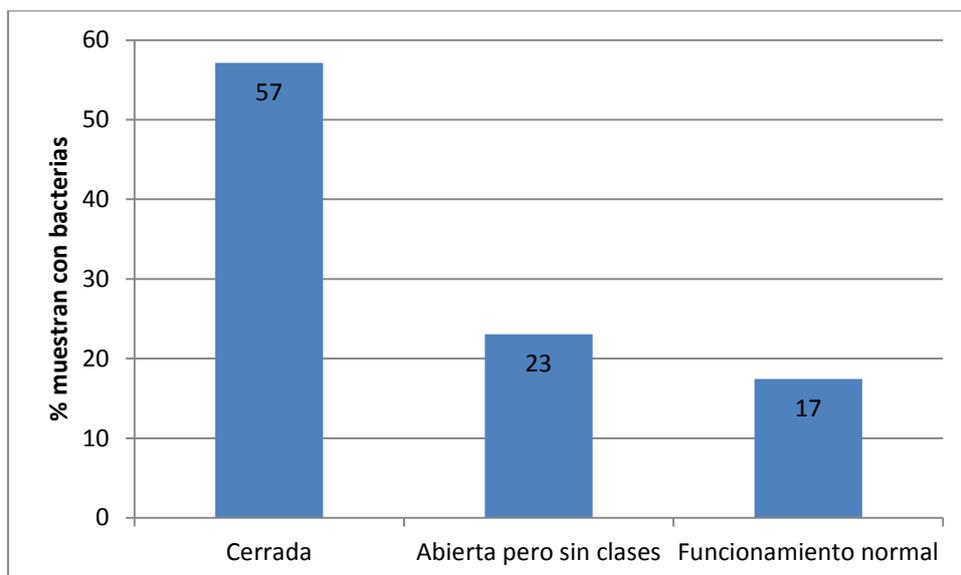


Gráfico 16. Porcentaje de coliformes fecales en función de la situación de la Escuela

A pesar de que el periodo de muestreo no permite extraer una conclusión al respecto, probablemente esta situación está relacionada con el hecho de que al estar la escuela cerrada no se retiran las primeras aguas en todas las escuelas, ya que a veces no había nadie para encargarse de ello.

- **Punto de muestreo**

Los resultados extraídos al analizar la contaminación de las muestras por coliformes en los distintos puntos de muestreo, ponen de relevancia que en la mayoría de los casos existe una reducción de contaminación biológica en el punto de consumo con respecto al del almacenamiento (ver Gráfico 17).

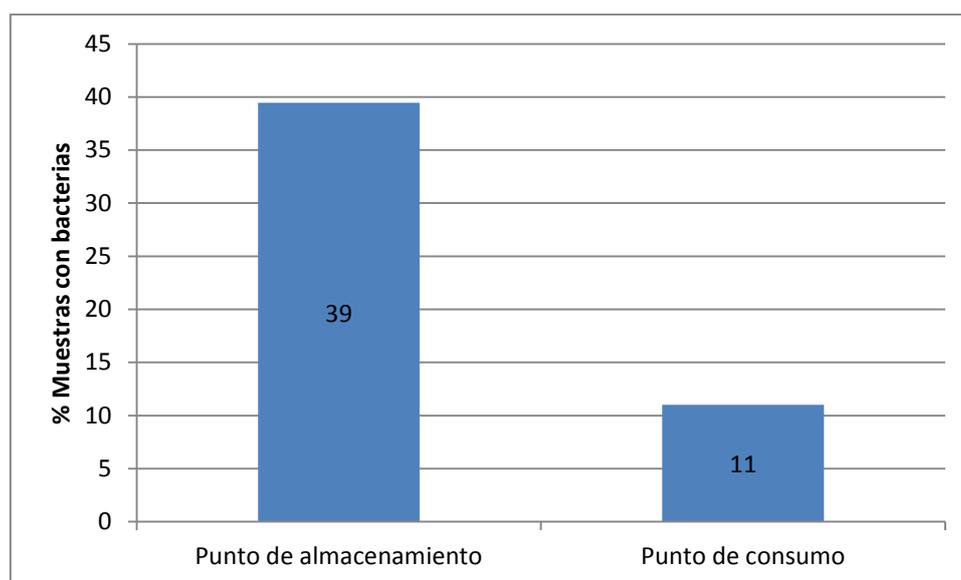


Gráfico 17. Porcentaje de muestras con coliformes fecales en función del punto de colecta del análisis en las 8 cisternas CONDRI.

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 (ver Figura 20 (d)). Además, el uso de filtros (utilizados en el 68% de las escuelas) y el uso de cloro (utilizado en el 47% de las escuelas), también está beneficiando esta reducción (ver Figura 20 (a), (b), (c)).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 20. Fotos de las escuelas del tratamiento del agua y los cuidados higiénicos

- **Lavado de la cisterna**

Los resultados presentan que el pH de las cisternas sin lavar es mucho más alto que el de las cisternas lavadas adecuadamente. Así el valor promedio de los 58 análisis de cisternas lavadas es de 8,8, mientras en cisternas que están mal lavadas o no se lavaron correctamente el promedio es 10 de 25 de los análisis realizados (ver Gráfico 18).

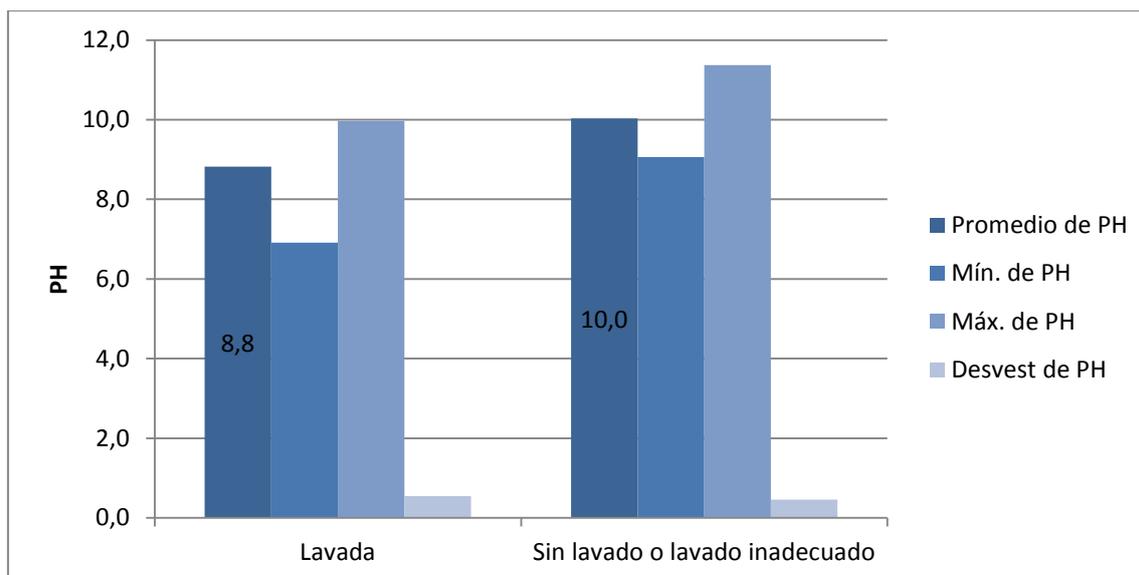


Gráfico 18. pH de las cisternas en función del lavado

Es importante destacar aquí, que se ha podido constatar una gran dificultad en el lavado de las cisternas. Así, estos resultados están relacionados con los encontrados en la evaluación técnica de la obra civil (ver apartado 4.1.4) en donde se constató que la boca de hombre (o trampilla) de las cisternas es demasiado pequeña.

En la Figura 21 (a) se muestra el cemento flotando en la cisterna cuyo pH era superior a 10 en la gráfica anterior. Por su parte, en la Figura 21 (b) se puede ver como se está vaciando una cisterna con mangueras sifonada para poder lavarla.



(a)



(b)

Figura 21. Fotos de las cisternas CONDRI: (a)- agua con cemento y (b)- vaciado del agua de la cisterna.

4.2.5. Otros aspectos evaluados

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

- **Barreras sanitarias de prevención**

Tal y como se presentó en los resultados de la revisión bibliográfica de este capítulo, la existencia de barreras sanitarias de prevención son muy importantes para garantizar la calidad del agua en los sistemas de captación de agua. 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 que 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 22 (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 22. Fotos de las dos redes o mayas de las cisternas CONDRI después de las lluvias.

- **Capacitaciones de los beneficiarios**

La educación sanitaria, es otro de los puntos identificados como prioritarios en la revisión de la literatura en relación a la calidad del agua en los sistemas de captación de agua de lluvia. En este sentido, el proyecto de cisternas escolares siendo implementado, incluye a la construcción de las infraestructuras una capacitación en la que se incorporan aspectos importantes para el cuidado del agua. Sin embargo, cuando se llevó a cabo la evaluación, no se habían realizado todavía todas las capacitaciones en los municipios donde se encontraban construidas las 19 cisternas.

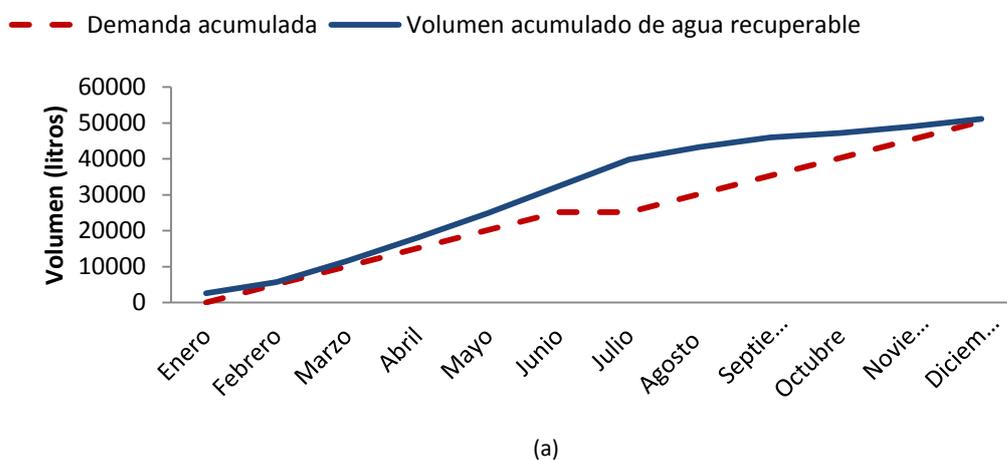
Los resultados del análisis de estas capacitaciones se presentarán en más detalle en el epígrafe 4.3.1 (ya que estas capacitaciones son claves en la evaluación de las mejoras de las condiciones de vida conseguidas por el proyecto), sin embargo merece la pena destacar aquí que, en opinión del equipo evaluador, los materiales de la capacitación (proporcionados por el equipo de CONDRI) contienen los aspectos más 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; y la importancia de la limpieza del tejado, de la cisterna y de las tuberías). La mayor debilidad encontrada en dichos materiales, es que en los mismos se especifica que no se debe juntar el agua de lluvia con otras fuentes. Esto es algo lógico cuando en lo relacionado con el agua de presas y embalses; sin embargo, en los materiales también se especifica que no se debe 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 va explicar a continuación).

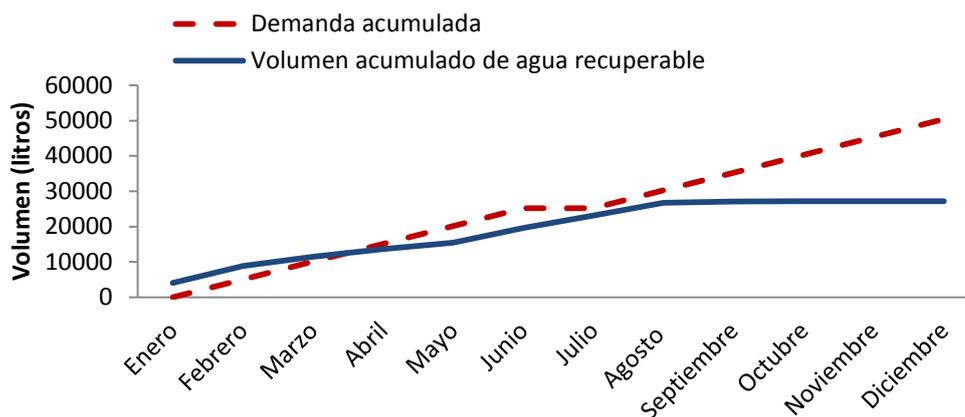
- **Probabilidad de que las cisternas se llenen con agua de lluvia**

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 que las enormes diferencias entre las escuelas beneficiarias (con números de alumnos que van entre los 13 y los 540, con más de la mitad de las escuelas con entre 20 y 80 alumnos matriculados), todas ellas 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 ANA (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 m²; 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 (Gráfico 19 (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 (Gráfico 19 (b)).





(b)

Gráfico 19. 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.

Teniendo en cuenta, la enorme variabilidad temporal y espacial de las precipitaciones en el semiárido Alagoano (Emerson, 2012), es muy difícil saber cuántas cisternas se van a llenar solo con el agua de lluvia, pero se puede afirmar que esto no va a ser posible en todas y que dependerá además del año.

4.3. Resultados de la evaluación de efectos

Como resultado de la metodología presentada, que consta de el monitoreo de variables cuantitativas, entrevistas, observación, grupos focales y cuestionarios, se han identificado los efectos del proyecto de cisternas escolares que inciden, de una forma más o menos directa, en las condiciones de vida de las comunidades escolares.

Tal y como se presentó en el capítulo de metodología, los efectos del proyecto están estrechamente relacionados unos con otros; aunque para facilitar la lógica de la evaluación han sido clasificados en tres grupos: efectos directos, que son consecuencia directa de la ejecución del proyecto; efectos intermedios, que son a su vez consecuencia de estos efectos directos; y efectos finales, los cuales son consecuencia de los efectos intermedios e inciden directamente sobre los beneficiarios (ver Figura 8).

En los siguientes epígrafes se describe con mayor detalle la relevancia de los efectos del proyecto sobre las capacidades de la comunidad escolar y sobre cada uno de los efectos finales definidos como parte de la lógica de la evaluación (a excepción del efecto de preocupación que se ha visto que es transversal a todos los demás), y se identifican los aspectos que pueden estar favoreciendo o limitando una mayor relevancia de los mismos.

Finalmente, en el último epígrafe del apartado se presentan los resultados de las valoraciones de los efectos del proyecto por parte de los beneficiarios, tanto para las valoraciones individuales a cada uno de los efectos como para las valoraciones globales al proyecto.

Aunque los efectos directos e intermedios no son objeto de ningún epígrafe en específico (a excepción de las capacidades de la comunidad escolar que son consideradas clave en este componente de la evaluación) es importante destacar que se abordan de forma transversal al detallar todos los efectos directos.

4.3.1. Efectos sobre las capacidades de la comunidad escolar

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 es explicada la importancia de cuidar el agua de la cisterna y los procedimientos necesarios para ello.

Sin embargo, los resultados del estudio evidencian claramente 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 establecen 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 por el proyecto, lo cual supone una limitación importante en los efectos del mismo.

No obstante, el estudio también pone de relevancia que esta limitación se está viendo mitigada gracias a los proyectos de cisternas domiciliarias que se desarrollan en la región de manera paralela y sus capacitaciones. Estos proyectos proliferan en la región 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 cisternas escolares.

Esta importancia de las capacitaciones de otros proyectos se puede ver en la Figura 23, donde se muestran los códigos fruto de la codificación inductiva de los segmentos categorizados bajo el código “capacidades de la comunidad escolar” (ver Tabla 13) que emergen de un mayor número de grupos focales y entrevistas. También se puede ver en esta figura cómo 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 en las capacitaciones), y que a las capacitaciones están asistiendo demasiados niños y niñas.

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

Figura 23. Códigos que emergen más frecuentemente en la codificación inductiva de los efectos en las capacidades

Otro dato interesante y que merece la pena mencionar en relación a lo que se observa en la figura 23, 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 (ver epígrafe 4.2.3), 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 explica con mayor detalle 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 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 (únicamente uno de los nueve vigilantes y dos de los doce trabajadores de limpieza y cocina, manifestaron durante las diversas técnicas de recogida de datos de la investigación, haber participado en capacitaciones del proyecto).

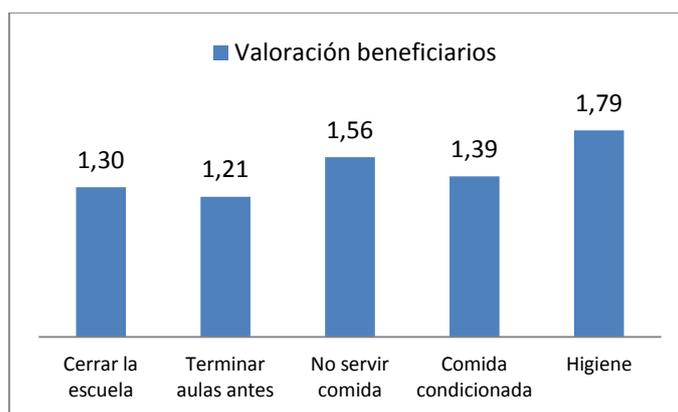
Por otro lado, es importante destacar que en el marco del proyecto no existe ningún mecanismo definido sobre cómo los participantes en las capacitaciones pueden transferir los conocimientos adquiridos al resto de sus comunidades escolares, lo que ha hecho que en

ninguna de las 9 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 por el mismo (que en muchas ocasiones no son sólo las comunidades escolares sino también las de vecinos) participar en el proyecto. 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.

4.3.2. 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 los que, tal y como se puso de relevancia en la línea de base del estudio 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, el Gráfico 20 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.



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

Gráfico 20. Valoración de los indicadores de efectos del proyecto en el funcionamiento

Sin embargo, durante el período de recogida de datos de la evaluación, ha sido difícil encontrar evidencias sobre la relevancia de los efectos del proyecto sobre el funcionamiento de las escuelas, a excepción de las mejoras relacionadas con la higiene de la escuela.

El que los aspectos de higiene hayan sido los más fáciles de evaluar se deben a dos motivos principales. En primer lugar el hecho de que la limpieza es el uso del agua en el que las escuelas primero ahorran cuando comienza a haber problemas de agua. Y en segundo lugar, al hecho de que comunidades escolares 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 evaluar 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 incidencia en 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 este sentido, el Gráfico 21 y el Gráfico 22 muestran los resultados del análisis cuantitativo para los aspectos de: % de faltas de los alumnos a clase y duración media en horas de funcionamiento.

En el Gráfico 21, que muestra el porcentaje de alumnos que faltan a las escuelas a lo largo del periodo estudiado, se puede observar que dicho porcentaje se incrementa en las escuelas los primeros días de aula después de las vacaciones, y los lunes de cada semana, que es el día de mercado en Major Izidoro, lo cual propicia que menos padres lleven a sus hijos a la escuela. No obstante, no se detectan diferencias ni patrones en la asistencia de los alumnos a las escuelas derivadas del proyecto durante dicho periodo.

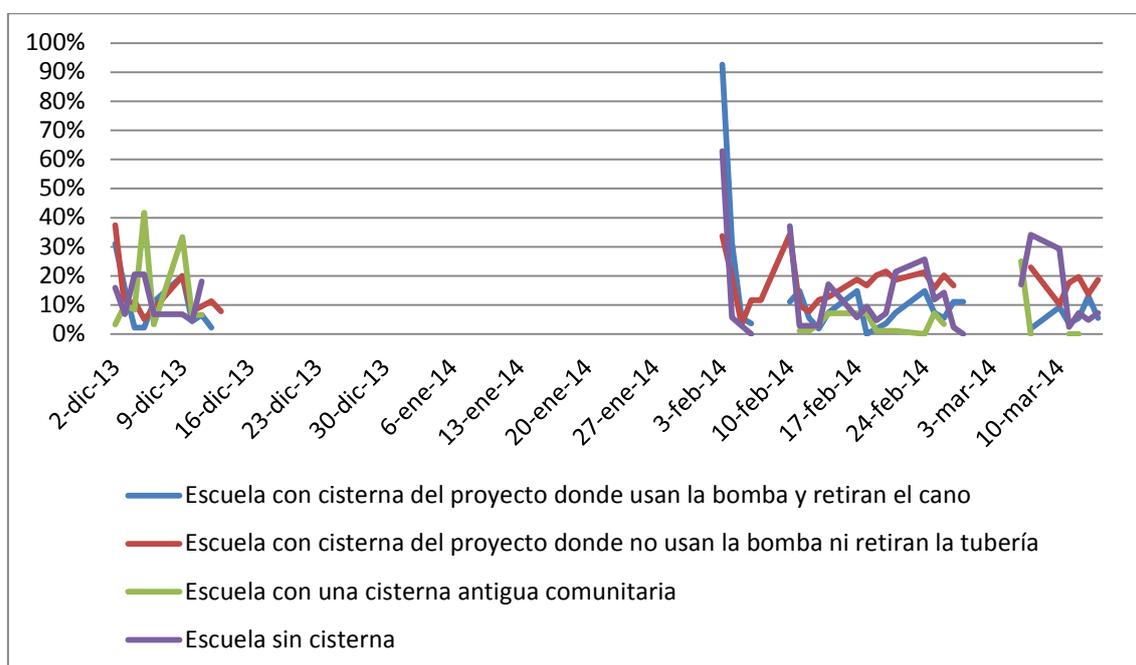


Gráfico 21. Porcentaje de alumnos que faltan a la escuela en el turno de mañana para cada una de las cuatro escuelas monitoreadas en el estudio de caso

De forma similar sucede con el número de horas de aula del turno matutino de las escuelas, cuyos resultados se muestran en la Gráfico 22. Todas las escuelas estudiadas realizaron cuatro horas de aula matutina durante los días lectivos del periodo estudiado. Se observan algunas variaciones, como por ejemplo en las horas de aula de la escuela E.M.E.F – Dom Vital en Sítio Tanquinhos (escuela que corresponde en el estudio de caso a la escuela sin cisterna), que generalmente ofrece una vez a la semana, una aula de lectura que incrementa en una hora el horario de funcionamiento del turno matutino de la escuela, o la variación ocurrida el 11 de Marzo de 2014 en la escuela E.M.E.F. Sílvio Amaral en Riachao dos Alexandres (la cual corresponde a la escuela con cisterna del proyecto donde no usan la bomba ni retiran la tubería), la cual canceló las aulas una hora antes de lo habitual en señal de luto por la muerte de un miembro de la comunidad escolar. Ninguna de las diferencias encontradas se corresponde por tanto con la existencia de la cisterna.

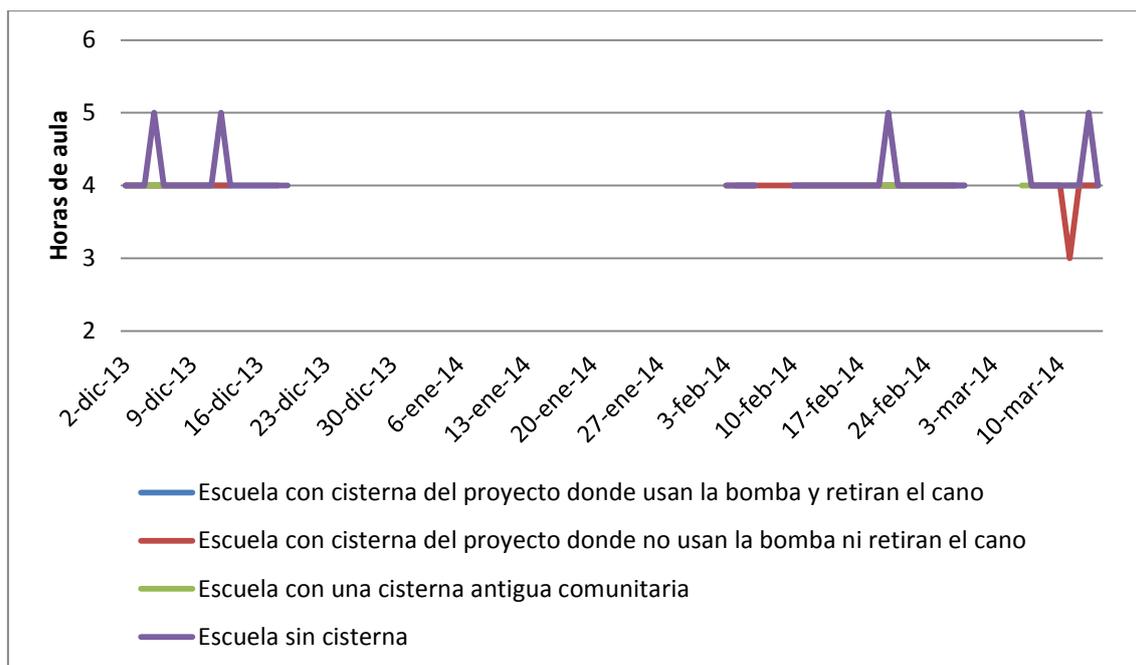


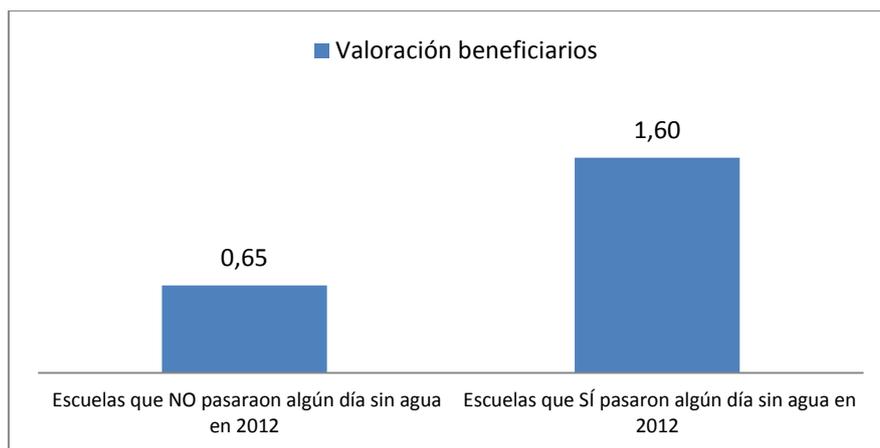
Gráfico 22. Horas de funcionamiento del turno de mañana para cada una de las cuatro escuelas monitoreadas en el estudio de caso

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, es importante destacar la valoración positiva de todos los actores entrevistados sobre el potencial del proyecto de mejorar este funcionamiento en situaciones de emergencia (que no son infrecuentes en la región).

Además, es importante también dejar constancia de que la relevancia de estos efectos no será 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 el Gráfico 23, donde se muestra las diferencias en las valoraciones dadas por los beneficiarios para 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.



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

Gráfico 23. Valoración de los indicadores de efectos del proyecto en el funcionamiento según la falta de agua de las escuelas evaluadas.

4.3.3. 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 implicando la **aparición de nuevos usos del agua en las escuelas** que probablemente 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 y mejoran su calidad y su diversidad.

De las nueve escuelas evaluadas, se han identificado tres escuelas que han planificado el plantío 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 debido a la escasez de lluvias. 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.

También se ha identificado 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 la cisternas se ha puesto en marcha el proyecto "Mais Educaçao" en cuatro de las escuelas evaluadas. En otras dos de las escuelas, ambas con agua canalizada, el proyecto ya se había puesto en marcha con anterioridad a la llegada de la cisterna.

El proyecto "Mais Educaçao" 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 cisternas escolares, que facilita o incluso llega a permitir la realización del “Mais Educaçao” en escuelas que con anterioridad a la cisterna, no contaban con las condiciones de disponibilidad de agua de calidad necesarias.

Por último cabe mencionar que el potencial para permitir nuevos proyectos y aumentar la diversidad de usos de agua en las escuelas del proyecto de cisternas escolares se ve limitado por la falta de infraestructuras o de espacio de muchas de las escuelas. Este es el caso de la escuela E.M.E.F. Sílvio Amaral en la comunidad Riachao dos Alexandres en Major Izidoro, en donde la comunidad manifiesta que los alumnos no pueden lavarse las manos por carecer de la infraestructura necesaria para ello. También es el caso 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.

4.3.4. 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. De hecho, el estudio concluye que el proyecto en el momento de ser evaluado no contribuye a mejorar los aspectos de salud debido principalmente a cuatro condicionantes principales que se detallan a continuación.

- **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, pero es probable que sean significativos durante las épocas en las que los síntomas de enfermedades hídricas se disparan.

Como se observa en el Gráfico 24 donde se presentan los resultados del estudio de caso cuantitativo en relación al % de alumnos con enfermedades hídricas, la incidencia de síntomas como la diarrea o el dolor de barriga raramente llegó a superar el 1% del total de alumnos de las cuatro escuelas durante los meses monitoreados. En consecuencia, no se han podido identificar diferencias significativas en las escuelas que puedan atribuirse a la construcción de las cisternas. Cabe señalar que mientras que las percepciones de la comunidad escolar y los

riesgos de la captación de agua de lluvia señalan la época de lluvias como la época de mayor incidencia de enfermedades hídricas, el monitoreo de enfermedades hídricas se realizó de principios de diciembre hasta mediados de marzo, coincidiendo únicamente con la época seca y con largos periodos de vacaciones. Por lo tanto cabe suponer que si el monitoreo hubiera transcurrido durante la época de lluvias, los resultados podrían haber sido diferentes y más concluyentes para identificar efectos del proyecto sobre la salud de los beneficiarios.

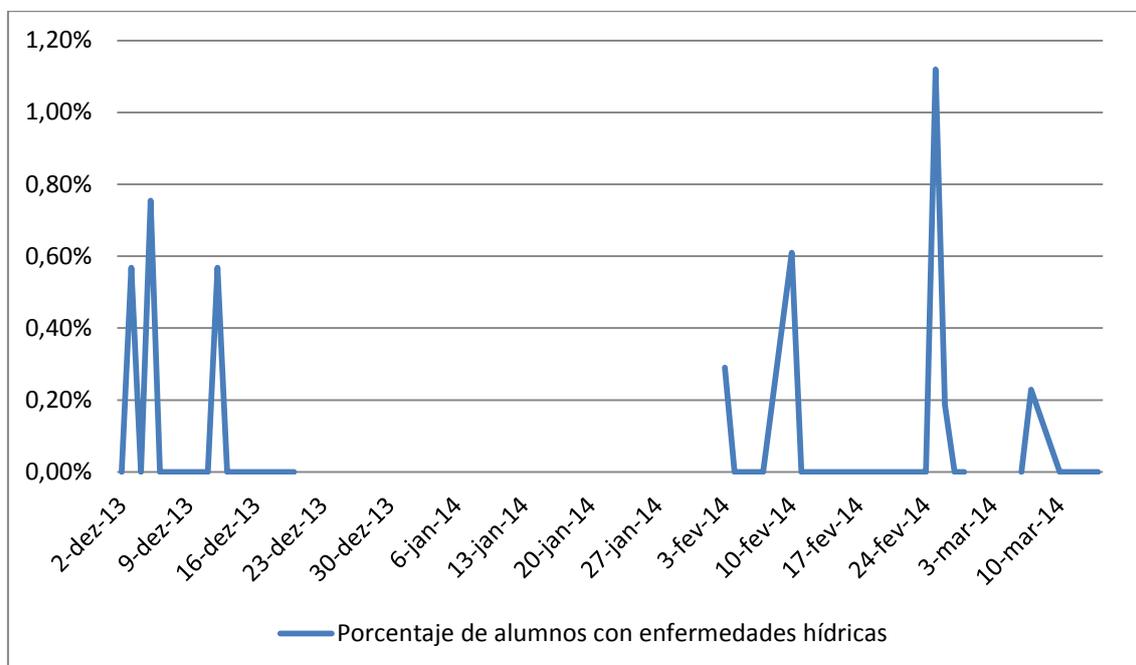


Gráfico 24. Porcentaje de alumnos con síntomas de enfermedades hídricas en las escuelas del estudio de caso

• Escuelas que no llegan a consumir el agua de la cisterna

En 4 de las 9 escuelas evaluadas no se estaba consumiendo el agua de la cisterna en el momento de llevar a cabo la evaluación. En estas situaciones el agua de la cisterna se estaba utilizando para regar el huerto escolar o para auxiliar en la limpieza de la escuela. En consecuencia la relevancia del proyecto cisternas escolares 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 cisternas escolares por lo que tienen dudas sobre si es o no seguro 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.

- **Limitaciones en los efectos sobre las capacidades de las comunidades escolares para garantizar la calidad del agua**

Tal y como se presentó en detalle en los resultados de la evaluación sobre la calidad del agua siendo suministrada por las cisternas del proyecto, existe una relación directa entre la calidad del agua que es consumida en la escuela y las capacidades al respecto de las comunidades escolares. Esto a su vez, repercute claramente en la salud de dichas comunidades.

En este sentido y tal y como se ha visto anteriormente, el proyecto proporciona capacitaciones para que los beneficiarios adquieran los conocimientos necesarios para cuidar el agua de la escuela, y minimizar así riesgos para la salud por consumir agua de lluvia. Sin embargo se han identificado **falta de capacidades en varias de las comunidades escolares para garantizar la calidad de su agua**, las cuales son 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 agua 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, quien tiene la responsabilidad de realizar dichas limpiezas, 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.

- **Consumo de agua fuera de la escuela**

Las comunidades escolares no consumen exclusivamente agua de la escuela; y aunque la calidad del agua que es consumida fuera de la escuela escapa del ámbito de actuación del proyecto, influye de manera importante en la incidencia de enfermedades hídricas de los beneficiarios.

Esta influencia queda por ejemplo reflejada en la Figura 24, 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 “salud” (ver Tabla 13), que emergen de un mayor número de grupos focales y entrevistas. En consecuencia estos códigos condensan las temáticas que han aparecido más frecuentemente al preguntar por la salud en las escuelas a los miembros de las comunidades beneficiarias. El tamaño de dichos códigos representa la frecuencia de aparición.

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

Figura 24. Códigos que emergen más frecuentemente en la codificación inductiva de los efectos en la salud

4.3.5. Efectos sobre la autonomía de las escuelas

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** de cisternas escolares, gracias al aumento de disponibilidad de agua que produce en las escuelas, **reduce la dependencia del agua de las escuelas** que anteriormente era proporcionada por los vecinos de los alrededores, y por el ejército.

Sin embargo, la dependencia que las escuelas tienen con las alcaldías se ve reducida únicamente en la medida en que la escuela es capaz de captar agua de la lluvia, pudiendo llegar a verse incrementada en algunas situaciones⁸.

Así, se han identificado dos factores principales que condicionan la relevancia del proyecto respecto a la autonomía de las escuelas: la participación de las alcaldías, y la probabilidad de cubrir las necesidades de las escuelas sólo con agua de lluvia. Ambos factores se explican con mayor detalle a continuación.

- **Participación de la alcaldía**

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

⁸ Sería el caso de una escuela que con anterioridad al proyecto cisternas escolares se abastecía gracias a los camiones cisterna del ejército, o gracias al agua de los vecinos, y que a raíz del proyecto si no consigue captar agua de la lluvia, pasa a depender principalmente del agua del agua que proporciona la alcaldía.

suficiente. De esta forma con el proyecto se crea o se consolida una relación de dependencia entre las escuelas y la alcaldía que no siempre existía con anterioridad al proyecto (de ahí que la dependencia con la alcaldía pueda aumentar).

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). En la mayoría de los casos esta relación con la alcaldía, a través de la secretaría de educación es buena. Las comunidades escolares asumen la dependencia de la alcaldía como algo imprescindible y necesario que no les plantea mayor problema o preocupación.

Sin embargo se ha identificado que dentro del universo de escuelas beneficiarias del proyecto existen escuelas, generalmente aisladas, que están más desatendidas por sus alcaldías. Para estas escuelas la disminución de la dependencia con la alcaldía y el aumento de su autonomía seguramente sean mejoras mucho más valiosas.

Durante las entrevistas realizadas en alcaldías y sindicatos se identificó también 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 y no realicen los servicios de abastecimiento, mantenimiento y limpieza.

- **Captación de agua de lluvia**

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 Gregorio 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 durante una parte importante del año. No obstante **no garantiza la autonomía en todas las situaciones y depende de diversos factores** como: i) la cantidad de lluvia; ii) el consumo de agua en la escuela, el cual suele ser proporcional al número de alumnos de la escuela y que según lo observado suele rondar los 3 litros al día por alumno; iii) el potencial de captación de agua de la cisterna, el cual depende de factores como la superficie de captación del tejado, la canalización que recoge el agua de lluvia, etc; y iv) las capacidades y la involucración en el proyecto de la comunidad escolar. En el apartado 4.2.5 de este informe se ha llevado a cabo un análisis del potencial de las cisternas para llenarse con agua de lluvia.

4.3.6. 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 afectadas por este tipo de situaciones.

En este contexto, el proyecto de cisternas escolares **tiene un claro potencial para solucionar este problema** en aquellas escuelas en las que se presenta reduciendo las preocupaciones de la comunidad escolar. 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 la situación de otra de las escuelas estudiadas, donde los conflictos se han incrementado a consecuencia del proyecto.

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, merece la pena entender algo más sobre los factores que condicionan los conflictos entre la escuela y la comunidad con el fin de evitar conflictos en este tipo de proyectos en el futuro.

- **La necesidad de separar el agua de la escuela del agua de la comunidad vecinal**

Gracias a las cisternas de 52.000 litros que proporciona el proyecto cisternas escolares 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.

- **La importancia de la existencia de proyectos de construcción de cisternas domiciliarias**

Gracias al "Programa Cisternas" promovido por el gobierno brasileño (ver más información sobre el Programa en el capítulo 2) las comunidades rurales del semiárido alagoano han sido o están siendo dotadas de cisternas domiciliarias de captación de agua de lluvia. Estas cisternas domiciliarias aumentan 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, los hallazgos del estudio de evaluación permiten valorar de manera muy **positiva la integración de las diferentes estrategias siendo desarrolladas** tanto por el gobierno como por distintas organizaciones sociales y empresas, con el objetivo de universalizar el acceso al agua desde distintos sectores (domiciliarios, productivos y escolares). Además, es importante destacar que esta integración es relevante para potenciar varios de los efectos finales estudiados y no sólo para reducir los conflictos.

- **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, organizar un reparto equitativo y justo del agua es un verdadero reto.

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 no son infrecuentes 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.

Esta necesidad de que los vecinos entiendan las necesidades de la escuela, y también la necesidad de controlar el acceso a la cisterna escolar, aparecen reflejadas en la Figura 25 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 13).

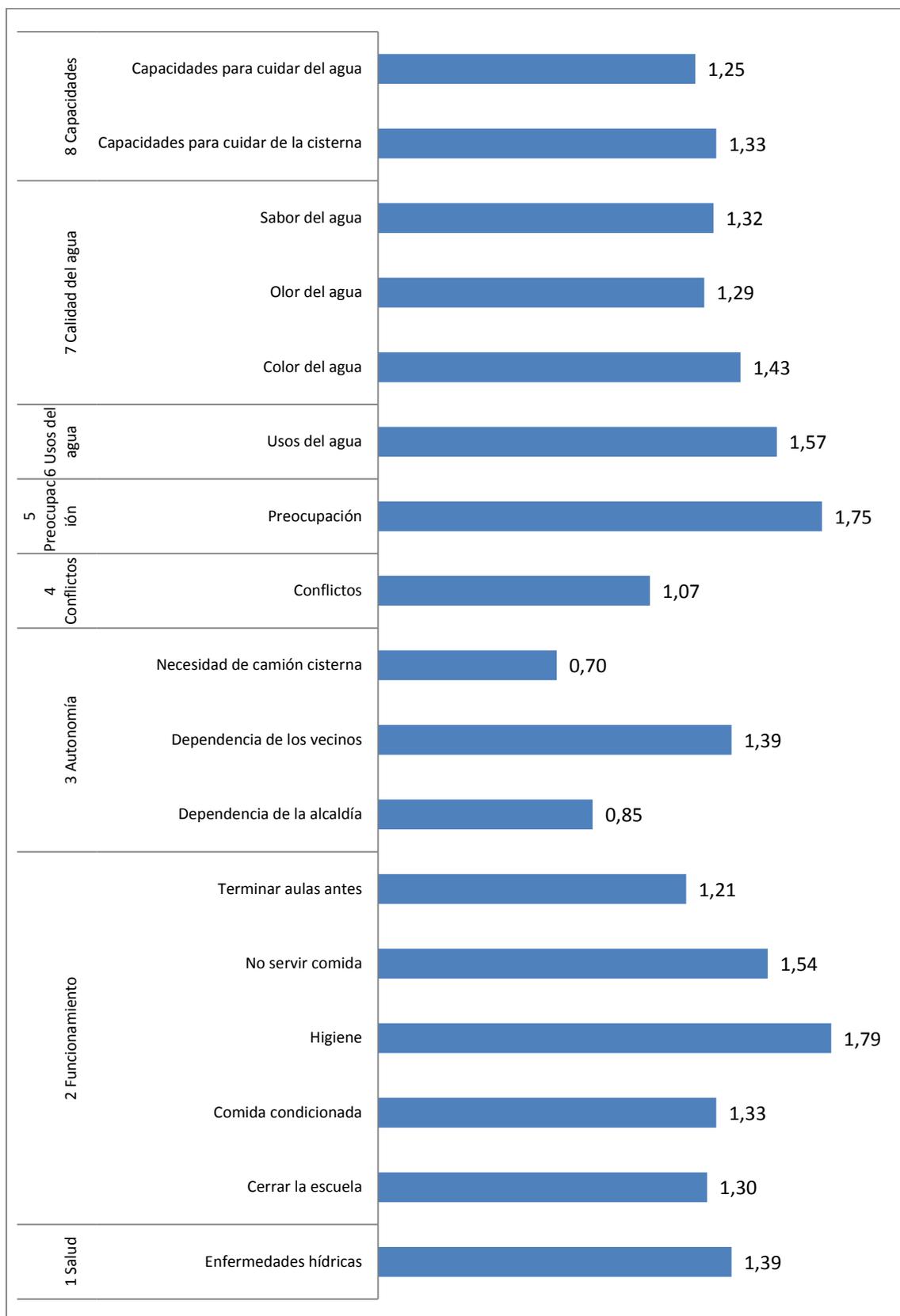
Control y cuidado del agua, Agua del ejército, Cisternas domiciliarias, Entender las necesidades de la escuela, Control de acceso a la cisterna, Límite de consumo

Figura 25. Códigos que emergen de la codificación inductiva de los efectos sobre los conflictos

4.3.7. Valoración de los efectos del proyecto por los beneficiarios

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

En primer lugar, el Gráfico 25 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 Tabla 9 y Tabla 10 realizadas).



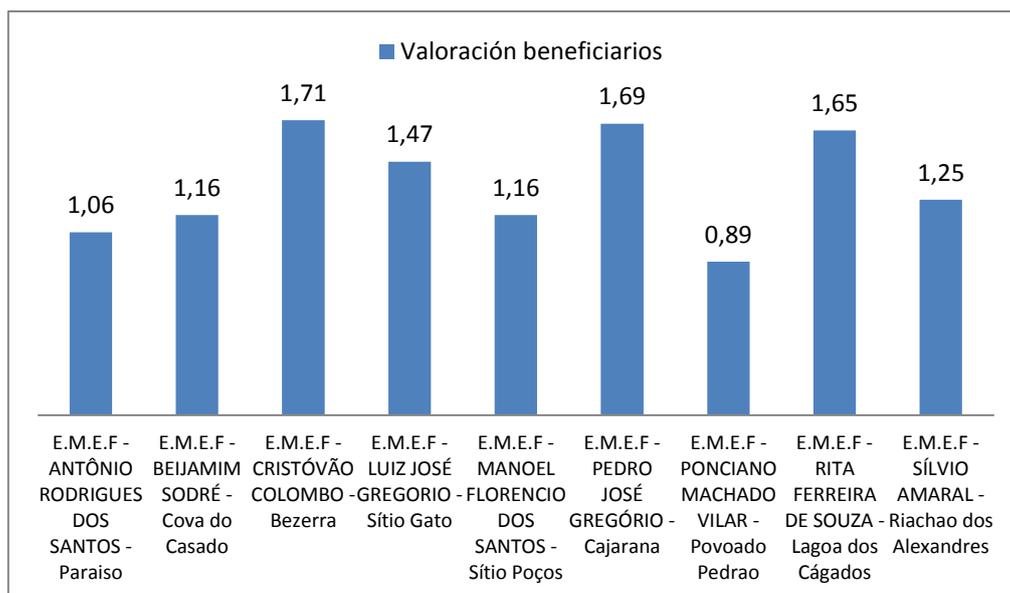
Escala numérica para valorar los indicadores: -1 Empeora; 0 No varía; 1 Mejora un poco; 2 Mejora mucho

Gráfico 25. Valoración de los beneficiarios de los indicadores de efectos del proyecto

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 apartado. Así los indicadores de higiene y preocupación y usos del agua aparecen como muy bien valorados, mientras que los indicadores relacionados con la autonomía (dependencia de la alcaldía y necesidad del camión cisterna) no son tan valorados dada la poca probabilidad de que las escuelas puedan cubrir sus necesidades sólo con agua de lluvia.

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 apartado 4.4, pero por ejemplo en relación al Gráfico 25, merece la pena tener en cuenta que se han recogido percepciones de los beneficiarios en relación a la calidad del agua en escuelas donde no necesariamente se estaba consumiendo el agua (por lo que aunque sí que los datos nos sirven para conocer las sensaciones de los beneficiarios, no nos sirven para conocer la relevancia global de estos efectos).

En el Gráfico 26, se muestra la valoración global de los efectos del proyecto por escuela y por municipio.



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

Gráfico 26. Valoración media por escuela de los efectos globales del proyecto

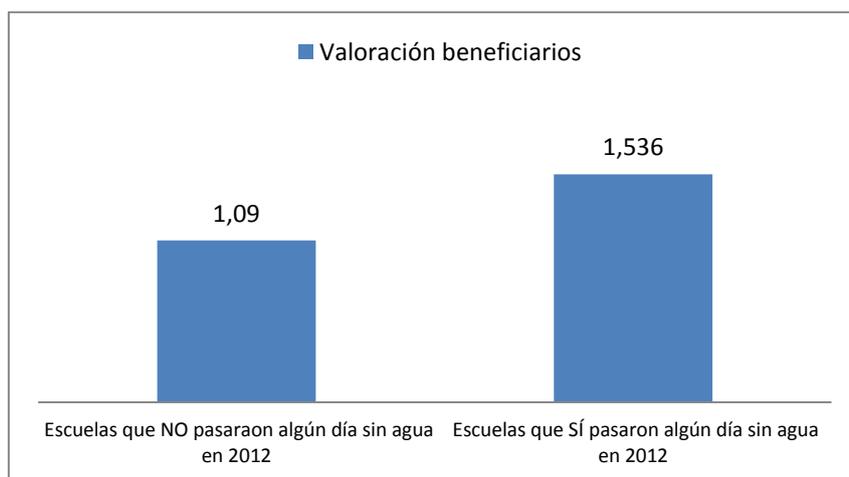
Se puede observar que las escuelas del municipio de Major Izidoro, en particular la escuela E.M.E.F Pedro José Gregório en la comunidad Cajarana, son las escuelas que mejor valoran el proyecto de cisternas escolares; mientras que las tres escuelas del municipio Olho d'Água das Flores son las escuelas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

Tal y como se ha visto en los epígrafes, 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.

Cabe señalar que la escuela E.M.E.F Pedro José Gregório en la comunidad Cajarana, es la única escuela de las nueve evaluadas que ha conseguido funcionar durante meses abasteciéndose de forma autónoma con agua de la lluvia, lo cual explica en parte la buena valoración del proyecto.

La relación entre la valoración global del proyecto, y el hecho de que la tuviera o no falta de agua en el 2012 (ver Escala numérica para valorar los indicadores: -1 Empeora; 0 No varía; 1 Mejora un poco; 2 Mejora mucho

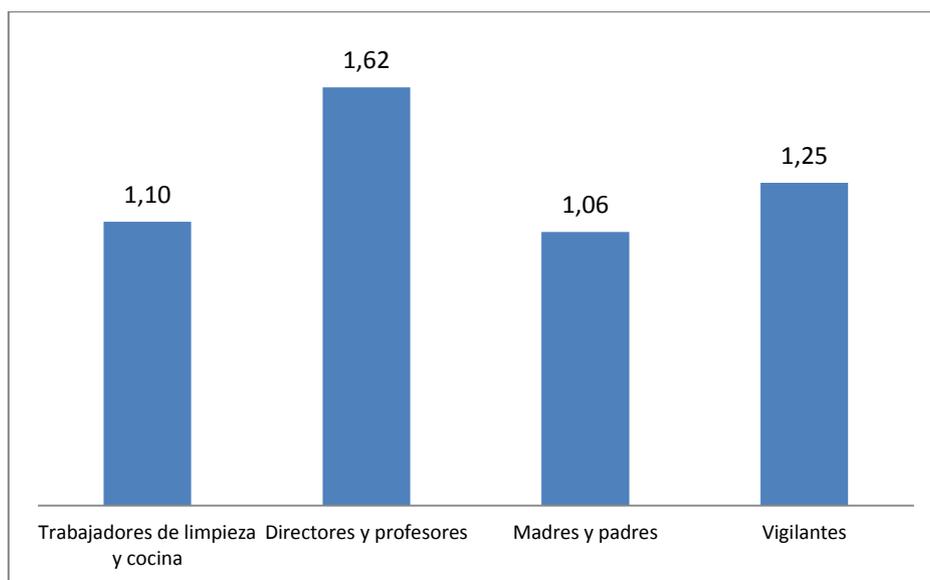
Gráfico 27) viene a apoyar la hipótesis anteriormente enunciada de que la relevancia de los efectos del proyecto es proporcional a los problemas de falta de agua que sufre la escuela.



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

Gráfico 27. Valoración media de los indicadores de efectos del proyecto según la falta de agua de las escuelas evaluadas.

Por otro lado, al observar la valoración del proyecto por grupo de actores (ver Gráfico 28), se identifica que los directores y profesores son los miembros de las comunidades escolares que mejor valoran los efectos del proyecto en la escuela.



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

Gráfico 28. Valoración media por grupo de actores de los efectos del proyecto cisternas escolares

Las diferentes valoraciones pueden explicarse por la participación desigual de los distintos grupos de actores en las capacitaciones. Por regla general es el grupo de directores y profesores 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.

4.4. Limitaciones de los resultados

Las principales limitaciones a 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. En este sentido, es importante resaltar que a pesar de que la fase de recogida de información abarcó desde abril de 2013 hasta marzo de 2014 (tal y como se señala en la Tabla 3), la mayor parte de las cisternas fueron construidas entre enero y marzo de 2014.

Tal y como se explicó anteriormente, estas restricciones temporales son debidas a los retrasos en la ejecución del proyecto de cisternas escolares. El componente del estudio más afectado por estos retrasos ha sido la evaluación de los efectos del proyecto, aunque el resto de componentes de la evaluación 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. En esta fase es normal que existan incidencias en las infraestructuras que posteriormente deberán 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, el hecho de que el período de recogida de muestras coincidiese con varias épocas de vacaciones (navidades y carnaval) no ha permitido tomar el mismo número de muestras en todas las escuelas.
- Por parte, también es importante tener en cuenta, que el equipo evaluador no pudo elegir las 8 cisternas sobre las que se llevó a cabo el diagnóstico de la calidad del agua; sino que estas cisternas fueron seleccionadas por ser las únicas de las 19 construidas que habían estado funcionando el tiempo mínimo para poder extraer conclusiones y recomendaciones relevantes.

- **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.
- Además, no se ha podido 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.
- Tampoco se ha podido evaluar el efecto de los consejos gestores en las escuelas, pues únicamente había un consejo gestor formado cuando se recogió la información en las nueve escuelas evaluadas.
- En consecuencia, no ha sido posible llevar a cabo un análisis de los modelos de gestión del agua en las escuelas, tal y como se había planteado en el Plan de Trabajo.
- Finalmente, en relación al estudio de caso cuantitativo sólo se pudieron recoger datos para 42 días (el período de recogida de información coincidió con el mes y medio de vacaciones estivales y con las vacaciones de carnaval). Con tan pocos días de margen, la información recogida no puede ser considerada como representativa ya que no se están cubriendo aspectos y situaciones clave tales como la época de lluvias, las situaciones de falta de agua en las escuelas analizadas, o la existencia de una situación de epidemia de diarrea, etc. En este sentido al analizar descriptivamente la evolución temporal de cada uno de los indicadores en las 4 escuelas, no fue posible evaluar ningún tipo de tendencia por lo que se decidió no llevar a cabo el análisis de la varianza inicialmente previsto.

5. Incidencia del proyecto de evaluación

Tal y como se explica en la metodología, parte del equipo de evaluación ha vivido durante 6 meses en la zona de implementación del proyecto, frecuentado y estando presente en el día a día de las escuelas beneficiarias.

Esta presencia, ha permitido incorporar fuertemente las percepciones de los beneficiarios en la evaluación, pero además ha tenido una serie de incidencias que se han considerado como muy positivas por los diferentes actores involucrados en el proyecto de cisternas escolares.

A continuación se resumen las principales de estas incidencias:

- Muchos de los miembros de las comunidades escolares beneficiarias han tomado conocimiento, o han recibido información sobre el proyecto de cisternas escolares gracias al contacto con el equipo de evaluación.
- Asimismo, varias de las secretarías de educación de las escuelas evaluadas también han conocido el proyecto a través del equipo de evaluación, tomando conciencia de sus responsabilidades al respecto.

- Varios miembros de la comunidad escolar, que no han tenido la oportunidad de participar en las capacitaciones del proyecto, han obtenido capacidades para cuidar el agua y la cisterna fruto de las explicaciones del equipo de evaluación.
- Las frecuentes visitas del equipo de investigación a las escuelas han permitido hacer un seguimiento de la ejecución del proyecto, informando al ejecutor de la situación de las escuelas para que realizara las acciones pertinentes.
- La incorporación de formación de consejos gestores al proyecto, es fruto de reuniones y recomendaciones realizadas por el equipo de evaluación durante la etapa de diseño del proyecto.
- Gracias a la insistencia del equipo evaluador, el ejecutor (CONDRI) ha elaborado un formulario de registro para las cisternas, el cual debe ser firmado por un representante de la comunidad escolar una vez que las actividades del proyecto estén terminadas y la cisterna esté lista para su funcionamiento. Este formulario tiene el objetivo de controlar la finalización de todas las actividades del proyecto y la satisfacción de los beneficiarios en cada una de las escuelas.
- El equipo investigador ha mediado con éxito en el conflicto producido en la escuela E.M.E.F. Cristóvão Colombo en la comunidad Bezerra, en el municipio de Major Izidoro, tras el derribo de la antigua cisterna comunitaria motivado por la construcción de la nueva cisterna para la escuela.
- Se informó de los resultados positivos en coliformes fecales del agua de la cisterna en una de las escuelas beneficiarias cuya agua procedía la Sierra Urubú, y la escuela pasó a usar agua del camión cisterna, mejorando la calidad del agua consumida por la comunidad escolar.
- La metodología participativa utilizada durante la evaluación ha permitido que las partes interesadas compartan e intercambien experiencias con el fin de facilitar la reflexión, el aprendizaje de lecciones y eventualmente la mejora de las políticas. Como parte de estas actividades de intercambio de experiencias se llevó a cabo en Madrid la I Jornada de Bombas Manuales y de Ariete, en la que pudieron participar miembros del equipo evaluador, de IABS y de CONDRI.

6. Conclusiones

6.1. Obra civil e hidráulica

- El proyecto en su globalidad adquiere una pertinencia notable porque responde a una necesaria mejora del acceso a un servicio esencial, el acceso al 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 otras iniciativas similares.
- No obstante el proyecto y su ejecución presentan algunos aspectos negativos, en general fácilmente resolubles:
 - o Carencia de un Proyecto Técnico riguroso que defina el proyecto en todas sus vertientes.
 - o El proyecto sólo contempla un tamaño de cisterna, 52 m³, sin considerar número de alumnos. Es probable que un estudio más profundo estableciese la recomendación de una gradación entre los 16 m³ de las cisternas domiciliarias y los 52 m³ 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 m³ o varias cisternas de 16 m³).
 - o Escasa o ineficiente organización del plan de ejecución.
 - o Carencia de dirección técnica externa al constructor que controle todas las fases del proyecto.
 - o Algunas patologías de carácter ordinario, aunque importantes, en la calidad de la construcción: el acabado irregular de las piezas de hormigón, la baja durabilidad de la bomba y la 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 aprecia una positiva predisposición a reparar las incidencias y a mejorar los sistemas de recogida de agua de lluvia.

6.2. Calidad del agua

6.2.1. Con relación al origen del agua siendo 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.

6.2.2. Con relación a los parámetros básicos de la calidad del agua siendo suministrada por las cisternas escolares

- Los valores físico-químicos de turbidez, conductividad eléctrica y temperatura del agua siendo suministrada por las cisternas, se encuentran todos ellos dentro de los límites aceptables para la salud.
- Aparecen valores de pH fuera de los recomendados [6,5-9,5] en 30% de las muestras de agua analizadas. Además, en un 85% de las muestras 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; ii) la evaporación del cloro durante el transporte del agua en los camiones cisterna; 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, que establece como requisito no presentar ningún coliforme fecal por cada 100 ml. 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.

6.2.3. 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 realizan siempre 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 siendo utilizados por las escuelas antes de utilizar 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 Nº2914/2011- deberían realizarse un monitoreo continuo en las escuelas. Sea el agua procedente de camión cisterna, canalizada o de lluvia.

6.3. Efectos del proyecto

- El estudio 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 el hecho de que las cisternas escolares permiten a las escuelas 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 para almacenar agua (bien sea procedente de la lluvia o del camión cisterna). Esta mayor capacidad para almacenar agua 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 facilita 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 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.
- Por otro lado, 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, la percepción de los beneficiarios es muy baja en relación al 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 de forma clara que las capacitaciones del proyecto no están siendo efectivas para capacitar adecuadamente al conjunto de las comunidades escolares. En este sentido se ha podido observar como 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 está siendo tan sencilla 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.

7. Recomendaciones

7.1. Obra civil e hidráulica

- Comprar materiales para construir soportes adecuados y aumentar el espesor de la solera (15 cm).
- Aumentar el salario de los pedreiros de modo que sea equitativo a la retribución que obtienen con la construcción de las cisternas de primera agua.
- 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 de CONDRI durante las obras y sobretodo en la 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 la fase de puesta en marcha que asegure el correcto funcionamiento previo a la recepción de las infraestructuras y como garantía de sostenibilidad.

7.2. Calidad del agua

- Incorporar un mecanismo que facilite la retirada de las primeras aguas.

Algunos trabajos que se podrían tener en cuenta para mejorar el dispositivo de retirada de primeras aguas utilizando un dispositivo automáticos son: (a)- (Neto, O descarte das primeiras águas e a qualidade da água, 2012); (b)- (Nóbrega, 2011); (c)- (Thomas, 2003); y (d)- (Texas Water Development Board, 2005)].

También se destaca, a continuación, el modelo diseñado en el laboratorio de Hidráulica Aplicada al Desarrollo de la UPM (Figura 26 (a) y (b)). Este sistema consiste en una desviación en T de la tubería hacia un depósito que tiene una válvula con boya flotante, de modo que cuando se llena la boya cierra el paso al depósito de acumulación de las primeras aguas dispositivo cierra y el agua (ya limpia) se dirige a la cisterna de acumulación. El depósito debe tener una capacidad del orden de 100 a 200 litros. Se recomienda incorporar alguno de estos dispositivos, ya que garantiza el desvío de las primeras aguas, son muy económicos y de muy fácil manejo, pudiendo además aprovechar el agua de las primeras lluvias para otros usos.



(a)



(b)

Figura 26. Fotos de la maqueta Sistemas de Recogida de agua de lluvia realizada en el Laboratorio de hidráulica aplicada al Desarrollo (Universidad Politécnica de Madrid): (a)- Maqueta del Sistema y (b)- Foto del dispositivo automático de retirada de primeras agua

- 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:
 - o El sobredimensionado de la cisterna puede ser perjudicial para la calidad del agua, ya que se vacía menos veces impidiendo o dificultando el lavado, que dada las dimensiones de la cisterna, ya de por sí es complicado, como se ha podido observar. 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.
 - o Reforzar en los materiales de capacitación y sobre todo en las capacitaciones la importancia del lavado.
 - o 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 utilizar el agua de la cisterna para el consumo humano.
- 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.
- No instalar mallas y redes en la línea de flujo ya que requieren lavados periódicos que dificultan el mantenimiento. En caso de que igualmente 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.

7.3. Efectos del proyecto

- Reforzar las actividades del proyecto relacionadas con las mejoras de las capacidades de las comunidades escolares. Para ello se propone:
 - o Realizar capacitaciones individuales en cada una de las escuelas beneficiarias intentando que acudan representantes de los diferentes grupos de actores incluidos en las comunidades escolares.
 - o 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.
 - o 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.
 - o 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.
 - o 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.
 - o El horario y lugar de las capacitaciones debe adaptarse a la disponibilidad de los beneficiarios, facilitándose transporte en caso necesario.
 - o 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 las actividades relacionadas con la creación de los consejos gestores del agua. La idea de la creación del consejo gestor del agua y de la aprobación de su reglamento es establecer reglas y responsabilidades que ayudan a garantizar y facilitar el cuidado

de las cisternas y de su agua. Algunas propuestas para facilitar la creación de estos consejos son:

- La formación del consejo gestor debe hacerse democráticamente en una reunión en la que esté presente buena parte de la comunidad escolar.
 - Se debe garantizar y ofrecer facilidades para que las escuelas creen sus consejos gestores.
 - Es positivo 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.
 - Sugerir un reglamento predefinido a las escuelas puede agilizar la formación del consejo gestor, pero debe garantizarse total libertad para que las comunidades escolares modifiquen el reglamento y lo adapten a la realidad de cada escuela.
 - El horario y lugar de la formación del consejo gestor debe adaptarse a la disponibilidad de los beneficiarios, facilitándose el transporte en caso necesario.
 - La secretaría de educación deben 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.
- 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.
 - Dar continuidad al presente proceso de evaluación para permitir la recogida de información durante el período de lluvias, y poder evaluar el Proyecto de Cisternas con una amplia muestra cisternas operativas.
 - Diseminar los resultados a través de un seminario con la participación de los diferentes actores involucrados en el proyecto (desde los financiadores, hasta los beneficiarios finales pasando por los ejecutores y por las instituciones públicas que finalmente serán las responsables del mantenimiento de la obra civil e hidráulica). Juntos podrían construir participativamente una propuesta sólida con orientaciones claras a ser tomadas en cuenta a la hora de ampliar la escala del Proyecto de Cisternas Escolares, que es susceptible de institucionalizarse como elemento estratégico de una política pública regional.

Referencias

- Agência Nacional de Águas- ANA. (2014). *Sistema de Informações Hidrológicas* . Obtenido de <http://hidroweb.ana.gov.br/>
- American Water Works Association. (2000). *Standars Methods for the examination of water and wastewater*.
- Baker, J. (2000). Evaluación del impacto de los proyectos de desarrollo en la pobreza: Manual para profesionales. Washington: Banco Mundial.
- Carneiro Tavares, A. (2009). Aspectos físicos, químicos e microbilógicos da água armazenada em cisternas de comunidades rurais no Semi-árido Paraibano. Campina Grande, Paraíba.
- Emerson, R. R. (2012). Variabilidad del número de días de lluvia en el Estado de Alagoas. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*.
- Freitas dos Santos, M., Angelico Araújo, R., & 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*.
- Gnadlinger, J. (2007). Rumo a um padrão elevado de qualidade de água de chuva coletada em cisternas no Semi-árido brasileiro. *6º Simposio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva*.
- Hagemann, S. E. (2009). *Avaliação da qualidade da água da Chuva e da viabilidade da sua captação e uso*. Santa María.
- Heijnen, H. (2012). Captação de Água de chuva. Qualidade da Água e Saude. . *8º Simposio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de chuva*.
- Larru, J. M. (2007). La evaluación de impacto: qué es, cómo se mide y qué está aportando en la cooperación al desarrollo.
- Martinson, D., & Thomas, T. (2003). Research into roofwater harvesting for water supply in low-income countries.
- Neto, C. O. (2004). Proteção Sanitária das cisternas rurais.
- Neto, C. O. (2012). O descarte das primeiras águas e a qualidade da água. *Simposio brasileiro de Captação e Manejo da água*.
- Nóbrega, R. L. (2011). Avaliação da Qualidade da Água e da Eficácia de Barreiras Sanitárias em Sistemas para Aproveitamento de Águas de Chuva.
- 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 da Silva, C. (2006). Qualidade da água de chuva para consumo humano armazenada em cisternas de placa. Estudo de caso: Aracuaí, MG. Belo Horizonte.
- World Health Organization. (2011). *Guidelines for drinking quality water: 4th Edition*.

Anexos

Anexo 1. Archivo fotográfico de cada una de las 19 cisternas construidas

Anexo 2. *Projeto Básico* Final de CONDRI

Anexo 3. Formulario de campo obra civil e hidráulica

Anexo 4. Materiales para llevar a cabo el grupo focal con *pedreiros*

Anexo 5. Guion de entrevistas semi-estructuradas con las comunidades escolares

Anexo 6. Cuestionario para la valoración de indicadores con los miembros de la comunidad escolar

Anexo 7. Guion grupo focal comunidad escolar

Anexo 8. Guion entrevista secretarías de educación

Anexo 9. Archivo fotográfico con las incidencias constructivas encontradas en las cisternas escolares finalizadas