



**LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO Y ADMINISTRACION
DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
BAJO EL ENFOQUE DE USOS MULTIPLES**

Usos Múltiples del Agua como Estrategia para
Enfrentar La Pobreza

Instituto Cinara - Universidad del Valle
Octubre de 2007



PROYECTO

**USOS MÚLTIPLES DEL AGUA COMO ESTRATEGIA
PARA ENFRENTAR LA POBREZA**

CHALLENGE PROGRAM ON WATER AND FOOD
INTERNATIONAL WATER MANAGEMENT INSTITUTE
INTERNATIONAL WATER AND SANITATION CENTRE
INSTITUTO CINARA - UNIVERSIDAD DEL VALLE

COORDINADOR PARA LA CUENCA ANDES:
Dr. JOHN BUTTERWORTH

COORDINADORA PARA COLOMBIA:
Dra. INÉS RESTREPO TARQUINO

INVESTIGADORAS:
Trab. Soc. **SANDRA PATRICIA BASTICIDAS FOLLECO**
Econ. **SILVIA MILENA CORRALES MARÍN**
Ing. **ISABEL CRISTINA DOMINGUEZ RIVERA**

Con contribuciones de los miembros de la Alianza para el Aprendizaje del Valle del Cauca

Adriana Zamora	Cinara - Universidad del Valle ¹
Alberto Benavides	Cinara - Universidad del Valle ²
Alberto Yasnó	CRC ³
Alejandro Ospina	Universidad del Valle
Alexander Aponte	Cinara - Universidad del Valle
Alexandra Peralta	CIAT ⁴
Andrés Echeverri	Eidenar ⁵
Arles Saavedra	Aquacol ⁶
Carolina Cárdenas	Universidad del Valle
Catherine Franco	
César Vásquez	CRC
Clara Roa	CIAT
Dagoberto Sandoval	Serviaguas Montebello
Diana Carolina Mayor	Universidad del Valle
Diana Patricia Tascón	Universidad del Valle
Diego Fernando Parra	Eidenar
Jeison Meléndez	Universidad del Valle
John Alexander Prada	CVC ⁷
John Fernando Millán	Eidenar
José Noé García	Acueducto La Sirena
Juan David Medina	Universidad del Valle
Karime Sedano Cruz	Cinara - Universidad del Valle
Lina María Burbano	Cinara - Universidad del Valle
Luis Enrique Cabrera	Aquacol
Luis Velasco	Aquacol
Manuel Domínguez	PAAR ⁸
María Alejandra Trujillo	Universidad del Valle
María Zamora	Acueducto golondrinas
Marino Viveros	Secretaría de Vivienda de la Gobernación del Valle del Cauca
Natalia Parra	Universidad del Valle
Omar Suárez	Secretaría de Vivienda de la Gobernación del Valle del Cauca
Paola Andrea Rengifo	ASORUT ⁹
Paola Arango	PAAR
Rosalba Arias	Proacueducto Brisas
Shirley Paola Tamayo	Cinara - Universidad del Valle
Silena Vargas	Cinara - Universidad del Valle

¹ Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico

² Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico

³ Corporación Autónoma Regional del Cauca

⁴ Centro Internacional de Agricultura Tropical

⁵ Escuela de ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, EIDENAR

⁶ Asociación Colombiana de Prestadores Comunitarios de Servicios de Abastecimiento de Agua

⁷ Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

⁸ Programa de abastecimiento de agua rural para el Valle del Cauca

⁹ Asociación de usuarios del sistema de irrigación Roldanillo, La Unión, Toro

PRESENTACIÓN

Estos lineamientos han sido desarrollados en el marco del proyecto “Usos Múltiples del Agua como una estrategia para enfrentar la pobreza (MUS)”, cuyo objetivo es avanzar en el cumplimiento de los Objetivos del Milenio, identificando y desarrollando modelos prácticos, herramientas y guías para implementar servicios de agua que satisfagan las reales necesidades de agua de la gente pobre. El proyecto MUS es financiado por el Challenge Program on Water and Food, y es coordinado por el International Centre on Water and Sanitation (IRC) y el International Water Management Institute (IWMI). El Instituto Cinara de la Universidad del Valle desarrolla las actividades del proyecto MUS en Colombia, uno de los ocho países del mundo que participan en esta iniciativa.

El Instituto Cinara ha trabajado el tema de los usos múltiples del agua aproximadamente desde el año 2001, realizando estudios exploratorios con estudiantes de pregrado y postgrado de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Universidad del Valle, y desde el año 2004 con financiación del Challenge Program on Water and Food¹⁰. A través de la información recopilada en estos estudios ha sido posible tener evidencia sobre la relevancia de los usos productivos del agua para la familia rural pobre en el Valle del Cauca (Colombia), y sobre la forma en que esta situación es ignorada a diferentes niveles, debido a los marcos legales e institucionales, que desconocen estas necesidades: mientras los sistemas de abasto son de hecho usados para múltiples propósitos en la zona rural, las políticas, leyes y regulación para la planeación, diseño, operación, mantenimiento y administración están orientados hacia el único propósito de proveer agua para el consumo humano, potable en unos pocos casos. Sin embargo, las normas, los planificadores y administradores consideran apropiado el uso del agua de los sistemas de suministro para actividades productivas de tipo comercial (gran escala), tanto en zonas urbanas como rurales. Como resultado, los usuarios involucrados en actividades productivas de pequeña escala no encajan dentro de la estructura legal e institucional, sus necesidades a menudo son desconocidas, los sistemas fallan, los conflictos entre usuarios se incrementan, así como el hambre, la pobreza y el desplazamiento.

Ante esta problemática, el proyecto MUS en Colombia ha enfocado su trabajo hacia la sensibilización mediante la preparación de casos de estudio y su socialización; la construcción de posibles soluciones, de manera conjunta con personas que se desempeñan en diferentes campos del Sector Agua, a través de Alianzas para el Aprendizaje; el estudio de los marcos legales e institucionales para descubrir limitaciones y oportunidades para implementar sistemas de uso múltiple. Se espera desarrollar propuestas para modificar esos marcos, de los cuales es responsable el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

A través de este proceso, el establecimiento de Alianzas para el Aprendizaje ha sido un punto crucial. En Noviembre de 2004, el Instituto Cinara invitó a quienes se desempeñan en el Sector Agua en el Departamento del Valle del Cauca a discutir sobre los usos múltiples del agua. Desde entonces se han realizado seis reuniones de trabajo con grupos intersectoriales, interinstitucionales e interdisciplinarios interesados en la temática. La dinámica de estas reuniones ha evolucionado desde transmitir información sobre el problema, hasta el trabajo conjunto y la búsqueda de alternativas de manera

Disponibles en: www.musproject.net

colectiva. En la Figura i aparece un esquema de la Alianza de Aprendizaje, donde se muestra el tipo de instituciones que se convocan alrededor de una situación que genera un proyecto de aprendizaje, en los niveles local, intermedio, nacional e internacional.

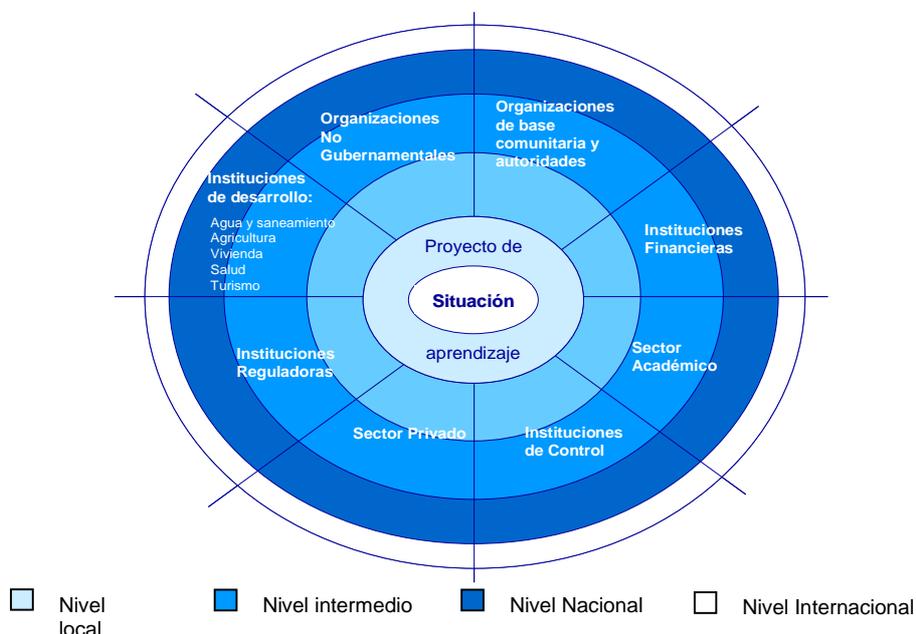


Figura i. Alianzas de Aprendizaje (Restrepo, 2004)

Este documento presenta principios, opciones y herramientas para el diseño y administración de sistemas de abastecimiento de agua bajo el enfoque de usos múltiples, buscando principalmente sensibilizar a quienes trabajan en la planificación, ejecución y administración de sistemas de suministro de agua, sobre las múltiples necesidades del líquido por parte de la gente del campo, que van más allá del consumo humano; busca ampliar el espectro de lo que se consideran alternativas para abastecer agua a las poblaciones tanto en términos de las fuentes, como de las tecnologías que pueden considerar estos servicios y presentar estrategias para incorporar medidas de producción más limpia y uso eficiente del agua en las actividades domésticas y productivas de las comunidades rurales, de tal forma que los sistemas de uso múltiple contribuyan con la sostenibilidad y la conservación del recurso hídrico. Además, incluye una aproximación hacia los aspectos organizativos, tarifarios y de costos, para lo que puede ser la administración de un sistema de abastecimiento de agua con estas características.

Los lineamientos aquí formulados son resultado de un proceso de aprendizaje conjunto de casi 2 años, desarrollado de manera participativa, a través de la Alianza. Este es además uno de los pasos iniciales en torno a acciones concretas para implementar sistemas de abastecimiento de uso múltiple del agua, dado que quienes trabajan en proyectos de desarrollo han reconocido la existencia de limitaciones en la forma de suministrar agua y sobre la manera en que se deben planificar este tipo de servicios para atender múltiples propósitos. De la misma forma, se espera que pueda ser un insumo para la incorporación de enfoques innovativos en la formulación de políticas y normas

para los sistemas de abasto en asentamientos rurales, dado que el censo DANE 2005 encontró que en el 73% de las viviendas rurales se desarrollan actividades productivas de pequeña escala. Además, es una contribución para cambiar el enfoque sectorial existente en los procesos de planificación relacionados con el agua, que dificultan satisfacer las necesidades integrales de la gente. Por otra parte, el documento es también una contribución a la implementación de las Estrategias para la Reducción de la Pobreza y la Desigualdad, en su componente de Reducción de la Pobreza Rural, para la cual el agua es un elemento vital.

ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

El documento ha sido organizado considerando ‘Principios’, ‘Opciones’ y ‘Herramientas’. Los principios son las razones, ideas fundamentales, consideraciones primarias, que deben regir la planificación y administración de un sistema de uso múltiple. En la guía estos aparecen resaltados con una sombra color lila. Un ejemplo de principio es el siguiente:

El enfoque de usos múltiples debe permitir un acceso más equitativo al agua tanto para fines domésticos como para fines productivos de pequeña escala, contribuyendo a la reducción de la pobreza y a la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua

Una ‘Opción’ es una de las alternativas disponibles que posibilitan el cumplimiento de lo planteado en el principio. Estas aparecen resaltadas por una sombra color verde y con una viñeta de aprobación, como se muestra a continuación:



Estimación de la demanda de agua con base en los múltiples usos de la familia rural campesina

Finalmente las “herramientas” son ayudas que permiten desarrollar lo que se formula a través de las opciones. Las herramientas están resaltadas por un fondo de color azul y tienen una viñeta con un símbolo de llave de tuerca así:



Estimación de la demanda de agua para los cultivos

Cabe resaltar que para un principio pueden existir varias opciones y para una opción varias herramientas.

Este documento contiene orientaciones mas no “recetas infalibles”. Es una invitación a tener otras consideraciones en la planificación de servicios de suministro, pues las soluciones dependerán siempre del contexto particular en cada caso.

En la Figura ii aparece un esquema de la estructura del documento con los principios, herramientas y opciones.

Lineamientos para el diseño y gestión de sistemas de abastecimiento de agua para uso múltiple

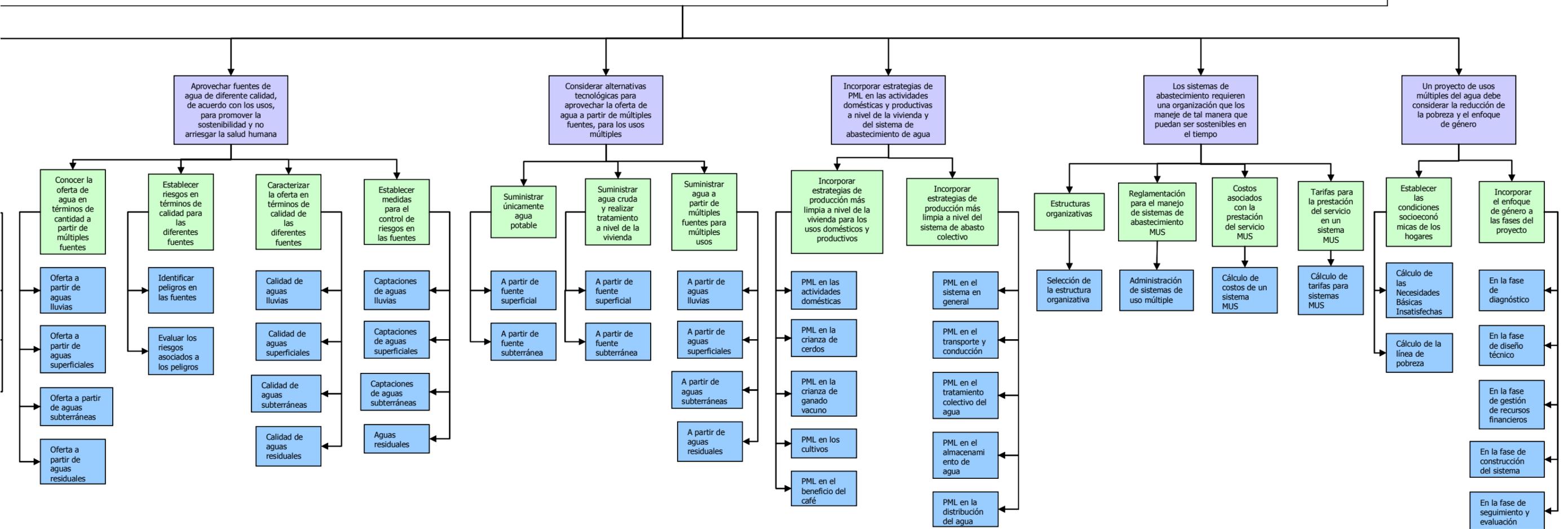


Figura ii. Principios, Opciones y Herramientas para el diseño y gestión de sistemas de abastecimiento de agua para uso múltiple

TABLA DE CONTENIDO

1.1. Estimación de la demanda de agua con base en los múltiples usos de la familia rural campesina	13
1.1.1. Estimación de la demanda de agua para actividades domésticas	13
1.1.2. Estimación de la demanda de agua para los animales	14
1.1.3. Estimación de la demanda de agua para las plantas	15
1.1.4. Estimación de la demanda de agua para otras actividades de sustento de pequeña escala	18
1.1.5. Técnicas para determinar de manera participativa la demanda de agua en un sistema para uso múltiple	18
1.2. Conocer los requerimientos de calidad de agua para cada uso	21
1.2.1. Requerimientos de calidad de agua para consumo humano	22
1.2.2. Requerimientos de calidad de agua para los animales	23
1.2.3. Requerimientos de calidad de agua para las plantas	24
2.1. Conocer la oferta de agua en términos de cantidad a partir de múltiples fuentes	27
2.1.1. Estimación de la oferta a partir de aguas lluvias	27
2.1.2. Estimación de la oferta a partir de aguas superficiales	28
2.1.3. Estimación de la oferta a partir de aguas subterráneas	29
2.1.4. Estimación de la oferta a partir de aguas residuales	30
2.2. Establecer riesgos en términos de calidad para las diferentes fuentes	31
2.2.1. Identificar peligros en las fuentes abastecedoras	31
2.2.2. Evaluar los riesgos asociados a los peligros	32
2.3. Caracterizar la oferta en términos de calidad de las diferentes fuentes	34
2.3.1. Determinación de la calidad de agua a partir de aguas lluvias	34
2.3.2. Determinación de la calidad de agua a partir de fuentes superficiales	34
2.3.3. Determinación de la calidad de agua a partir de fuentes subterráneas	36
2.3.4. Determinación de la calidad de agua a partir de aguas residuales	38
2.4. Establecer medidas para el control de los riesgos asociados a la calidad del agua en las fuentes	39
2.4.1. Establecimiento de medidas de control para las captaciones de aguas lluvias	39
2.4.2. Establecimiento de medidas de control para las captaciones de aguas superficiales	39
2.4.3. Establecimiento de medidas de control para las captaciones de aguas subterráneas	40
2.4.4. Establecimiento de medidas de control para el aprovechamiento de aguas residuales	41
3.1. Suministrar únicamente agua potable	43
3.1.1. Suministrar únicamente agua potable a partir de fuente superficial	43
3.1.2. Suministrar únicamente agua potable a partir de fuente subterránea	44
3.2. Suministrar agua cruda y promover el tratamiento del agua para consumo humano a nivel de la vivienda	47
3.2.1. Suministrar agua cruda y promover el tratamiento del agua para consumo humano a nivel de la vivienda a partir de fuente superficial o subterránea	47
3.3. Suministrar agua a partir de múltiples fuentes para múltiples usos	49
3.3.1. Suministro a partir de aguas lluvias a nivel de la vivienda	49
3.3.2. Suministro de aguas subterráneas a nivel de la vivienda	51
3.3.3. Suministro de aguas superficiales a nivel de la vivienda	52
3.3.4. Suministro a partir de aguas residuales	53
4.1. Incorporar estrategias de producción más limpia a nivel de la vivienda para los usos domésticos y productivos	59
4.1.1. Producción más limpia en el uso del agua para las actividades domésticas	59
4.1.2. Producción más limpia en el uso del agua en la crianza de cerdos	60
4.1.3. Producción más limpia en el uso del agua en la tenencia de ganado vacuno	62
4.1.4. Producción más limpia en el uso del agua en los cultivos	62
4.1.5. Producción más limpia en el beneficio de café	67

4.2. Producción más limpia en el uso del agua a nivel del sistema de abastecimiento comunitario de uso múltiple	68
4.2.1 Producción más limpia en el Sistema en general	68
4.2.2 Producción más limpia en Transporte y conducción	70
4.2.3 Producción más limpia en el tratamiento colectivo del agua.....	70
4.2.4 Producción más limpia en el almacenamiento de agua.....	70
4.2.5 Producción más limpia en la distribución del agua.....	70
5.1. Tipos de estructuras organizativas.....	73
5.1.1. Selección de organización para manejo de sistemas de abastecimiento de agua para MUS	78
5.2. Reglamentación para el manejo de sistemas de abastecimiento MUS.....	79
5.2.1. Administración de sistemas de uso múltiple	86
5.3. Costos asociados con la prestación del servicio.....	90
5.3.1. Cálculo de los costos de un sistema MUS	91
5.4. Tarifas por la prestación del servicio.....	92
5.4.1. Cálculo de tarifas para sistemas MUS	96
6.1. Establecer las condiciones socioeconómicas de los hogares	98
6.1.1. Cálculo de Necesidades Básicas Insatisfechas.....	99
6.1.2. Cálculo de la Línea de Pobreza	100
6.1. Incorporación del enfoque de género en todas las fases del proyecto	101
6.2.1. Ejecución de la Fase de Diagnóstico.....	103
6.2.2. Actividades de acompañamiento en la fase de diseño técnico del sistema.....	105
6.2.3. Gestión de recursos financieros	108
6.2.4. Construcción del sistema.....	109
6.2.4. Seguimiento y evaluación del proceso	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de referencia para la demanda de agua para fines domésticos	13
Tabla 2. Valores de referencia para estimar la demanda de agua de los animales.....	15
Tabla 3. Coeficiente de cultivo para sistemas de abastecimiento MUS en función del clima y la textura del suelo en la zona de proyecto	16
Tabla 4. Parámetros de calidad de agua para consumo humano	22
Tabla 5. Parámetros de calidad de agua para uso pecuario	23
Tabla 6. Parámetros de calidad de agua para cultivo de peces	23
Tabla 7. Parámetros de calidad de agua para uso agrícola	25
Tabla 8. Estimación de la disponibilidad de agua a partir de Aguas lluvias.....	27
Tabla 9. Estimación de la disponibilidad de agua a partir de fuentes superficiales.....	28
Tabla 10. Estimación de la disponibilidad de agua a partir de aguas subterráneas	29
Tabla 11. Estimación de la disponibilidad de agua a partir de aguas residuales.....	30
Tabla 12. Información a considerar para identificar peligros relacionados con fuentes de abastecimiento	31
Tabla 13. Ejemplo de matriz para cuantificación de Riesgos	33
Tabla 14. Ejemplos de definiciones de categorías de probabilidad y gravedad que pueden utilizarse en la puntuación de los riesgos	33
Tabla 15. Determinaciones analíticas recomendadas para agua lluvia	34
Tabla 16. Determinaciones analíticas recomendadas en agua para agua superficial.....	35
Tabla 17. Determinaciones analíticas recomendadas en agua para agua subterránea.....	37
Tabla 18. Determinaciones analíticas recomendadas para aguas residuales	38
Tabla 19. Medidas de protección para la agricultura	41
Tabla 20. Medidas de protección para la acuicultura	42
Tabla 21. Esquemas tecnológicos para el tratamiento de aguas residuales con potencial aplicación en localidades rurales a nivel individual.....	54
Tabla 22. Algunas opciones tecnológicas para múltiples usos a partir de múltiples fuentes.....	56

Tabla 23. Formato para el balance hídrico	63
Tabla 24. Eficiencia aproximada de riego de varios sistemas y métodos de riego	65
Tabla 25. Matriz de calificación de organizaciones prestadoras de servicios.....	78
Tabla 26. Personal requerido para administración de sistemas de acuerdo con tamaño de la población	87
Tabla 27. Formato de control de mantenimiento de sistemas de tratamiento individual	87
Tabla 28. Tareas de operación y mantenimiento de sistemas para prestación de servicios públicos	88
Tabla 29. Resumen de sistemas con potabilización colectivo	91
Tabla 30. Resumen de sistemas crudo colectivo + Tratamiento en la vivienda	91
Tabla 31. Resumen de sistemas de captura aguas lluvias en la vivienda.....	92
Tabla 32. Resumen de sistemas de tratamiento de agua residual en la vivienda para fines de reuso	92
Tabla 33. Orden en el que se deben incrementar las tarifas según la actividad realizada	97
Tabla 34. Rangos de animales y áreas cultivadas para calcular tarifas en sistemas MUS	98
Tabla 35. Valores de la línea de pobreza e indigencia por persona al mes	101
Tabla 36. Actividades y metodología de actividades en fase de diagnóstico	104
Tabla 37. Actividades sociales y económicas comprendidas en la fase de diseño	105
Tabla 38. Ejemplo de plan socio educativo	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre Salinidad y RAS.....	25
Figura 2. Alternativa de sistema de uso múltiple a nivel colectivo con agua potable desde fuente superficial	45
Figura 3. Alternativa de sistema de uso múltiple a nivel colectivo con agua potable desde fuente subterránea	46
Figura 4. Filtro de arena casero.....	47
Figura 5. Alternativa de sistema de uso múltiple con suministro de agua cruda desde fuente superficial o subterránea a nivel colectivo y mejoramiento de calidad a nivel de la vivienda	48
Figura 6. Interceptor de las primeras aguas.....	49
Figura 7. Captación de superficie.....	50
Figura 8. Sistema de uso múltiple a nivel individual con agua lluvia como única fuente.....	51
Figura 9. Partes de una bomba manual	51
Figura 10. A. Estructura de protección con caja de cemento para fuentes definidas. B Estructura de protección para fuentes poco definidas ubicadas sobre superficie rocosa. C. Estructura con relleno de piedras para zanjones	52
Figura 11. Sistema de uso múltiple a nivel individual con agua superficial o subterránea como única fuente	53
Figura 12. Sistema de abastecimiento de uso múltiple con posibilidad de suministro desde diferentes fuentes ¹	55
Figura 13. Sanitario ecológico con separación de orina	60
Figura 14. Sistemas de riego localizado de bajo costo.....	65
Figura 15. Puntos del sistema donde debe instalarse medidores.....	68
Figura 16. Esquema organizativo de las Juntas Administradoras y las Asociaciones de Usuarios ..	76
Figura 17. Estructura organizativa propuesta	78
Figura 18. Aspectos a tener en cuenta en la fase de diagnóstico	103
Figura 19. Ciclo del proyecto propuesto por Cinara.....	110

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Mujer preparando alimentos en los Sainos (El Dovio - Valle)	13
Fotografía 2. Animales en viviendas con uso múltiple del agua	15
Fotografía 3. Pequeños cultivos en La Paz (Cali - Valle)	16
Fotografía 4. Preparación de pandebono en Cajamarca (Roldadillo - Valle)	18
Fotografía 5. Técnicas participativas para medición de consumos de agua	20
Fotografía 6. Miembros de una comunidad participando en talleres	21
Fotografía 7. Fuente superficial, Río Pance (Cali - Valle)	28
Fotografía 8. Ensayo de bombeo	29
Fotografía 9. Desinfección solar: a la izquierda desinfección en botella y a la derecha cocina solar	47
Fotografía 10. Tanques para almacenamiento de aguas lluvias A. Concreto. B. Polipropileno. C. Ferrocemento	50
Fotografía 11. Humedal para el tratamiento de aguas residuales.....	54
Fotografía 12. Instalación de biodigestor	62
Fotografía 13. Estanque de Lagunas.....	62
Fotografía 14. Cultivo con cama de rastrojo	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tablas del Plan Único de Cuentas para considerar al calcular los costos de la prestación de un servicio	119
Anexo 2. Técnicas de participación comunitaria	122
Anexo 3. Modelo de encuesta de disponibilidad y capacidad de pago.....	127

LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO Y ADMINISTRACION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA BAJO EL ENFOQUE DE USOS MULTIPLES

1. El enfoque de usos múltiples debe permitir un acceso más equitativo al agua tanto para fines domésticos como para fines productivos de pequeña escala, contribuyendo a la reducción de la pobreza, a la protección de la salud y a la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua

En Colombia, como en muchos países de bajos ingresos, gran parte de la población depende de actividades agrícolas, pecuarias y pequeños negocios caseros para su sustento básico. Diferentes casos de estudio desarrollados en el marco del proyecto “Los Usos Múltiples del Agua como Estrategia para Enfrentar la Pobreza, MUS” han mostrado cómo, en algunas áreas rurales en el Valle del Cauca, en cerca de 80% de las viviendas la gente desarrolla actividades productivas que dependen del agua, principalmente la crianza de animales y el riego de cultivos: 84% de las viviendas poseen áreas cultivadas menores a 1 Ha; 54% tienen gallinas o pollos, 25% cerdos, 19% vacas y 8% caballos. A excepción de los pollos, para los cuales el 62% de las familias que los poseen pueden tener hasta 15 unidades, para los cerdos (69%), vacas (61%) y caballos (98%), la gente tiene menos de 5 animales en sus predios. Las mujeres se encargan principalmente de las gallinas (78%) y los cerdos (47%), mientras los hombres trabajan en los cultivos y el cuidado de los animales como vacas y caballos¹¹. La importancia de las actividades de sustento en las viviendas de la zona rural, se evidencia aún más en los datos recabados por el censo nacional del 2005, donde se indica que en el 73.4 % de los hogares ubicados en áreas rurales se desarrolla alguna actividad de tipo agropecuario.

El aprovechamiento del agua en actividades productivas genera recursos que pueden ser invertidos para generar beneficios. Estas actividades tienen un importante impacto socioeconómico a nivel de las viviendas pues se encontró en los casos estudiados que la cosecha de cultivos permite obtener beneficios mensuales que varían entre \$COL 15.000 (US\$7.8)¹² y \$COL 1.120.000 (US\$590) pesos por cada ½ plaza¹³ cultivada. Esta variación depende del tipo de cultivo. Los beneficios que generan los animales se encuentran entre \$COL 9.000 (US\$4.8) y \$COL 59.000 (US\$31) pesos, considerando un número determinado de animales que oscila entre 5 y 18 unidades dependiendo del tipo de animal¹⁴ (Cinara, 2007). Por tanto, el acceso a una fuente cercana y confiable de agua permite el desarrollo de actividades de sustento, que de otra forma no podrían realizarse, y que son clave para sobrevivir en medio de la pobreza (Torkil, J., 2004).

Desafortunadamente, mientras los sistemas de abastecimiento de agua en la zona rural son usados para múltiples propósitos; las políticas, leyes y reglamentación para la planeación, diseño, operación y mantenimiento y administración de estos sistemas están orientadas hacia la provisión de agua potable para el consumo humano, lo que compromete la sostenibilidad de las intervenciones y el bienestar de la población rural.

¹¹ Estos datos son resultado del procesamiento de información recopilada por 6 casos de estudio relacionados con el tema de los usos múltiples del agua en sistemas de abastecimiento de agua y minidistritos de riego de localidades rurales del Valle del Cauca, pueden ser consultados en: www.musproject.net

¹² Se consideró una tasa de cambio de \$1.900

¹³ 1 Plaza equivale a 6400 m²

En menor medida, los sistemas de riego, cuentan también con sus propios mandatos¹⁵. Como una alternativa para mejorar este panorama de soluciones poco sostenibles y contribuir con el alivio de la pobreza de las comunidades del campo, se propone que estos sistemas sean planificados, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:



1.1. Estimación de la demanda de agua con base en los múltiples usos de la familia rural campesina

La demanda de agua para uso múltiple implica considerar además de la demanda para las actividades domésticas, el agua necesaria para las actividades productivas de pequeña escala desarrolladas por la gente del campo en su predio, como la crianza de animales, el cultivo de pequeñas parcelas y los pequeños negocios caseros. A continuación se presentan algunas herramientas para incluir estas demandas en la etapa de diseño:



1.1.1. Estimación de la demanda de agua para actividades domésticas

Para estimar la cantidad de agua necesaria para satisfacer los usos domésticos es importante conocer el tamaño de la población y su dinámica de crecimiento, así como aspectos relacionados con el uso, el manejo del agua y las condiciones socioeconómicas. La demanda de agua para actividades domésticas está comprendida fundamentalmente por el agua para la bebida, agua para la preparación de alimentos, agua para la ducha y agua para el saneamiento. En cuanto al saneamiento, la cantidad de agua utilizada depende del tipo de tecnología empleada. Las opciones varían desde el saneamiento en seco que no demanda agua hasta alternativas que requieren un suministro permanente del líquido en importantes cantidades. En la Fotografía 1 se observa una mujer preparando alimentos en una vivienda rural de la microcuenca Los Sainos en El Dovio Valle.



Fotografía 1. Mujer preparando alimentos en los Sainos (El Dovio - Valle). Fuente: Roa (2005)

En general, desde la perspectiva de la salud y la higiene, la OMS (2003) establece que un mínimo básico de suministro de agua para la protección de la salud corresponde a 20 l/hab/día, de los cuales, 7.5 l, son requeridos para bebida y preparación de alimentos. Para uso doméstico en zona rural de los andes colombianos, Roa (2005) sugiere que se necesitan 85 l/hab/día, para los usos relacionados con la bebida, preparación de alimentos, lavado de platos, ducha, aseo personal, lavado de ropa, aseo de la casa e inodoro. En la Tabla 1 aparecen datos que indican la demanda de agua por tipo de actividad.

Tabla 1. Valores de referencia para la demanda de agua para fines domésticos

¹⁵ Mayor información sobre los marcos legales e institucionales y como inciden sobre la posibilidad de que los pobres puedan emplear el agua en actividades productivas puede encontrarse en el documento: Marcos legales e institucionales y su impacto sobre los usos múltiples del agua (www.musproject.net)

Actividad	Demanda (l/hab*día)						
	Gleick ^a (1996)	IRC ^b (2002)	Roa ^c (2005)	Barrios ^d (2006)	OMS (2003)	Restrepo ^e	Rango
Bebida	2.5 – 5.5	---	---	---	---		2.5 – 5.5
Preparación de alimentos	10	---	---	---	---		10
Bebida y preparación de alimentos	---	8	4	4	5		4 – 8
Lavado de platos	---	---	11	25	10		10 – 25
Ducha	15 – 25	20	12	20	20		12 – 20
Lavado de manos y dientes	---	--	2	4	--		2 – 4
Saneamiento	---	18	13	39	50		13 – 50
Fosa ventilada mejorada	0	---	---	---	---		0
Letrina de doble hoyo ventilada mejorada	0	---	---	---	---		0
Letrina compostera	0	---	---	---	---		0
Compostaje continuo	0	---	---	---	---		0
Taza campesina						2 l por descarga	2 l por descarga
Sanitarios con agua	6 – 10	---	---	---	---	6 -18 l por descarga	6 – 10 l por descarga
Sanitario + tanque séptico	7.5	---	---	---	---		7.5
Alcantarillado convencional ineficiente	> 75	---	---	---	---		> 75
Limpieza de la casa	---	15	4	---	---		4 – 15
Lavado de ropa	---	20	27	50	---		20 – 50
Total	28 – 143	81	73	142	85		73 – 142

^a Estudios en diferentes regiones del mundo

^b Valores para el sudeste asiático

^c Valores en la microcuenca de Los Sainos (Valle del Cauca, Colombia)

^d Valores para fincas productivas en el Departamento del Quindío (Colombia)

^e Comunicación personal



1.1.2. Estimación de la demanda de agua para los animales

Para estimar la demanda de agua correspondiente a los animales en un proyecto de abastecimiento para uso múltiple debe conocerse el número de animales por vivienda y las especies a las que pertenecen. En la Fotografía 2 aparecen viviendas de la zona rural en el Valle del Cauca que presentan tenencia de animales y en la Tabla 2 los consumos de agua de animales comúnmente encontrados en este tipo de viviendas.



Fotografía 2. Animales en viviendas con uso múltiple del agua

Tabla 2. Valores de referencia para estimar la demanda de agua de los animales

Especie Animal	Demanda (l/cabeza/día)				
	HR Wallingford (2003)	URL - 1	URL - 2	IRC (2002)	Rango
Caballo	25 - 45	---	30 - 45	20 - 35	20 - 45
Vaca seca - baja producción	45 - 55	---	---	25 - 45	25 - 55
Vaca lechera - alta producción	80 - 110	38 - 110	40 - 60	---	38 - 110
Novillos engorda	30 - 38	26 - 66	25 - 45	---	25 - 66
Oveja	3,8 - 7,0	4 - 15	4 - 10	15 - 25	3,8 - 25
Cordero (engorda)	2,0	---	---	---	2,0
Cabra	4,5 - 8,0	---	4 - 10	---	4 - 10
Cerdos	18 - 26	---	10 - 20	10 - 15	10 - 26
Conejos	0,3 - 0,7	---	---	---	0,3 - 0,7
Coneja + camada 7 gazapos	2,3	---	---	---	2,3
5 gallinas	---	---	1 - 1.5	---	1 - 1.5
100 gallinas postura	18 - 24	25	30 - 40	15 - 25	15 - 40

El proyecto de abastecimiento de agua para múltiples usos se enfoca en el suministro del líquido a la familia rural para satisfacer actividades de sustento de pequeña escala. En este sentido debe diferenciarse claramente cuando la tenencia de animales es para suplir la dieta y como fuente menor de ingresos y cuando se está desarrollando una actividad comercial. El número de animales considerados en la planificación del proyecto para el abastecimiento a nivel de la vivienda deberá ser concertado con la comunidad, indicando que las posibilidades de suministro dependen de la oferta hídrica y del costo del proyecto. Por ejemplo, el proyecto puede establecer que se considerará como actividad productiva de pequeña escala la demanda de agua de 10 gallinas, 2 cerdos y 1 vaca. Debe haber un mensaje claro, especificando que para las actividades pecuarias de carácter comercial se tendrá una modalidad de cobro diferente, y debe definirse una estrategia para el uso eficiente del agua con los usuarios que desarrollen actividades a esta escala.



1.1.3. Estimación de la demanda de agua para las plantas

Entre los criterios de importancia para establecer la demanda de agua para uso agrícola se encuentran el tipo de cultivo o cultivos principales en la zona de proyecto y el área sembrada para cada uno de ellos. Adicionalmente, se deben tener en cuenta factores

climáticos e hidrológicos de la zona, como temperatura, humedad relativa, brillo solar, radiación solar, velocidad de viento y precipitación.

Cada cultivo tiene una necesidad determinada de agua; dependiendo de su fase de crecimiento, estas necesidades están representadas a través del coeficiente kc. Otros factores que inciden en la demanda de agua de las plantas son el tipo de suelo y el método de riego empleado.

Las necesidades de riego para pequeños cultivos en un sistema de abastecimiento de agua para uso múltiple pueden estimarse a partir de la Ecuación 1:

$$D_{plantas} = CC_{mus} * E_{To} * A_{cv} \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde:

$D_{plantas}$ = Dotación de agua para las plantas (l/s)

CC_{mus} = Coeficiente de cultivo para sistemas de abastecimiento mus

E_{To} = Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

A_{cv} = Área de cultivos por vivienda que atenderá el proyecto (Ha)

En la Fotografía 3 aparecen pequeños cultivos en zona de ladera en el Corregimiento de La Paz en zona rural del municipio de Cali.



Fotografía 3. Pequeños cultivos en La Paz (Cali - Valle)

La Tabla 3 incluye los coeficientes de cultivo para sistemas MUS, para los cultivos más representativos de la zona rural del Valle del Cauca, en sus fases de mayor demanda de agua. Los coeficientes que aparecen se seleccionan de acuerdo con la clasificación climática y la textura de suelo existente en el área de proyecto, y han sido calculados asumiendo para los métodos de riego localizado de alta frecuencia y aspersión. El riego localizado de alta frecuencia puede realizarse mediante las técnicas de goteo, microaspersión o exudación.

Tabla 3. Coeficiente de cultivo para sistemas de abastecimiento MUS en función del clima y la textura del suelo en la zona de proyecto

Cultivo	Kc	Riego Localizado de Alta Frecuencia *								Riego por aspersión **
		Clima árido				Clima húmedo				
		Muy porosa	Arenosa	Media	Fina	Muy porosa	Arenosa	Media	Fina	
Tomate	1,15	0,174	0,164	0,156	0,156	0,228	0,197	0,174	0,164	0,317
Cebolla	1,05	0,159	0,150	0,142	0,142	0,208	0,180	0,159	0,150	0,289
Pimentón	1,05	0,159	0,150	0,142	0,142	0,208	0,180	0,159	0,150	0,289
Pepino	1	0,151	0,143	0,135	0,135	0,198	0,171	0,151	0,143	0,276
Repollo	1,05	0,159	0,150	0,142	0,142	0,208	0,180	0,159	0,150	0,289

Cultivo	Kc	Riego Localizado de Alta Frecuencia *								Riego por aspersión **
		Clima árido				Clima húmedo				
		Muy porosa	Arenosa	Media	Fina	Muy porosa	Arenosa	Media	Fina	
Lechuga	1	0,151	0,143	0,135	0,135	0,198	0,171	0,151	0,143	0,276
Ají	1,13	0,171	0,161	0,153	0,153	0,224	0,194	0,171	0,161	0,311
Habichuela	1,1	0,166	0,157	0,149	0,149	0,218	0,189	0,166	0,157	0,303
Zanahoria	1,05	0,159	0,150	0,142	0,142	0,208	0,180	0,159	0,150	0,289
Cítricos	0,8	0,121	0,114	0,108	0,108	0,158	0,137	0,121	0,114	0,220
Maracuyá	1	0,151	0,143	0,135	0,135	0,198	0,171	0,151	0,143	0,276
Aguacate	0,85	0,129	0,121	0,115	0,115	0,168	0,146	0,129	0,121	0,234
Melón	0,85	0,129	0,121	0,115	0,115	0,168	0,146	0,129	0,121	0,234
Uva	0,85	0,129	0,121	0,115	0,115	0,168	0,146	0,129	0,121	0,234
Piña	0,5	0,076	0,071	0,068	0,068	0,099	0,086	0,076	0,071	0,138
Apio	1,05	0,159	0,150	0,142	0,142	0,208	0,180	0,159	0,150	0,289

* Para este cálculo se ha tenido en cuenta una profundidad de raíces menores de 0.75 m, un coeficiente de uniformidad de 0.9, y factores de eficiencia de aplicación entre 0.65 – 0.95, dependiendo del clima y la textura del suelo

** Para este cálculo se ha tenido en cuenta un coeficiente de uniformidad de 0.7 y una eficiencia de aplicación de 0.6. Estos factores no están influenciados ni por el clima ni el tipo de suelo

Para el uso de la Tabla 3, la clasificación climática de la zona de estudio depende de la temperatura promedio y la precipitación promedio, que corresponden al Factor de Lang, que se calcula con la Ecuación 2.

$$FL = \frac{PrecProm}{TemProm} \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde:

PrecProm = Precipitación promedio anual (mm/año)

TemProm = Temperatura promedio anual (°C)

Si el Factor de Lang es menor de 60, entonces el sitio es de clima árido. Si el Factor de Lang es mayor de 60, entonces el sitio es de clima húmedo.

En la Ecuación 1 ET_0 , es el valor de Evapotranspiración calculado respecto a un cultivo de referencia, por lo general alfalfa, ese valor depende de la zona climática y de la temperatura que existe en cada zona. Existen cuatro métodos principales para estimar ET_0 : Los métodos de Blanny - Criddle, método de la radiación, método de evaporación de Pan y método de Penman - Monteith. El método de Penman - Monteith es el recomendado siempre que sea posible, cuando se faciliten los suficientes datos meteorológicos (HR Wallingford, 2003).

El área de cultivos a atender por vivienda (Acv) también debe concertarse con la comunidad de acuerdo con las condiciones del proyecto y a la oferta hídrica disponible. Por ejemplo, como resultado de esta concertación se decide que cada vivienda podrá irrigar áreas de $\frac{1}{4}$ Ha $\frac{1}{2}$ Ha, $\frac{3}{4}$ Ha o 1 Ha y que áreas mayores, dependiendo de cada caso particular, serán consideradas como actividad comercial y deberán tener un tratamiento diferente.

Debe tenerse en cuenta que existen otras actividades agropecuarias que también demandan agua, como por ejemplo, en actividades postcosecha como el beneficio del café, que representa una demanda de carácter estacional, dos veces al año. En el beneficio del café de forma tradicional o beneficio húmedo, se estima el uso de entre 40 y 60 litros de agua para la obtención de 1 Kg. de café pergamino seco (URL - 3). Esta importante demanda de agua ha hecho que se desarrollen opciones más amigables como el llamado beneficio ecológico, con el cual es posible reducir la cantidad de agua empleada hasta menos de 1 litro para la obtención del mismo Kg. de café pergamino seco (URL - 3).

El proyecto de abastecimiento de agua deberá identificar el tipo de demandas asociadas a los cultivos adicionales al riego y obtener estimaciones de la cantidad de agua requerida.



1.1.4. Estimación de la demanda de agua para otras actividades de sustento de pequeña escala

En las viviendas rurales también pueden existir otro tipo de actividades como la venta de almuerzos, preparación de dulces, pan, lavado de carros, lavado de ropa, pequeñas actividades de tipo turístico, y un sin fin de medios a través de los cuales la gente busca opciones para garantizar su sustento. En un proyecto de abastecimiento de agua para uso múltiple, estas actividades deben ser identificadas y caracterizada su demanda de agua, de tal forma que sea incorporada en la planificación en caso de que se haya establecido que es significativa. En la Fotografía 4 aparece una mujer en Cajamarca (Roldanillo-Valle del Cauca) que tiene un negocio de preparación de pandebonos en su vivienda 2 veces por semana.



Fotografía 4. Preparación de pandebono en Cajamarca (Roldanillo - Valle)

Las demandas relacionadas con las microempresas caseras deben ser evaluadas caso por caso, teniendo en cuenta el tipo de actividad, el consumo de agua por actividad y si ésta es realizada por una proporción importante de la población o únicamente en unas pocas viviendas.

Nota: Como en cualquier otro proyecto de abastecimiento de agua es necesario considerar los consumos de establecimientos especiales como jardines infantiles, escuelas, colegios, puestos de salud, inspecciones de policía, entre otros.



1.1.5. Técnicas para determinar de manera participativa la demanda de agua en un sistema para uso múltiple

Existen diferentes mecanismos para involucrar la comunidad en el establecimiento de la demanda de agua y obtener parámetros más acertados que reflejen las verdaderas características de la población y necesidades de agua, de manera que los diseños

obtenidos satisfagan las necesidades de la gente. Entre las opciones que permiten involucrar la comunidad se cuentan:

Encuestas: Permiten recabar información importante sobre aspectos como las actividades realizadas a nivel del predio, las diferentes fuentes de agua y las cantidades requeridas para cada uso; el nivel de servicio y la demanda de agua per cápita. La comunidad puede participar activamente en esta fase del proyecto apoyando la realización de un censo en calidad de encuestadores. Para ello es necesario realizar una capacitación. Algunas preguntas que pueden hacerse son las siguientes:

- ¿Cuántas personas habitan la vivienda?
- ¿Cuáles son los usos del agua?
- ¿Tiene animales? ¿De qué tipo? ¿Cuántos?
- ¿Tiene cultivos? ¿Cuáles? ¿Cuál es el área sembrada por tipo de cultivo?
- ¿Cuánta agua usan en su vivienda por día?
- ¿El agua que emplean en la vivienda para los diferentes usos proviene de una sola fuente o de varias fuentes?
- ¿Cuáles son esas fuentes y que tan lejos están de la vivienda?
- ¿Considera adecuada la cantidad de agua abastecida?
- De lo contrario, ¿cuánta agua necesita en realidad para los diferentes usos?
- ¿Quién recoge el agua de la vivienda?
- ¿Tiene sistemas para almacenar el agua? ¿Cuál es la capacidad?
- ¿Cuál es su sistema de manejo y evacuación de excretas y aguas residuales?
- ¿Cuántas veces al día se duchan?
- ¿Cuántas veces usan el sanitario?
- ¿Qué tan lejos en términos de tiempo toma ir hasta la fuente de abastecimiento más cercana?
- ¿Cuánta agua se puede traer en un solo viaje?
- ¿Cuántas veces se debe ir a traer agua en el día?
- ¿Cuál es el uso más importante del agua (cocina/aseo/animales/plantas/otros)?
- ¿Está satisfecho con el servicio de abastecimiento de agua actual?
- ¿Todas las viviendas tiene acceso igual al agua? ¿Hay personas en desventaja? ¿Por qué? ¿Quiénes?
- ¿Se tienen incentivos para la conservación del agua?
- ¿Hay voluntad a pagar por el agua? ¿Cuánto pagaría? ¿Qué tipo de servicio esperaría por el pago?
- ¿Ha recibido capacitación sobre los servicios de abastecimiento de agua disponibles?
- ¿Tiene tradiciones o creencias que afecten la aceptación de los servicios de abastecimiento de agua o saneamiento?

Medición del consumo de agua en las viviendas: Para tener datos más acertados sobre los consumos de agua típicos de la zona, Roa (2005) sugiere que puede hacerse investigación participativa con jóvenes de la zona, midiendo con recipientes aforados y con un cronómetro el flujo de las llaves, la cantidad de veces y el tiempo en que permanecen abiertas, para cuantificar la cantidad de agua empleada en las diferentes actividades. Ésta, además, es una forma indirecta de sensibilización de los jóvenes en cuanto al uso del agua, que los convierte en multiplicadores de mensajes sobre uso

eficiente y cuidado del recurso. En la Fotografía 5 aparecen jóvenes de la localidad midiendo consumos de agua a través de diferentes técnicas, en las viviendas de la microcuenca Los Sainos.



Fotografía 5. Técnicas participativas para medición de consumos de agua. Fuente: Roa (2005)

Entrevistas semiestructuradas: Pueden conducirse con grupos de diversos tamaños y los contactos claves en la comunidad. Son entrevistas informales, pero guiadas, preparadas por el agente de desarrollo y en las cuales solo alguna de las preguntas son predeterminadas. Nuevas preguntas o líneas de interrogación surgen de las respuestas del entrevistado (FAO, 1994).

Talleres: En talleres con la comunidad se puede indagar sobre los usos del agua y las prácticas asociadas con éstos. Pueden realizarse actividades que incluyen calendarios estacionales, jerarquización y estimación de consumos de agua aproximados. Entre las actividades a desarrollarse pueden estar:

Mapeo comunitario: Puede hacerse un mapeo con los miembros de la comunidad de las formas de abastecimiento de agua en los diferentes sectores, involucrando los distintos usos del recurso y las fuentes empleadas.

Establecimiento de los consumos de agua: La gente describe cuánta agua gasta por actividad, utilizando piedras, frijoles, etc., las personas establecen las actividades en las cuales emplean mayor cantidad de agua en el predio familiar y valores aproximados para ello.

Ejercicios de jerarquización: Utilizando materiales disponibles, como piedras, frijoles o palitos de diferentes tamaños, la gente expresa sus preferencias o registra sus respuestas a preguntas como: ¿Cuál es su fuente de agua preferida? ¿Para qué tipo de usos? ¿Si tuviera muy poca agua, en qué actividades la utilizaría? Se recomienda que esta actividad se haga por grupos diferenciados de hombres y mujeres y niveles socioeconómicos.

Calendarios estacionales: Mediante la preparación de calendarios por grupos específicos por ejemplo de mujeres, pequeños agricultores, se pueden conocer las características y fluctuaciones periódicas de la demanda de agua. Se indaga la comunidad sobre sus actividades diarias, mensuales y anuales, y se construyen calendarios para registrar el uso del agua por vivienda en el año, indicando las actividades que se realizan en cada época y quien las ejecuta. Estos calendarios facilitan la identificación visual de los

períodos críticos para el abastecimiento de agua, las cantidades demandadas, los factores pico diarios, horarios.

En el espacio de los talleres también se puede concertar con la comunidad las condiciones en las que se prestará el nuevo servicio, cuánta agua se necesita, cuánta agua es posible suministrar de acuerdo con las posibilidades de las fuentes, para cuáles usos y a qué escala, qué cambios implica esto en el manejo del agua a nivel de la vivienda, qué estrategias se implantarán para crear condiciones equitativas de acceso al agua para todos los usuarios. En la Fotografía 6 aparece un grupo de personas de la comunidad participando en un taller en el marco de un proyecto de abastecimiento.



Fotografía 6. Miembros de una comunidad participando en talleres

Conformación de grupos focales: Reuniones con pequeños grupos posibilitan una discusión más profunda de las preocupaciones comunes. La identificación de tales grupos por la comunidad tendría que ser fomentada por el agente de desarrollo. Un número apropiado de participantes para reuniones de grupos pequeños sería de 6 a 12 personas (FAO, 1994).

Caminatas y observación directa: En compañía de líderes comunitarios pueden realizarse caminatas para identificar aspectos como: servicios existentes, tecnologías locales y tecnologías apropiadas en uso; sitios donde el agua es obtenida, estado de las zonas de captación, sitios de disposición de excretas y aguas residuales, distancia recorrida por las personas para obtener el agua; cantidad de agua que puede recoger una persona por viaje; hora del día en la que se recolecta más agua; otras fuentes de agua están disponibles y si es posible su uso; los cultivos predominantes en la zona; la existencia de personas que tengan cultivos, críen animales a gran escala o tengan negocios donde se utilice el recurso en cantidades importantes.



1.2. Conocer los requerimientos de calidad de agua para cada uso

En un sistema de uso múltiple de agua es importante conocer los requerimientos de agua no solo en cantidad sino también en calidad, a fin de proteger la salud de los usuarios del sistema de abastecimiento de agua y garantizar condiciones óptimas para un rendimiento adecuado en los pequeños sistemas productivos. A continuación se presentan los requerimientos de calidad de agua para múltiples usos:



1.2.1. Requerimientos de calidad de agua para consumo humano

La Tabla 4 contiene los valores guía reportados por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006) y la legislación colombiana (Resolución 2115 de 2007) para algunos de los constituyentes del agua de mayor importancia para el uso en el consumo humano y también los estándares de calidad que la legislación colombiana exige para fuentes de agua que serán utilizadas para abastecimiento humano (Decreto 1594 de 1984).

Tabla 4. Parámetros de calidad de agua para consumo humano

Parámetro	Valor guía		
	OMS (2006)	Decreto 1594 de 1984	Resolución 2115 de 2007
Turbiedad (UNT)		10	2
pH (Unidades)	6,5 - 8,0	6,5 - 8,0	6,5 - 9,0
Coliformes totales (UFC/100 ml)	0	0	0
Dureza total (mg/l)	200 - 500	1	300
Alcalinidad (mg/l)			200
Calcio (mg/l)	100 - 300		60
Magnesio (mg/l)			36
Cloruros (mg/l)	200 - 300	250	250
Coliformes fecales (UFC/100 ml)	0	0	
Sulfatos (mg/l)	250 - 1000	400	250
Manganeso (mg/l)	0,1		0,1
Fluoruro (mg/l)			1,0
Color (UPC)	15	75 ¹ , 20 ²	15
Cromo (mg/l)	0,05 (P)	0,05 (Cr ⁺⁶)	0,05
Hierro (mg/l)	0,3		0,3
Nitrito (mg/l)	3; 0,2 (P)	1	0,1
Nitrato (mg/l)	50	10	10
Aluminio (mg/l)	0,2		0,2
Antimonio (mg/l)			0,02
Arsénico (mg/l)	0,01 (P)	0,05	0,01
Cianuro (mg/l)	0,07	0,2	0,05
Cadmio (mg/l)	0,003	0,01	0,003
Mercurio (mg/l)	0,006	0,002	0,001
Bario (mg/l)	0,7	1	0,7
Cinc (mg/l)	4	15	
Selenio (mg/l)	0,01	0,01	0,01
Plomo (mg/l)	0,01	0,05	0,01
Cobre (mg/l)	2,0	1,0	1,0
Fenoles (mg/l)		0,002	
Conductividad (µS/cm)			1000
Niquel (mg/l)			0,02
Molibdeno (mg/l)			0,07
Trihalometanos Totales (mg/l)			0,2
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (mg/l)			0,01
Carbono Orgánico Total (mg/l)			5,0
Zinc (mg/l)			3
Fosfatos			0,5

¹ Para aguas que serán sometidas a tratamiento en ciclo completo

² Para aguas que serán únicamente desinfectadas

En relación con la calidad de agua para otros usos domésticos, tales como lavado de pisos, descarga de inodoros, entre otros, aunque no existen estándares específicos emitidos para estos fines, es posible decir que no es necesario el uso de agua potable y que pueden emplearse fuentes con menores niveles de calidad.



1.2.2. Requerimientos de calidad de agua para los animales

Los animales necesitan agua con calidad adecuada para mantener una salud óptima y la productividad. El contenido de sales totales es la característica más importante para determinar si un agua es apropiada para este uso (FAO, 1986). La ingesta excesiva de agua salina puede causar enfermedades o muerte a los animales. La cantidad de magnesio en el agua es también un aspecto crítico. En la Tabla 5 se presentan algunos estándares sugeridos como criterios de calidad para el agua que se destina a fines pecuarios, recomendados por la literatura y la norma colombiana, Decreto 1594 de 1984, que reglamenta los criterios de calidad del recurso para diferentes fines.

Tabla 5. Parámetros de calidad de agua para uso pecuario

Parámetro	Valor guía
Sólidos disueltos totales (mg/l) ^a	< 1000
Magnesio (mg/l) ^a	< 60
Sulfatos (mg/l) ^a	< 290
Cromo (mg/l) ^b	1
Nitrito (mg/l) ^b	10
Aluminio (mg/l) ^b	5
Arsénico (mg/l) ^b	0,2
Cadmio (mg/l) ^b	0,05
Mercurio (mg/l) ^b	0,01
Cinc (mg/l) ^b	25
Plomo (mg/l) ^b	0,1
Cobre (mg/l) ^b	0,5 ²
Sodio (mg/l) ^a	< 230
Conductividad (S/cm) ^a	< 1600
Salinidad (mg/l) ^b	3000
Cloro (mg/l) ^a	< 360
Boro (mg/l) ^b	5

^a FAO, 1986

^b Decreto 1594 de 1984

En el caso de la calidad de agua para el cultivo de peces, la Tabla 6 contiene los parámetros básicos.

Tabla 6. Parámetros de calidad de agua para cultivo de peces

Parámetro	Valor guía
Temperatura (°C) ^a	26 a 30
pH ^a	6,5 a 8,0
Oxígeno disuelto (mg/l) ^a	>5

Parámetro	Valor guía
Gas carbónico (mg/l) ^a	<10
Alcalinidad total (mg/l) ^a	>30
Dureza total (mg/l) ^a	>30
Amoníaco tóxico (mg/l) ^a	<0,2
Nitrito (mg/l) ^a	<0,3
Gas sulfhídrico (mg/l) ^a	<0,002
Salinidad (ppm) ^a	Depende de la especie en general <12 ppt para peces de agua dulce
Coliformes fecales (E. Coli / 100 ml ^b (media aritmética) ^b	≤ 10 ³ (trabajadores); ≤ 10 ³ (consumidores);
Huevos de trematodos ^b	No detectables

^a Akifumi, Kubitza, 2002

^b OMS, 2006



1.2.3. Requerimientos de calidad de agua para las plantas

La calidad de agua para fines agrícolas se define en función de 3 criterios principales: salinidad, sodicidad y toxicidad. Además de estos 3 factores existen los “problemas varios”, que son exceso de nitrógeno, pH y contenido de magnesio (Pizarro, 1996).

La Salinidad evalúa el riesgo de que el uso del agua ocasione altas concentraciones de sales en el suelo, lo que exige a las raíces un esfuerzo adicional para absorber el líquido, ocasionando bajo rendimiento en los cultivos. Generalmente se mide a través de la conductividad eléctrica (CE). La Sodicidad se genera cuando altos contenidos de iones de sodio en las aguas de riego, desplazan el calcio (Ca) y magnesio (Mg) que conforman los complejos estructurales del suelo, reduciendo la infiltración de agua y aire a través de los poros que lo conforman (Pizarro, 1996). El índice más usado para expresar el riesgo de un agua para producir sodicidad es el RAS propuesto por Richards, (1954), que expresa la relación entre los iones de sodio, calcio y el magnesio existentes en el suelo. El RAS se define con la Ecuación 3:

$$RAS = \frac{[CNa]}{\sqrt{\frac{(CCa + CMg)}{2}}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

(C): concentración iónica en mol/m³

Na: Sodio

Ca: Calcio

Mg: Magnesio

El RAS guarda una estrecha relación con los niveles de salinidad del suelo; cuanto mayor sea el nivel de salinidad, mayor es el índice RAS que puede producir problemas de infiltración (URL - 4). A partir de la Figura 1 se puede obtener el valor del RAS a partir del valor de la conductividad.

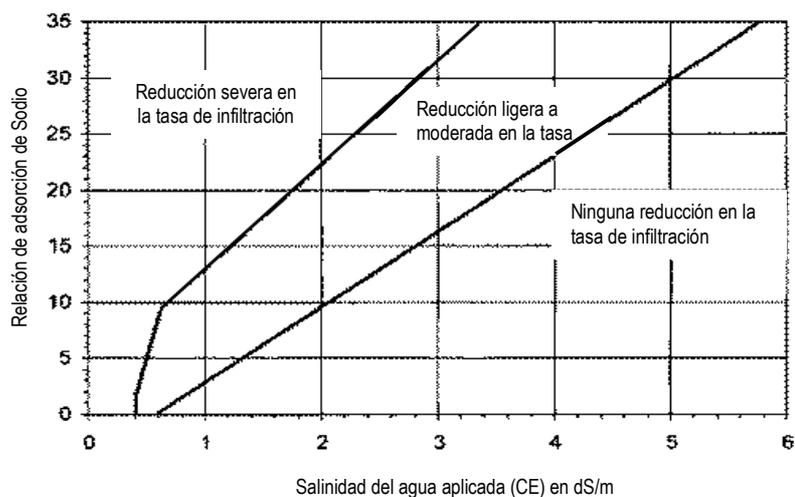


Figura 1. Relación entre Salinidad y RAS (URL - 4)

En el agua de riego pueden existir algunos iones que generan problemas al ser absorbidos principalmente por las raíces, acumulándose en las hojas mediante transpiración, llegando a alcanzar concentraciones nocivas. Los iones tóxicos más frecuentes en las aguas de riego son el cloro, sodio y boro (Pizarro, 1996). En el caso del cloro, su toxicidad se presenta cuando éste no es adsorbido por el suelo, y se mueve fácilmente en la solución desde donde es absorbido por la planta y circula en ella hasta acumularse en las hojas. Si la concentración sobrepasa la tolerancia del cultivo aparecen claros síntomas de toxicidad que incluyen hojas quemadas y necrosis de tejidos. El Nitrógeno y el pH son otros parámetros importantes de considerar. La Tabla 7 presenta un resumen de los criterios de calidad de importancia considerados en aguas de riego recomendados por la literatura.

Tabla 7. Parámetros de calidad de agua para uso agrícola

Parámetro	Valor guía
pH (unidades)	6,5 – 8,4
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	< 2000
Coliformes fecales (media geométrica n°/100 ml)	< 1000
Nematodos intestinales (media geométrica n°/100 ml)	<= 1
Manganeso (mg/l)	0,2
Cromo (mg/l)	0,1
Hierro (mg/l)	5
Aluminio (mg/l)	5
Arsénico (mg/l)	0,1
Cadmio (mg/l)	0,01
Cinc (mg/l)	2
Selenio (mg/l)	0,02
Plomo (mg/l)	5
DBO (mg/l)	5 – 45
DQO (mg/l)	20 – 200

Parámetro	Valor guía
Níquel (mg/l)	0,2
Boro (mg/l)	< 3
Cloro (mg/l)	< 3
Nitrógeno (mg/l)	< 30
Conductividad eléctrica	< 3
Berilio (mg/l)	0,1
Cobalto (mg/l)	0,05
Litio (mg/l)	2,5
Molibdeno (mg/l)	0,01
Vanadio (mg/l)	0,1
RAS (unidades)	< 3,0
Cobre (mg/l)	0,2
Flúor (mg/l)	1

Fuente: Pizarro, 1996

2. Es necesario aprovechar fuentes de agua de diferente cantidad y calidad, de acuerdo con los usos, da tal forma que se promueva la sostenibilidad en el uso del recurso y no se ponga en riesgo la salud humana

El agua es un recurso escaso y cada vez diferentes tipos de usuarios entran en conflicto por el acceso a éste para múltiples actividades. De toda el agua que tradicionalmente se suministra en un sistema de abasto para uso humano y doméstico, tan solo entre 20 - 50 l/hab*día requieren características de potabilidad. Sin embargo, la norma técnica exige que toda el agua que se suministra tenga calidad de “potable”. En la zona rural, en la práctica, no se construyen plantas de potabilización por los altos costos que implica, no solamente de inversión inicial sino de operación y mantenimiento. A pesar de esta situación, existe un bajo nivel de aprovechamiento de fuentes de agua alternativas para actividades que demandan agua de menor calidad, tales como el saneamiento, el aseo de la vivienda, el riego de cultivos o la limpieza de corrales de animales. Incluso, la norma técnica considera el agua lluvia como última opción a considerar para el suministro de agua.

En los casos estudiados por el proyecto MUS se encontró que el acueducto proporciona el agua para la mayoría de los usos. En los sistemas de La Castilla, Golondrinas y La Palma - Tres Puertas aproximadamente 97% de las viviendas usaban el agua del acueducto para la evacuación de excretas, 98% para la bebida y aseo de los animales y 62% para riego. El uso del agua del acueducto independientemente de los requerimientos de calidad de la actividad que la demanda genera problemas de discontinuidad en los servicios, medidas administrativas coercitivas para quienes desarrollan actividades productivas y conflictos entre usuarios. Ante esta situación un sistema de uso múltiple debe promover entre sus estrategias el aprovechamiento de diferentes fuentes de agua dependiendo de los usos, a fin de propender por la sostenibilidad y equidad en el acceso al agua, al tiempo que se protege la salud de la población. Es fundamental aceptar el hecho de que los usos múltiples del agua plantean la necesidad de soluciones creativas, que tendrán implicaciones técnicas, financieras y ambientales; igualmente, representan desafíos al ejercicio tradicional de la ingeniería. Entre las opciones disponibles enmarcadas en este principio se propone:



2.1. Conocer la oferta de agua en términos de cantidad a partir de múltiples fuentes

El suministro de agua puede hacerse a partir de diferentes fuentes. Además de las tradicionales aguas superficiales y aguas subterráneas, pueden usarse las aguas lluvias para todos los usos y las aguas residuales tratadas, especialmente para fines de riego y cultivo de peces. Esto implica conocer la oferta en cantidad a partir de estas fuentes, de tal forma que estos valores puedan ser verificados con el agua demandada por cada uso. A continuación se presentan algunas herramientas para estimar la oferta hídrica posible en un sistema de abasto de uso múltiple:



2.1.1. Estimación de la oferta a partir de aguas lluvias

Para determinar la oferta de aguas lluvias es necesario conocer cuánto llueve, cuándo llueve, cómo llueve y el ritmo de las estaciones secas y lluviosas y cómo varían de un año a otro (Vargas, 2005). El cálculo de la precipitación caída sobre una cierta área se realiza a partir de los datos recogidos en estaciones meteorológicas. Los pluviómetros miden la cantidad de precipitación, y los pluviógrafos la intensidad de las mismas. La fiabilidad de los datos obtenidos depende de la correcta ubicación de la estación, de su calibración y de la ausencia de errores accidentales.

Es importante tener en cuenta que la forma en que ocurre la lluvia presenta notables diferencias incluso en distancias cortas, de manera que las medidas de las estaciones pluviométricas no necesariamente pueden ser extrapoladas sin error a áreas extensas. Normalmente, existe información general sobre la precipitación, pero no es del mismo lugar en el que se trabaja, por eso conviene desde el inicio del programa instalar pluviómetros y efectuar mediciones propias, que tengan mayor validez para el lugar. Esto puede hacerse con recipientes caseros y una pequeña regla (Vargas, 2005). En la Tabla 8 se presenta de manera sencilla un procedimiento para estimar la oferta de agua a partir de aguas lluvias.

Tabla 8. Estimación de la disponibilidad de agua a partir de Aguas lluvias

Método	Descripción	Responsable	Instrumentos
Pluviómetros artesanales	Simular estación pluviométrica cumpliendo especificaciones. Mediciones diarias a la misma hora del día	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fontanero ▪ Estudiantes en servicio social ▪ Personas de la zona ▪ Trabajo para la mujer en compensación de la tarifa por el servicio de agua 	Recipiente graduado Formato

El cálculo de la precipitación media caída sobre un área se puede abordar a través de los métodos de la media aritmética, los polígonos de Thiessen, la curva hipsométrica o el método de las curvas isoyetas.



2.1.2. Estimación de la oferta a partir de aguas superficiales

El caudal más importante que debe medirse para abastecimiento de agua a partir de fuentes superficiales es el de verano, preferiblemente al final de la temporada. Es necesario considerar estructuras de captación, descargas de aguas residuales o pluviales que puedan afectar el régimen natural del curso de agua. También es importante considerar los caudales máximos, para prever en el diseño de las estructuras fenómenos como crecientes y avalanchas. En la Fotografía 7 aparece una fuente superficial, el Río Pance ubicado en zona rural de la Ciudad de Cali en el Valle del Cauca.



Fotografía 7. Fuente superficial, Río Pance (Cali - Valle)

Existen varios métodos para medir los caudales en fuentes superficiales, en la Tabla 9 se presentan los métodos área - velocidad y el método volumétrico. Vale la pena señalar que el método empleado dependerá de la magnitud del curso de agua. En un río de magnitudes importantes es posible que la aplicación de métodos sencillos de aforo no sea posible.

Tabla 9. Estimación de la disponibilidad de agua a partir de fuentes superficiales

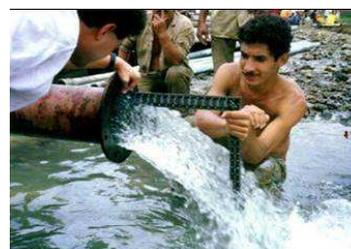
Método	Descripción	Responsable	Instrumentos
Método velocidad - área	<p>Con un metro se mide el ancho y la profundidad de la fuente de agua. La velocidad se determina midiendo el tiempo que tarda un flotador en recorrer una longitud establecida entre las secciones (lo más recto posible). Cuando la profundidad del agua es menor a 1 m, la velocidad promedio del flujo se considera el 80% de la velocidad superficial. La velocidad se tomará al menos 3 veces. El caudal se estima 1 vez por semana.</p> $Q = 800 * V * A$ <p>Q = Caudal en l/s V = Velocidad superficial en m/s A = Área de la sección transversal en m²</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fontanero Estudiantes en servicio social Personas que habiten en viviendas cercanas a la fuente de agua Trabajo para la mujer en compensación de la tarifa por el servicio de agua 	<p>Metro Estacas Cronómetro Regla Lazo Flotador Formato</p>
Método volumétrico	<p>Encauzar el agua, generando una corriente de fluido que pueda provocar un chorro. Recolectar un volumen de agua en un tiempo determinado, utilizando un cronometro. El procedimiento se repite al menos 3 veces. El caudal se estima 1 vez por semana</p> $Q = V / t$ <p>Q = Caudal en l/s V = Volumen del recipiente en l t = tiempo promedio en s</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fontanero Estudiantes en servicio social Personas que habiten en viviendas cercanas a la fuente de agua Trabajo para la mujer en compensación de la tarifa por el servicio de agua 	<p>Recipiente graduado Cronómetro Formato</p>



2.1.3. Estimación de la oferta a partir de aguas subterráneas

Para establecer la disponibilidad de agua a partir de fuentes subterráneas es necesaria la recolección de información hidrogeológica disponible como reportes y mapas geológicos, topográficos, bitácoras de pozos entubados, reconocimiento geológico superficial, registros meteorológicos, datos hidrogeológicos. Para sistemas de abasto comunitarios es necesario realizar investigaciones geofísicas, que algunas veces incluyen pruebas de pozos y medidas de resistividad eléctrica. Mediante ellas es posible establecer la ubicación, profundidad y extensión del agua subterránea. Cuando el sistema es de abasto individual a partir de aljibes, la comunidad es una buena fuente de información, realizando consultas a los pobladores de la zona usuarios de este recurso, o mediante ensayos sencillos, haciendo relaciones en cuanto a profundidad y localización de viviendas que hacen uso de este recurso.

En los sistemas colectivos, a partir de la información recopilada que se ha mencionado, y las pruebas de bombeo en ensayos en pozos, un hidrogeólogo puede determinar la tasa a la cual el agua debe extraerse sin peligro de agotar el agua almacenada. En la Tabla 10 aparece el procedimiento para estimar la disponibilidad de agua a partir de aguas subterráneas. En la Fotografía 8 aparecen personas durante la realización de un ensayo de bombeo.



Fotografía 8. Ensayo de bombeo. Fuente: Paez (2007)

Tabla 10. Estimación de la disponibilidad de agua a partir de aguas subterráneas

Método	Descripción	Responsable	Instrumentos
Ensayos de bombeo	Se realizan bajo condiciones de caudal constante o pruebas de abatimiento escalonado, trabajando al menos con 3 caudales con relaciones entre 2 caudales sucesivos de 2 a 3 ó 1 a 2. Se requiere de un pozo de control y al menos dos pozos de observación o satélites. Deben medirse niveles a intervalos adecuados en el pozo de bombeo y en los de observación durante todo el ensayo. Se hacen mediciones de nivel y caudal. Al final de la prueba se miden los niveles de recuperación en el pozo de bombeo y los de observación al menos dos horas. Con los resultados se construye una curva que relaciona los caudales extraídos y los abatimientos producidos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingeniero proyectista ▪ Auxiliares 	Sonda manual Bomba sumergible con válvula de pie de pozo y válvula reguladora de caudal Manómetro Caudalímetro Tubo pitot Dispositivo de descarga de caudales extraídos Formatos



2.1.4. Estimación de la oferta a partir de aguas residuales

La estimación de los caudales de aguas residuales depende del tipo de sistema de saneamiento existente. En sistemas colectivos de zonas rurales, los colectores de aguas residuales pueden transportar agua residual doméstica, agua residual de pequeñas actividades productivas, aguas lluvias e infiltraciones de aguas pluviales. La cantidad de agua residual doméstica varía dependiendo de diversos factores como el clima, el tamaño de la población, la densidad, el nivel económico, la fiabilidad y calidad del servicio, las restricciones para el acceso al agua, la existencia de medidores y las fluctuaciones en el consumo de agua, entre otros. La cantidad de agua residual generada por pequeñas actividades productivas dependerá del tipo de actividad y será significativo por ejemplo para crianza de cerdos y no será relevante para riego de cultivos. Para nuevos proyectos, cuando no hay separación de aguas grises, el caudal de aguas residuales puede calcularse teniendo en cuenta el consumo per cápita de agua por un coeficiente de retorno entre el 60 y el 85% que varía dependiendo de las condiciones particulares de la población, y especialmente de los usos productivos del agua. También es necesario tener en cuenta la recolección de aguas lluvias, la contribución de la infiltración y las aportaciones incontroladas. Pueden hacerse estudios de campo midiendo de manera directa el caudal de las descargas de los colectores de aguas residuales en períodos de tiempo representativos. En sistemas individuales, la oferta de aguas residuales puede ser estimada realizando mediciones del consumo de agua en actividades generadoras de aguas grises y aguas residuales. En la Tabla 11 se proponen algunos métodos para estimar esta oferta a partir de sistemas individuales y colectivos.

Tabla 11. Estimación de la disponibilidad de agua a partir de aguas residuales

Tipo de Sistemas	Método	Descripción	Responsable	Instrumentos
individuales	Estimativo por actividades generadoras	Medición a través de aforos, volúmenes de tanques, tiempos de vaciado, tiempos de uso de agua y otras técnicas sencillas, de la cantidad de agua consumida en 1 día en actividades que producen aguas grises y aguas residuales, tales como descargas del sanitario, duchas, lavamanos, lavaplatos, limpieza de cocheras, etc. Esto debe realizarse en 1 día de consumo máximo y en 1 día de consumo mínimo, identificando previamente con la comunidad cuando se dan estas condiciones.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mujer en la vivienda ▪ Técnico ▪ Fontanero 	Capacitación Regla Formato
Colectivos	Estimativos por demanda de agua de la población*	Se calcula teniendo en cuenta la dotación de agua para consumo y la población de proyecto. Se afecta considerando un factor que depende del tipo de actividades productivas, aspectos socioeconómicos, clima, calidad del servicio:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingeniero diseñador 	

$$Q = \frac{C * Pf * F}{86400}$$

Donde C: Dotación per cápita (l/hab/día)
Pf: Población futura (habitante)

Tipo de Sistemas	Método	Descripción	Responsable	Instrumentos
		F: Factor		
	Mediciones de campo	Medición directa de los caudales vertidos por los colectores de la red de alcantarillado. Esto debe hacerse en jornadas de 24 horas teniendo en cuenta las variaciones semanales en los caudales vertidos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fontanero ▪ Personas de la comunidad ▪ Ingeniero diseñador 	Baldes Cronómetros Formatos Molinete

* Es recomendable que los estimativos por demanda de agua se complementen con las mediciones de campo



2.2 Establecer riesgos en términos de calidad para las diferentes fuentes

Es necesario realizar una evaluación de las situaciones relacionadas con la gestión del agua, que pueden llegar a tener impacto sobre la calidad de las fuentes con potencial de aprovechamiento en el proyecto de abastecimiento para uso múltiple. Estas situaciones pueden condicionar los usos del agua, las necesidades de tratamiento y los costos asociados a estas. Para establecer los riesgos de calidad de las diferentes fuentes se propone identificar las situaciones generadoras de impacto, y cuantificar estos impactos para tomar las acciones que permitan aprovechar la oferta hídrica de manera segura.



2.2.1. Identificar peligros en las fuentes abastecedoras

Es necesario recopilar y evaluar toda la información pertinente disponible sobre las fuentes. Antes de realizar una caracterización muy costosa de todos los parámetros que pueden ser de interés para la calidad del agua es necesario determinar las fuentes de contaminación potenciales, denominados peligros o sucesos peligrosos. La OMS (2006) ha llamado peligro a un agente biológico, químico, físico o radiológico con capacidad de ocasionar daños y, suceso peligroso, a un incidente o situación que puede hacer que se materialice un peligro. La Tabla 12 proporciona ejemplos de aspectos que pueden ser indicativos de peligros de contaminación en las fuentes.

Tabla 12. Información a considerar para identificar peligros relacionados con fuentes de abastecimiento

Componente	Información que debe tenerse en cuenta
Cuencas de captación	Geología: Sustancias químicas de origen natural
	Pautas meteorológicas y climáticas: Variaciones climáticas y estacionales; por ejemplo, lluvias copiosas, sequías y catástrofes naturales
	Usos del agua
	Usos de la tierra: Modificación de la cobertura de la tierra; ganadería, agricultura, silvicultura, industria, vertederos, minería y cambios en dichos usos
	Actividades extractivas
	Uso de sustancias químicas: Aplicación de fertilizantes, herbicidas, plaguicidas u otras sustancias químicas
	Presencia de ganado, aplicación de estiércol

Componente	Información que debe tenerse en cuenta
	Saneamiento: Eliminación de excretas, descargas de redes de alcantarillado y tanques sépticos
	Eliminación de residuos: Vertederos o minas, en activo o cerrados; lugares contaminados; residuos peligrosos
	Descargas industriales
Aguas superficiales	Acceso de personas, actividades recreativas
	Variabilidad de caudales
	Construcción o modificación de vías fluviales
	Protección (cercados, accesos)
	Zonas de amortiguación y vegetación inadecuadas
	Erosión del suelo
Aguas subterráneas	Actividades recreativas y otras actividades humanas
	Acuíferos confinados o no confinados: Acuífero no confinado y poco profundo (incluidas las aguas subterráneas que están en contacto directo con aguas superficiales)
	Características hidrogeológicas del acuífero
	Capacidad de dilución
	Zona de recarga
Agua de lluvia	Protección de la boca del pozo: Perforaciones sin revestimiento o con revestimiento inadecuado, con boca inadecuadamente protegida o utilizados en condiciones antihigiénicas
	Presencia de excrementos de pájaros o de otros animales en el tejado o en los canalones

Fuente: Adaptado de: OMS, 2006

En el caso del agua residual, como fuente de aprovechamiento para la agricultura y acuicultura existen una serie de peligros asociados a su utilización. En la agricultura, la utilización de aguas residuales sin tratar o parcialmente tratadas puede causar problemas de contaminación del agua subterránea y superficial, así como de la tierra. Una de los problemas más graves es la acumulación de nitratos. En algunos casos, dependiendo de las actividades que se desarrollen en la zona, las aguas residuales pueden contener contaminantes químicos, que pueden ser tóxicos para el hombre, las plantas y la biota acuática, como los metales pesados, las sustancias orgánicas no degradables y el boro.

La transmisión de enfermedades infecciosas, es el peligro de mayor preocupación asociado al uso de aguas residuales, tanto en acuicultura como en riego. Los virus patógenos, bacterias, protozoarios y helmintos provenientes de las excretas de personas infectadas, están presentes en las aguas residuales en concentraciones generalmente elevadas. Los helmintos son los patógenos de mayor interés. Cuando se usan aguas residuales para el cultivo de peces, existe la posibilidad de que los peces y las plantas cultivados con estas aguas transmitan patógenos de forma pasiva a quienes las manipulan o las consumen. El hecho de que los peces concentren bacterias y otros microbios como, virus y protozoos en sus intestinos, es de gran importancia para la salud pública. Varios animales sirven de reservorios y su presencia ayuda a sostener estos patógenos en diferentes áreas (OMS, 2006).



2.2.2. Evaluar los riesgos asociados a los peligros

Dado que los proyectos de abastecimiento de agua a menudo cuentan con recursos limitados, para optimizar los recursos es posible evaluar el nivel de riesgo que presentan los peligros identificados. La OMS (2006) define el riesgo como la probabilidad de que los peligros identificados ocasionen daños a las poblaciones expuestas en un plazo temporal especificado, incluida la magnitud del daño de sus consecuencias.

Una vez que se han determinado los factores de peligro potenciales y sus fuentes, es posible comparar los riesgos asociados a cada factor de peligro o suceso peligroso. Aunque existen numerosos contaminantes que pueden afectar la calidad del agua para diferentes usos, no es necesario prestar el mismo grado de atención a todos los factores de peligro. El riesgo asociado a cada factor de peligro o suceso peligroso puede describirse determinando la probabilidad de que se produzca y evaluando la gravedad de las consecuencias en caso de producirse (OMS, 2006). Esta evaluación deberá hacerse con un equipo en el cual participen como mínimo, responsables del proyecto de desarrollo, la autoridad ambiental en el área del proyecto y representantes de la comunidad.

Mediante una matriz semicuantitativa es posible asignar puntajes a los peligros, considerando información técnica obtenida de directrices, publicaciones científicas, etc., combinada con el criterio del grupo evaluador. La puntuación es específica para cada fuente. El uso de este tipo de sistema permite establecer el orden de prioridad de las medidas de control correspondientes a los peligros más significativos (OMS, 2006). Pueden aplicarse diversos sistemas para determinar la importancia de los riesgos. La Tabla 13 presenta un ejemplo de matriz para la cuantificación de riesgos

Tabla 13. Ejemplo de matriz para cuantificación de Riesgos

Peligro o Suceso peligroso	Probabilidad (P)	Gravedad (G)	Riesgo (P*G)

La Tabla 14 muestra un ejemplo de definiciones que pueden utilizarse para evaluar la probabilidad de los factores de peligro o sucesos peligrosos y la gravedad de las consecuencias. Los esfuerzos se harán para los peligros con el puntaje de riesgo más elevado.

Tabla 14. Ejemplos de definiciones de categorías de probabilidad y gravedad que pueden utilizarse en la puntuación de los riesgos

Elemento	Definición	Puntaje
Categorías de probabilidad		
Casi cierta	1 vez al día	5
Probable	1 vez a la semana	4
Moderadamente probable	1 vez al mes	3
Improbable	1 vez al año	2
Excepcional	1 vez cada 5 años	1
Categorías de gravedad		
Catastrófica	Potencialmente letal para una población grande	5
Grave	Potencialmente letal para una población pequeña	4
Moderada	Potencialmente dañino para una población grande	3
Leve	Potencialmente dañino para una población pequeña	2

Insignificante	No produce ningún efecto	1
----------------	--------------------------	---

Fuente: Adaptado de OMS, 2006



2.3. Caracterizar la oferta en términos de calidad de las diferentes fuentes

Una vez conocidos los factores de peligro y el riesgo que representan, el criterio del grupo evaluador establecerá, cuales son los análisis de calidad que deben tenerse en cuenta para cada fuente, de acuerdo con los usos que se pretenda dar a las mismas. A continuación se presentan las determinaciones analíticas para establecer si la calidad de agua de diferentes fuentes es apta para los diferentes usos que se tienen en las viviendas rurales:



2.3.1. Determinación de la calidad de agua a partir de aguas lluvias

Con un tratamiento mínimo y cuidado adecuado del sistema, el agua lluvia puede ser usada como agua para consumo humano y doméstico, uso agrícola y pecuario. En términos de los parámetros físico químicos, el agua recolectada de los techos tiende a exhibir niveles de calidad, comparables con los valores de referencia de agua potable de la OMS (UNEP, 2002). Sin embargo, como consecuencia del contacto con las áreas de captación, puede haber contaminación microbiológica, debido a la presencia de excrementos de pájaros, roedores, etc. Esta misma situación conduce a cambios en el pH por los materiales de las áreas de captación e incremento de los Sólidos Suspendidos, debido a polvo, y residuos de plantas, como hojas o ramas. Para quienes deseen utilizar aguas lluvias para uso potable, los contaminantes microbiológicos son probablemente la mayor preocupación, por lo que es importante utilizar indicadores como la E. Coli. La Tabla 15 presenta las determinaciones analíticas más importantes a tener en cuenta para esta fuente.

Tabla 15. Determinaciones analíticas recomendadas para agua lluvia

Parámetro	Consumo Humano	Uso Pecuario	Uso agrícola
Turbiedad	X		
pH	X		
Sólidos Suspendidos Totales	X		
Coliformes totales	X		
Coliformes fecales	X		



2.3.2. Determinación de la calidad de agua a partir de fuentes superficiales

Las aguas superficiales pueden ser empleadas para consumo humano, agrícola y pecuario. Este tipo de fuentes están expuestas a contaminación tanto microbiológica como fisicoquímica, pues pueden estar sometidas a descargas domésticas, agrícolas e industriales. Adicionalmente pueden presentarse problemas de erosión en las cuencas lo que conlleva a importantes variaciones en los niveles de turbidez. Dada la elevada

variabilidad en estas fuentes para la planificación de su aprovechamiento, no es recomendable trabajar únicamente con parámetros promedio de calidad del agua, y es importante realizar muestreos que incluyan los períodos lluviosos. Los parámetros básicos en este caso son la E. coli, turbiedad, pH y color. La Tabla 16 contiene el tipo de análisis de calidad de agua que pueden requerirse cuando quiere emplearse este tipo de fuente para diferentes usos.

Tabla 16. Determinaciones analíticas recomendadas en agua para agua superficial

Parámetro	Consumo Humano	Uso Pecuario	Uso Agrícola
Turbiedad	X	X	
pH	X		X
Sólidos suspendidos totales	X		X
Coliformes totales	X		
Coliformes fecales	X		
Dureza total	X		
Alcalinidad	X		
Calcio	X		
Magnesio	X	X	
Cloruros	X		
Sulfatos	X	X	
Manganeso	X		X
Fluoruro	X	X	X
Color	X	X	
Cromo	X	X	X
Hierro	X	X	X
Nitrito	X	X	
Nitrato	X		
Aluminio	X	X	X
Antimonio	X	X	
Arsénico	X		X
Cianuro	X		
Cadmio	X	X	X
Mercurio	X	X	
Bario	X		
Cinc	X	X	X
Selenio	X		X
Plomo	X	X	X
Cobre	X		X
Fenoles	X		
Conductividad	X	X	X
Niquel	X		
Molibdeno	X		X
Trihalometanos Totales	X		
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	X		
Carbono Orgánico Total	X		
Fosfatos	X		
Cloro		X	X

Parámetro	Consumo Humano	Uso Pecuario	Uso Agrícola
Boro		X	X
RAS			X
Vanadio			X
Litio			X
Berilio			X
Cobalto			X
Nitrógeno			X

Actualmente, en adición de los parámetros fisicoquímicos en el estudio de la contaminación acuática, existen parámetros de naturaleza biológica, que pueden suministrar información valiosa sobre la calidad de los cuerpos de agua. Estos parámetros son llamados indicadores ecológicos de calidad de agua, y están constituidos por un grupo de macroinvertebrados bentónicos.

Cuando existen problemas de calidad, se presentan transformaciones y desequilibrios ecológicos sobre las poblaciones predominantes en aguas limpias, dando paso a organismos característicos de ambientes sépticos. La aplicación de índices de diversidad de especies como parámetro en la evaluación de cuerpos de agua se basa en la diferencia que exhiben las comunidades bentónicas, no solo en el tipo de organismos presentes, sino también en el número de especies diferentes, y por ende en la diversidad biológica, cuando la calidad de las fuentes se halla perturbada por algún factor de tipo ecológico. Cuando una fuente de agua goza de buena calidad, hay predominio de los macroinvertebrados pertenecientes al grupo de insectos inmaduros, sensibles a la contaminación orgánica: efemerópteros, plecópteros, tricópteros y odonatos, hallándose esta población muy diversificada. La aplicación de este tipo de indicadores requiere la descripción de los grupos taxonómicos de macroinvertebrados y la clasificación de su estado ecológico, de acuerdo con las características específicas del hábitat, entre otros (Zúñiga, 1996).



2.3.3. Determinación de la calidad de agua a partir de fuentes subterráneas

Las aguas subterráneas pueden emplearse para los mismos usos descritos para las aguas superficiales, y presentan numerosas ventajas con respecto a estas, pues generalmente sus características y caudales son más regulares, y están mejor protegidas de la contaminación y las variaciones climáticas.

Las aguas subterráneas se componen de nueve constituyentes químicos mayores (Na, Ca, Mg, K, HCO₃, Cl, SO₄, NO₃ y Si) que representan el 99% del contenido de soluble de las aguas naturales y cuya proporción depende del origen geológico, los patrones de flujo del agua subterránea y su historia. El 1% restante lo componen elementos menores y traza, necesarios en pequeñas concentraciones, pero que pueden generar problemas de salud o inaceptabilidad para el consumo humano o animal (World Bank, 2000). Algunos de los parámetros de mayor importancia para aguas subterráneas son: los fluoruros, el arsénico y el hierro soluble. Los nitratos, y algunas veces nitritos y amonio, pueden

llegar a ser un problema cuando hay contaminación por prácticas agrícolas o de saneamiento inadecuadas.

En su empleo para fines agrícolas, los principales problemas están asociados con la salinidad, la toxicidad de solutos específicos y nutrientes excesivos. Los elementos tóxicos más importantes son Cl, Na y B, pero también pueden presentarse problemas asociados con el Se, As, Ba, Cd, Cr, Pb y Ni. Los oxihidroxidos de hierro, algunas veces asociados con depósitos de manganeso generan obstrucciones que afectan la infraestructura y su eficiencia. La contribución de procesos microbiales en la obstrucción, es reconocida como importante (World Bank, 2000).

Las aguas subterráneas de acuíferos profundos y confinados son habitualmente salubres desde el punto de vista microbiológico y químicamente estables si no existe contaminación directa; sin embargo, los acuíferos poco profundos o no confinados pueden estar expuestos a contaminación por las descargas o filtraciones asociadas a las prácticas agrícolas, las redes de saneamiento y alcantarillado locales y los residuos industriales (OMS, 2004). En la Tabla 17 se presentan el tipo de análisis de calidad de agua, que pueden llegar a ser necesarios, en el caso de aguas subterráneas, dependiendo de su uso.

Tabla 17. Determinaciones analíticas recomendadas en agua para agua subterránea

Parámetro	Consumo Humano	Uso Pecuario	Uso Agrícola
Turbiedad	X		
pH	X		X
Coliformes totales	X		
Coliformes fecales	X		
Dureza total	X		
Alcalinidad	X		
Calcio	X		
Magnesio	X	X	
Cloruros	X		
Sulfatos	X	X	
Manganeso	X		
Fluoruro	X		X
Color	X		
Cromo	X	X	X
Hierro	X		
Nitrito	X	X	
Nitrato	X		
Aluminio	X	X	X
Antimonio	X		
Arsénico	X	X	X
Cianuro	X		
Cadmio	X	X	X
Mercurio	X	X	
Bario	X		
Cinc	X	X	
Selenio	X		X

Parámetro	Consumo Humano	Uso Pecuario	Uso Agrícola
Plomo	X	X	X
Cobre	X	X	X
Fenoles	X		
Conductividad	X	X	X
Niquel	X		X
Molibdeno	X		
Trihalometanos Totales	X		
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	X		
Carbono Orgánico Total	X		
Fosfatos	X		
RAS			X
Cloro		X	X
Sólidos disueltos totales		X	
Sólidos suspendidos totales			X
Sodio		X	
Boro		X	X
Nitrógeno			X
Berilio			X



2.3.4. Determinación de la calidad de agua a partir de aguas residuales

Las aguas residuales pueden ser empleadas en actividades como riego o acuicultura, desempeñando una importante función como sustituto de las fuentes tradicionalmente empleadas, lo que permite liberar el recurso para beber y para otros usos con requerimientos de calidad más restrictivos. Sin embargo, debe garantizarse su aprovechamiento asegurando la protección de la salud, por lo cual éstas solo pueden ser empleadas una vez se haya llevado a cabo un tratamiento que permita la eliminación de los riesgos a las personas, el ambiente y las plantas. En la Tabla 18 se presentan los parámetros que deben medirse cuando se utilizará esta fuente para riego y para uso acuícola.

Tabla 18. Determinaciones analíticas recomendadas para aguas residuales

Parámetro	Uso Agrícola	Uso Acuícola
pH	X	X
Temperatura		X
Oxígeno Disuelto		X
Sólidos suspendidos totales	X	
Coliformes fecales	X	X
Nematodos intestinales	X	X
Cadmio	X	
DBO	X	
DQO	X	
Níquel	X	
Boro	X	

Parámetro	Uso Agrícola	Uso Acuicola
Cloruro	X	
Cloro	X	
Hierro		
Nitrógeno	X	
Nitrato		X
Manganeso	X	
Dióxido de Carbono		X
Alcalinidad		X
Dureza		X
Gas sulfhídrico		
Amoniaco		X
Conductividad eléctrica	X	X
RAS	X	



2.4. Establecer medidas para el control de los riesgos asociados a la calidad del agua en las fuentes

El cuidado de las fuentes constituye la primera barrera en la protección de la calidad del agua en un sistema de abastecimiento. Al reducir los factores de peligro para el aprovechamiento de la oferta hídrica se amplían las posibilidades de uso integral del agua y se reducen los factores de riesgo para las comunidades, las necesidades de tratamiento y los costos operativos. A continuación se presentan algunas medidas de control que pueden ponerse en práctica para proteger la calidad de captaciones de diferentes fuentes de agua:



2.4.1. Establecimiento de medidas de control para las captaciones de aguas lluvias

Para garantizar una buena calidad de las aguas lluvias captadas deben establecerse como práctica la limpieza periódica de los tejados y las canales. Deben eliminarse las ramas que cuelgan sobre los tejados, pues ellas son fuente de restos vegetales que favorecen el acceso a las zonas de captación del tejado de pájaros y pequeños mamíferos, que como se ha explicado son fuente de contaminación microbiológica.



2.4.2. Establecimiento de medidas de control para las captaciones de aguas superficiales

Para la protección de las aguas superficiales se pueden establecer requisitos de calidad para los vertidos que se realicen antes de la zona de captación. También es importante formular restricciones al uso de la tierra y a las actividades aguas arriba que afecten la calidad natural del agua. En la medida de lo posible, deben adquirirse los terrenos comprendidos en el perímetro de protección inmediata y si esto no es posible, entrar en procesos de concertación para realizar trabajos de cercado de las áreas aledañas a la fuente, trabajos de saneamiento o drenaje. Pueden concertarse procesos con los agricultores de la zona para promover procesos encaminados a la reducción en el uso de

fertilizantes, mejoras en las condiciones de manejo de los residuos sólidos. Esto hace evidente la necesidad de realizar procesos que convoquen no solo a la comunidad beneficiaria y la entidad de desarrollo, sino también a otras instituciones presentes en la zona, relacionadas con agricultura, salud, turismo, vivienda, etc., para que apoyen estas iniciativas y puedan contribuir con alternativas para quienes pueden salir potencialmente afectados por estas medidas. La eficacia de la protección depende básicamente de la concertación de medidas de protección con la población y los diferentes sectores usuarios de la zona que se va a proteger. Algunas acciones que se pueden desarrollar son (OPS/OMS, 1999):

- Determinación de usos autorizados y controlados
- Registro de sustancias químicas utilizadas en cuencas de captación
- Control de las actividades humanas dentro de los límites de la cuenca de captación, relacionadas con vertimiento de aguas residuales sin tratar, disposición de residuos sólidos, actividades agrícolas, aplicación de estiércol
- Control de los usos de la tierra
- Aplicación de normativas para regular las actividades potencialmente contaminantes
- Inspecciones periféricas de las zonas de captación
- Separación de los cauces locales de aguas pluviales
- Protección de vías fluviales
- Intercepción de la escorrentía
- Protección y vigilancia para impedir la manipulación
- Protección para impedir el acceso de animales
- Protección y vigilancia para impedir el acceso y la manipulación no autorizados



2.4.3. Establecimiento de medidas de control para las captaciones de aguas subterráneas

En el caso de las aguas subterráneas, lo más común es el establecimiento de perímetros de protección. Estos perímetros generalmente consideran tres zonas (OPS/OMS, 1999):

Una zona alrededor de pozo para impedir el deterioro de las instalaciones de captación y evitar el vertido de sustancias contaminantes en las zonas inmediatas. Los terrenos dentro de este perímetro deben ser adquiridos, cercados y mantenidos por las entidades que manejarán el sistema. Esta protección es fundamentalmente para prevenir la contaminación microbiológica. La segunda zona, esta relacionada con los riesgos de migración subterránea de sustancias contaminantes. Sus límites se establecen teniendo en cuenta el tiempo de transferencia del agente contaminante. Dentro de esta zona se imponen servidumbres y se establecen límites o prohibiciones para actividades como: construcción, agricultura, industria, disposición de residuos, extracción de metales, vertimiento de aguas residuales. La tercera zona se establece para evitar riesgos por contaminación química o radioactiva y depende de las condiciones geológicas e hidrológicas. En esta zona pueden establecerse prohibiciones o únicamente restricciones.

Además del establecimiento de zonas de protección, para la prevención de la contaminación de acuíferos pueden mencionarse las siguientes estrategias:

- Ubicación correcta de los pozos
- Construcción correcta de pozos
- Bocas impermeabilizadas para impedir la entrada de agua superficial o de agua subterránea de poca profundidad
- Revestimiento de pozos hasta una profundidad razonable
- Determinación de usos autorizados y controlados
- Registro de sustancias químicas utilizadas en zonas aledañas
- Requisitos de protección específicos
- Control de las actividades humanas dentro de los límites de la zona de protección
- Control de los efluentes de aguas residuales
- Procedimientos de planificación de los usos de la tierra
- Aplicación de normativas para regular las actividades potencialmente contaminantes
- Protección y vigilancia para impedir el acceso y la manipulación no autorizados



2.4.4. Establecimiento de medidas de control para el aprovechamiento de aguas residuales

Una variedad de medidas de protección pueden ser usadas para reducir los riesgos a la salud de consumidores, trabajadores, sus familias y comunidades locales. La Tabla 19 presenta una lista de las medidas de protección que pueden ser introducidas para reducir los riesgos relacionados con el uso de aguas residuales en la agricultura, mientras la Tabla 20 introduce las medidas de protección empleadas para la acuicultura.

Tabla 19. Medidas de protección para la agricultura

Medida de protección	Consumidores	Agricultores y sus familias	Comunidad aledaña
Tratamiento de agua residual	X		X
Restricción de cultivos	X		
Técnicas de aplicación de agua residual que minimiza la contaminación (riego localizado)	X		
Períodos de suspensión que permiten la muerte de los patógenos luego de la última aplicación de agua residual	X		
Prácticas higiénicas en plazas de mercado y durante la preparación de los alimentos	X		
Promoción de la salud y la higiene	X	X	X
Lavado, desinfección y cocción	X		
Quimioterapia e inmunización	X	X	X
Uso de elementos de protección personal		X	
Acceso a agua segura de bebida e instalaciones de saneamiento en las fincas		X	
Control de vectores y de huéspedes intermedios		X	X
Reducido contacto con vectores		X	X
Acceso restringido a campos irrigados y estructuras hidráulicas			X
Acceso a aguas recreativas seguras especialmente para adolescentes			
Acceso a agua segura de bebida e			X

Medida de protección	Consumidores	Agricultores y sus familias	Comunidad aledaña
instalaciones de saneamiento en comunidades			

Fuente: Adaptado de OMS, 2006

Tabla 20. Medidas de protección para la acuicultura

Medida de protección	Consumidores	Agricultores y sus familias	Comunidad aledaña
Tratamiento de agua residual	X		X
Restricción de productos	X		
Control de trematodos y huéspedes intermedios	X		
Períodos de suspensión en aplicación de agua residual	X		
Depuración	X		
Prácticas higiénicas en la manipulación de los alimentos y preparación	X		
Procesamiento post cosecha	X		
Promoción de la salud y la higiene	X	X	X
Lavado, desinfección y cocción	X		
Quimioterapia e inmunización	X	X	X
Uso de elementos de protección personal		X	
Acceso a agua segura de bebida e instalaciones de saneamiento en las fincas		X	
Control de vectores y de huéspedes intermedios		X	X
Reducido contacto con vectores		X	X
Acceso restringido a instalaciones de acuicultura			X
Acceso a aguas recreativas seguras especialmente para adolescentes			X
Acceso a agua segura de bebida e instalaciones de acuicultura			X

Fuente: Adaptado de OMS, 2006

3. Deben considerarse alternativas tecnológicas que permitan aprovechar la oferta de agua a partir de múltiples fuentes, para satisfacer la demanda para los diferentes usos de la familia rural, promoviendo la sostenibilidad del ambiente y mejorando la calidad de vida de los habitantes pobres del campo

Resultados del proyecto MUS en los casos de estudio de La Castilla, Golondrinas, La Palma - Tres Puertas y Los Saínos indicaron que en promedio, para actividades domésticas y productivas, las familias de estas zonas demandan aproximadamente 213 l/hab*día. En el caso específico de los Saínos, Roa (2005) encontró que:

*“Una familia promedio en la microcuenca Los Saínos, conformada por 4 personas, 1 perro, 10 gallinas, 5 cerdos y 5 cabezas de ganado, con 350m² de cultivo, y un jardín alrededor de la casa, puede gastar 191 l/hab*día en los usos domésticos y productivos. Este consumo corresponde a un día en el que hubo riego, sin embargo no todos los días se realiza esta actividad. Normalmente es cada 3 días en temporada seca. Si esta misma familia tiene un cultivo de café, el consumo se incrementa para su procesamiento hasta 249 l/hab*día. Se debe tener en cuenta que este uso tampoco se da todos los días del*

*año. Si además una familia tiene un estanque de peces en su finca, el consumo de agua se incrementa hasta 669l/hab*día.”*

Cabe destacar que estos valores incluso pueden ser menores si en los proyectos de infraestructura para el abastecimiento de agua se tienen en cuenta estrategias de producción más limpia, incluyendo la vivienda como parte del sistema.

Estos valores son cercanos a las dotaciones con las que se planifican los sistemas de abasto de los habitantes urbanos (RAS 2000), que normalmente no tienen actividades productivas, permanecen durante la mayor parte del tiempo fuera de la casa y su sustento no depende así, del uso del agua en la vivienda.

Para permitir estos usos, garantizando al tiempo la sostenibilidad de los sistemas, deben tenerse en cuenta varias opciones de suministro, pues en ocasiones la oferta de agua a partir de una sola fuente limitaría el acceso al líquido para algunos miembros de la comunidad o las actividades productivas para muchos. Para evitar estas circunstancias pueden plantearse varias opciones de abastecimiento, partiendo del hecho de que todas posibilitarán la utilización del agua para actividades productivas. Las opciones que se plantean a continuación pretenden describir de manera general las posibilidades existentes. Los criterios de diseño para estas opciones han sido ampliamente estudiados y una gran cantidad de información al respecto puede consultarse en la bibliografía citada, donde también se incluyen modelos de selección de tecnología. A continuación se presentan algunos enfoques que permiten relacionar oferta y demanda para el suministro de agua en sistemas de uso múltiple:



3.1. Suministrar únicamente agua potable

En un sistema de uso múltiple puede ser posible tener una planta centralizada de potabilización de agua y distribuir el líquido a las viviendas, permitiendo que sea utilizado para todos los usos, aún cuando no todos requieran características de potabilidad. Esta opción puede considerar el abasto desde fuentes superficiales o subterráneas.



3.1.1. Suministrar únicamente agua potable a partir de fuente superficial

Esta alternativa implica contar con un sistema colectivo de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución de agua.

Existen diversos tipos de estructuras a partir de las cuales puede captarse el agua proveniente de fuentes superficiales. Entre las alternativas se encuentran las bocatomas laterales, la captación mediante lecho filtrante, las bocatomas sumergidas, dique tomas y canales de derivación, cuya selección depende de diversos factores, entre ellos el tamaño de la fuente. El agua captada y transportada a través de las conducciones debe ser almacenada en tanques para atender las variaciones del consumo y mantener las presiones de servicio en la red de distribución. En sistemas alimentados por gravedad, los tanques deben tener la capacidad de compensar las variaciones horarias del consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción.

En relación con el tratamiento, para este caso, existe una gran variedad de opciones tecnológicas, cuya selección debe ser realizada con la comunidad y dependerá de factores técnicos, ambientales, económicos, sociales y culturales. Entre las opciones de tratamiento para la zona rural se encuentran los Sistemas FiME, que pueden usarse cuando la calidad del agua es apropiada y la capacidad y disponibilidad de pago permite una adecuada operación y mantenimiento del sistema. La Figura 2 presenta uno de las posibles alternativas para este caso, un sistema de uso múltiple a nivel colectivo con agua potable desde fuente superficial, con tecnología de potablización tipo FiME



3.1.2. Suministrar únicamente agua potable a partir de fuente subterránea

Las aguas subterráneas pueden explotarse mediante sistemas de extracción horizontal como galerías, zanjas, drenes de infiltración y túneles, que no son muy utilizados en Colombia y sistemas de extracción vertical como los pozos de pequeño y gran diámetro. En los pozos de pequeño diámetro, el agua es extraída por medio de tuberías. Estos pozos pueden ser perforados hasta profundidades de 200 m (CNA, 1997), mediante diferentes mecanismos, teniéndose de esta forma pozos hincados, pozos perforados con chorros de agua a presión, y pozos perforados por barrenación. Los pozos deben contar con protección sanitaria.

En cuanto a la elevación de aguas subterráneas desde pozos profundos, las bombas centrífugas son las que más ventajas ofrecen. Estas bombas pueden clasificarse en bomba vertical sumergida con motor eléctrico en superficie y grupo motobomba sumergible, donde tanto el motor eléctrico como los cuerpos de bomba trabajan conjuntamente debajo del nivel del agua. Existen además las bombas alternativas de émbolo o pistón y las bombas rotativas (Villanueva, M., 1998).

Es necesaria la proyección de un tanque, generalmente elevado, para lo cual es importante conocer las variaciones de consumo horarias y diarias de la población; establecer si la alimentación será continua o discontinua, el número de horas de bombeo, caudal de bombeo, etc. La capacidad de esta unidad estará determinada por el período y tiempo de bombeo. Adicionalmente, se puede analizar la instalación de tanques de almacenamiento elevados en la vivienda para mejorar la disponibilidad de agua y la continuidad.

En relación con el tratamiento de aguas subterráneas, los parámetros de interés principal son el hierro (Fe) y manganeso (Mn) y la dureza, que provocan el rechazo de los consumidores. Para la eliminación de estos elementos existen diferentes alternativas, algunas de ellas se basan en la aplicación de compuestos químicos y otras no lo requieren. En la zona rural, para la remoción de estas sustancias pueden emplearse la aireación - filtración, por ejemplo empleando aireadores por bandejas y filtros gruesos ascendentes en gravas, que alcanzan altas eficiencias de remoción. Existen otros tratamientos en los cuales la formación de precipitados se hace mediante la aplicación de químicos, tales como cloro, cal o coagulantes. También es posible la remoción del hierro y manganeso por intercambio iónico, a través de zeolitas sódicas o mangánicas (Pérez, J., 1997). Sin embargo estas tecnologías son más robustas y por tanto implican costos mayores. La Figura 3 presenta una de las alternativas de abastecimiento de uso múltiple a nivel colectivo con agua potable desde fuente subterránea.

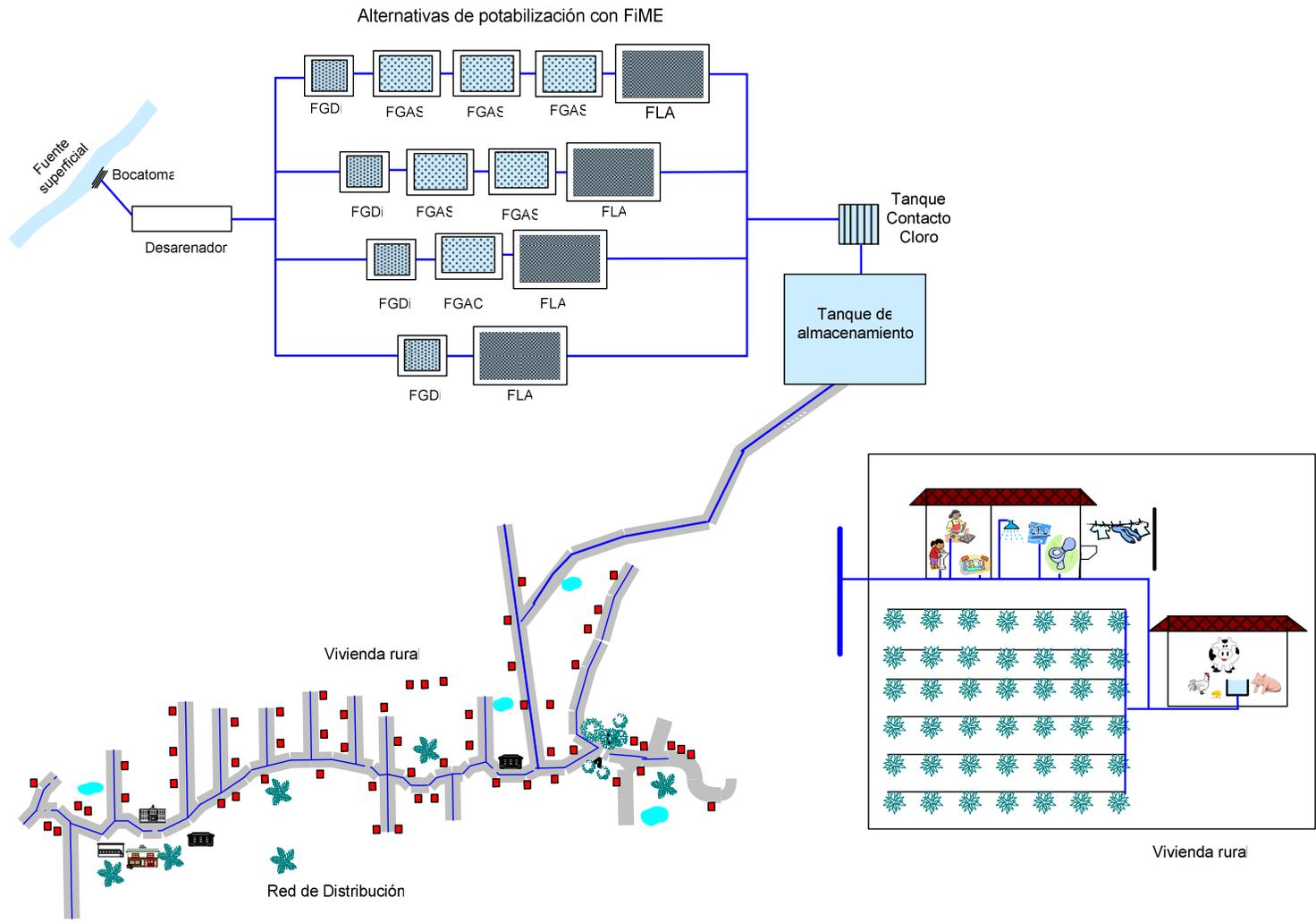


Figura 2. Alternativa de sistema de uso múltiple a nivel colectivo con agua potable desde fuente superficial

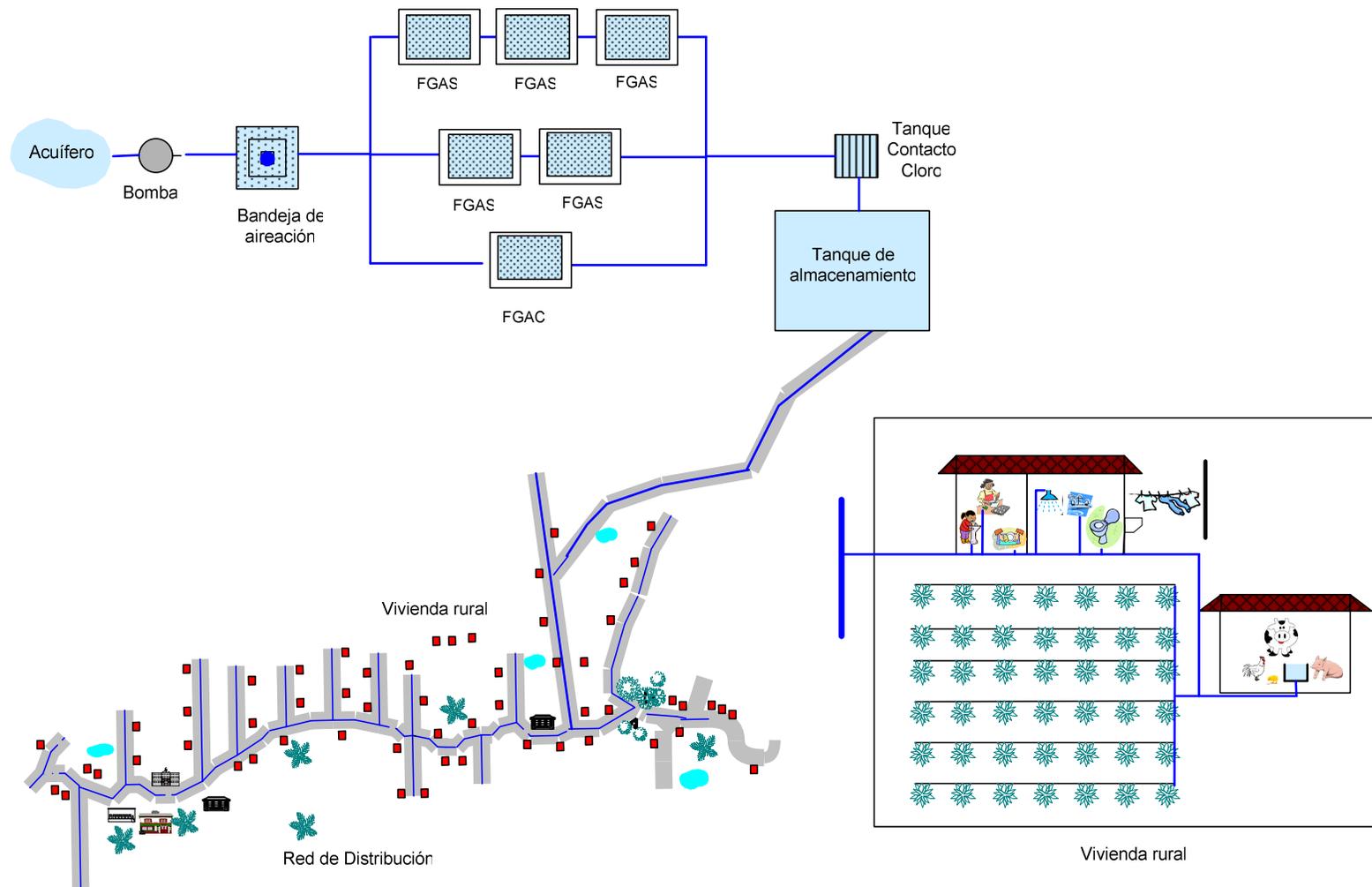


Figura 3. Alternativa de sistema de uso múltiple a nivel colectivo con agua potable desde fuente subterránea



3.2. Suministrar agua cruda y promover el tratamiento del agua para consumo humano a nivel de la vivienda

Este es el caso de muchos de los sistemas de abastecimiento construidos por el Programa de Abastecimiento de Agua Rural, PAAR, que ha sido ejecutado en comunidades rurales del Valle del Cauca, desde el año 2003. Sus intervenciones consisten en suministrar agua mediante acueductos sin planta de tratamiento, buscando fuentes abastecedoras de buena calidad. Estos acueductos, aunque han sido diseñados y construidos principalmente para uso doméstico, se han convertido en sistemas de uso múltiple de hecho, pues las comunidades intervenidas generalmente tienen actividades productivas de pequeña escala.



3.2.1. Suministrar agua cruda y promover el tratamiento del agua para consumo humano a nivel de la vivienda a partir de fuente superficial o subterránea

Esta propuesta implica que se planifiquen sistemas de abastecimiento de agua colectivos, con fuentes de relativa buena calidad de agua, ya sea superficial o subterránea, de la misma forma que en la opción anterior, pero obviando la planta de potabilización.

Cuando el abastecimiento es de este tipo, es importante promover la instalación de sistemas de filtración y desinfección a nivel individual, preferiblemente para el agua que vaya a utilizarse en la preparación de alimentos, la bebida y el lavado de platos. Para la remoción de turbiedad pueden utilizarse filtros de arena caseros y la desinfección del agua puede llevarse a cabo mediante diferentes técnicas como ebullición, cloración, desinfección solar en botellas o mediante cocinas solares. Todas estas opciones pueden ser implantadas utilizando materiales de bajo costo, que pueden ser asequibles para la vivienda rural. En la Figura 4 aparece un filtro de arena casero y La Fotografía 9 algunos sistemas de desinfección con potencial de ser empleados a nivel de la vivienda. La Figura 7 presenta algunas opciones para un sistema de abastecimiento que obedece a este enfoque.



Figura 4. Filtro de arena casero. Fuente: Cepis (2005)



Fotografía 9. Desinfección solar: a la izquierda desinfección en botella y a la derecha cocina solar. Fuente: Solosona (2002)

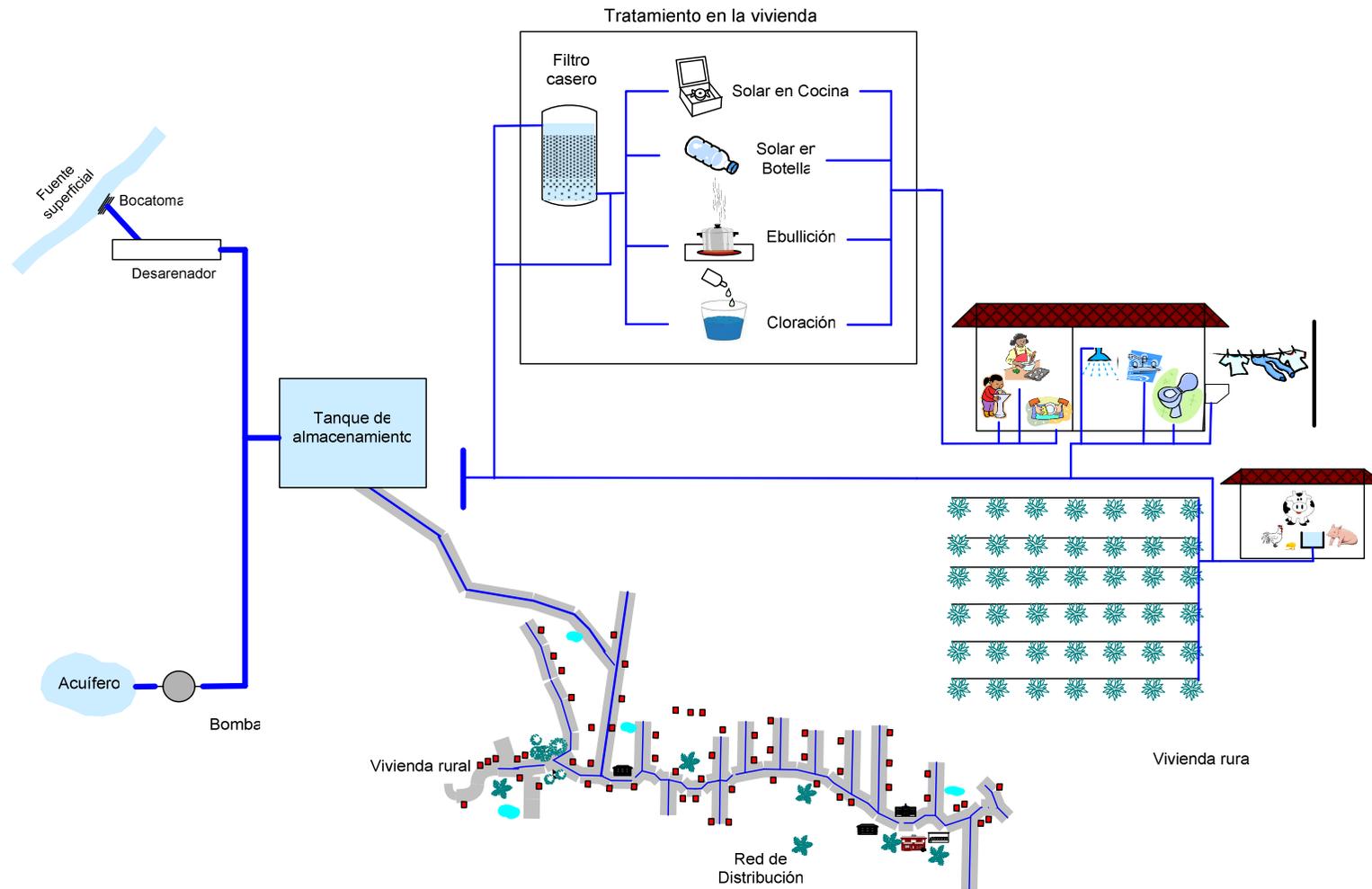


Figura 5. Alternativa de sistema de uso múltiple con suministro de agua cruda desde fuente superficial o subterránea a nivel colectivo y mejoramiento de calidad a nivel de la vivienda



3.3. Suministrar agua a partir de múltiples fuentes para múltiples usos

Este enfoque representa tener un conocimiento integral de la oferta hídrica y de sus posibilidades de aprovechamiento. Pueden usarse las aguas lluvias, aguas superficiales o subterráneas como única fuente, o contemplarse el uso de varias fuentes de manera simultánea, relacionándolas con los diferentes usos del agua y los requerimientos de cantidad y calidad de estos usos. Adicionalmente se promueve el reuso de aguas residuales de los sistemas de tratamiento individual que pueden existir en la vivienda.



3.3.1. Suministro a partir de aguas lluvias a nivel de la vivienda

Estos sistemas deben considerar mecanismos de captación, almacenamiento y en algunos casos tratamiento de las aguas recolectadas.

Las aguas lluvias pueden captarse en los techos o cubiertas de viviendas, cocheras o galpones o también mediante áreas especialmente acondicionadas. Las cubiertas de los techos son las más usadas, preferiblemente las de materiales como metales, tejas de asbesto, materiales cerámicos o tejas de concreto. El techo de la edificación deberá contar con pendiente y superficie adecuadas para facilitar el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección, que puede hacerse mediante canaletas dispuestas alrededor de los extremos de los techos, en materiales como PVC, metales, madera o bambú.

Durante los períodos secos el polvo se acumula en los techos, caen hojas, excrementos de pájaros y otros animales. Por esta razón es importante incorporar dispositivos que permitan separar los primeros enjuagues del techo a fin de que esta suciedad no se acumule en los sistemas de almacenamiento y haga el agua inadecuada para su uso (al menos 15 minutos de lluvia).

Sobre la superficie de las tuberías verticales pueden ubicarse mallas de alambre para retener hojas, pajas y sólidos gruesos. Si se colocan juntas flexibles en las tuberías verticales que van de los canales a los tanques de almacenamiento, también es posible la separación de éstos primeros enjuagues. En esquemas más elaborados, pequeños tanques retienen el primer enjuague, hasta que se llenan y el agua limpia empieza a caer al tanque principal de almacenamiento. La Figura 6 presenta tipos de interceptores de las primeras aguas.

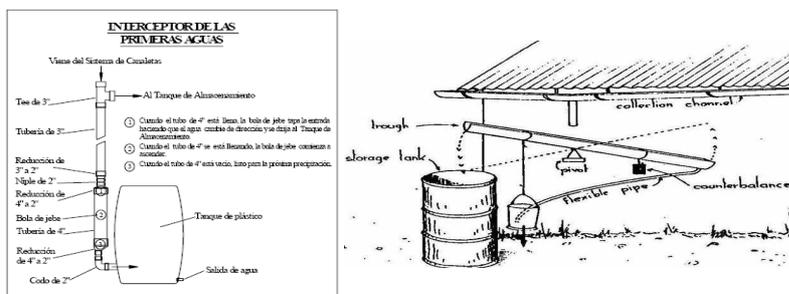


Figura 6. Interceptor de las primeras aguas. Fuente: Izquierda, Cepis (2005). Derecha, Sánchez (2005)

La superficie del suelo puede acondicionarse con pendientes y materiales que permitan reducir la permeabilidad y favorecer la captación de aguas lluvias. También puede retirarse la vegetación, compactar la superficie, e incluso considerar la cobertura del área de captación con asfalto, plásticos, etc. En áreas planas puede recogerse aproximadamente el 30% del agua lluvia, mientras en áreas impermeables y dotadas de pendientes el rendimiento puede ser hasta del 90% de la precipitación (IRC, 2002). La Figura 7 presenta el esquema de un sistema de captación de agua lluvia desde una superficie especial.

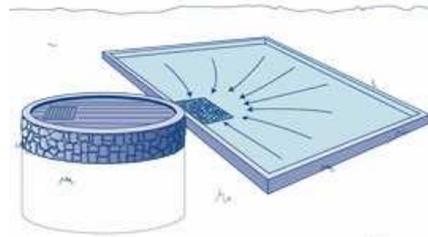
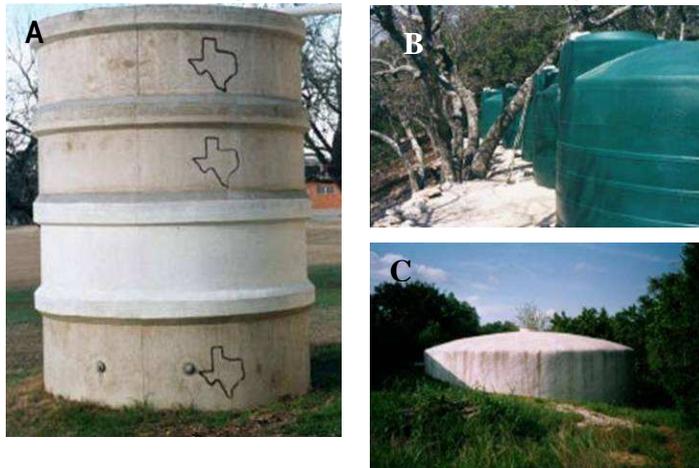


Figura 7. Captación de superficie. Fuente: Smet and Wijk (2002)

Para el cálculo del área de captación deben tenerse en cuenta aspectos como el régimen de lluvias de la zona del proyecto, el coeficiente de escorrentía del material de la superficie de captación, número de personas que se abastecerán y la dotación per cápita de los usos a abastecer a partir de las aguas lluvias.

El agua lluvia puede ser almacenada en recipientes, tanques o lagunas abiertas. Los recipientes se recomiendan cuando la lluvia cae de manera regular. Es importante resaltar que estos recipientes deben permanecer tapados y tener un adecuado mantenimiento para evitar la contaminación del agua almacenada. Los tanques deben usarse en sitios con variabilidad de precipitaciones. Pueden proyectarse en materiales como ladrillo, ferrocemento y concreto; pueden ser superficiales o enterrados. La Fotografía 10 presenta tanques de almacenamiento de aguas lluvias de diferentes materiales.



Fotografía 10. Tanques para almacenamiento de aguas lluvias A. Concreto. B. Polipropileno. C. Ferrocemento. Fuente: Texas Water Development Board (2005)

Cuando la recolección de aguas lluvias se realiza a través de áreas especiales, como canchas deportivas o zonas acondicionadas, el almacenamiento puede hacerse en reservorios abiertos, excavados en el suelo y dotados de materiales impermeables. Generalmente las aguas almacenadas en este caso se utilizan para riego, atención de animales, limpieza, y actividades que no requieran agua de muy buena calidad.

En relación con el tratamiento de las aguas lluvias, cuando van a ser usadas para consumo humano y han sido recogidas en techos y almacenadas en recipientes con las precauciones debidas, puede decirse de manera general, que pueden ser empleadas sin necesidad de tratamiento. Sin embargo, si se desea, es posible proyectar filtros de arena

caseros y hervir el agua de la bebida y preparación de alimentos. La Figura 8 muestra un esquema de sistema de suministro a nivel individual a partir de aguas lluvias.

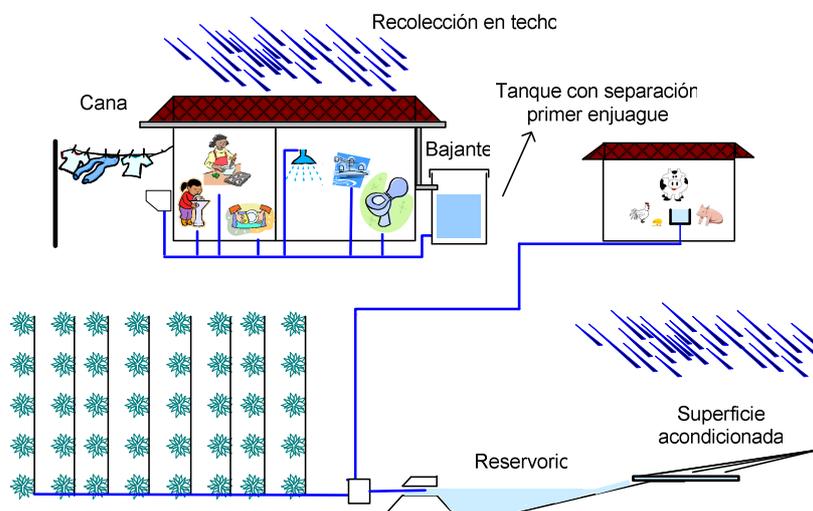


Figura 8. Sistema de uso múltiple a nivel individual con agua lluvia como única fuente



3.3.2 Suministro de aguas subterráneas a nivel de la vivienda

El agua de los pozos poco profundos puede ser extraída utilizando bombas manuales, o también utilizando cuerdas y baldes. En cuanto a las bombas manuales éstas pueden clasificarse dependiendo de la profundidad desde la cual pueden extraer agua, es decir el desnivel de bombeo. Para pequeños desniveles, las bombas comúnmente usadas son las bombas manuales de tipo aspirante, que extraen agua desde profundidades de la capa freática menores a 7 m, una variante de estas son las bombas nicaraguenses. Estas son las bombas manuales más usadas en el mundo, al servicio de familias individuales o pequeños grupos. Para desniveles intermedios y grandes se tienen las bombas aspirantes e impelentes, donde el cilindro está sumergido bajo el nivel de agua. Son aptas para desniveles de hasta 45 m o más. Existen diferentes mecanismos de operación: en forma de palanca, volante o pedal. Para este tipo de desniveles también existen las bombas de diafragma y las bombas de cavidad progresiva, pero su uso más difícil de implantar en la zona rural (Arlosoff, 2002). En la Figura 9 aparece el esquema de una bomba manual.



Figura 9. Partes de una bomba manual. Fuente: Cepis (2004)

Cuando el suministro es a partir de fuentes subterráneas, debido a la presencia de Hierro y Manganeso que puede generar rechazo, sería adecuado realizar también

aireación, filtración y desinfección de esta agua, aunque mientras provengan de pozos debidamente protegidos y libres de contaminación éstas son inocuas desde el punto de vista microbiológico.



3.3.3 Suministro de aguas superficiales a nivel de la vivienda

En este caso funcionaría el mismo sistema en el cual hay una toma directa de agua desde la fuente, se conduce hasta la vivienda y se dispone de filtro casero y sistemas de desinfección a nivel individual.

Otra fuente de agua subterránea, pero que aflora de manera superficial esta constituida por los manantiales. Estos se presentan, con frecuencia, en forma de pequeñas pozas o lugares húmedos al pie de las colinas o a lo largo de las orillas de los ríos. Los dos tipos más corrientes de manantial son los de agua descendente y los de agua ascendente o artesianos. En los primeros, el agua subterránea corre sobre los estratos impermeables inclinados hasta que sale a la superficie, su rendimiento varía con las precipitaciones. En el segundo caso, el agua de una formación permeable, o de una grieta confinada entre dos capas impermeables, asciende a presión hasta la superficie del terreno, y su rendimiento es casi constante durante todo el año (CEPIS, 2005).

Para el aprovechamiento de estas fuentes es importante proyectar estructuras de acondicionamiento, pues todos los manantiales, y en particular los de gravedad, están expuestos a contaminación. Las estructuras de acondicionamiento constan de una estructura que aísla la fuente del ambiente externo que la contamina, y otra que permite acumular el agua. Los diferentes tipos de manantiales requieren diferentes obras para su mejoramiento, que varían de acuerdo a la forma en que el agua aflora a la superficie, posición del punto de afloramiento con relación al terreno alrededor, tipo de material de substrato y número de puntos de afloramiento, entre otros aspectos.

Para los manantiales de fuentes ubicadas en grietas de rocas, se pueden hacer dos tipos de estructura de protección: estructura de protección con caja de cemento o estructura de protección con relleno de piedras (Figura 10, A). Para las fuentes que afloran de manera poco definida sobre las rocas, sin que haya un flujo de agua importante y evidente que pueda ser captado fácilmente, la estructura de protección que puede proyectarse es la que aparece en la Figura 10, B. Para los nacimientos ubicados en el fondo de zanjonés o pequeñas quebradas, se pueden construir dos tipos de estructura de protección: estructura con losa de concreto o con relleno de piedras (Figura 10, C)

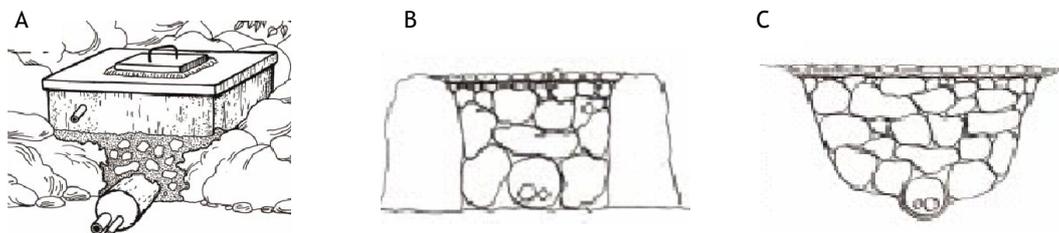


Figura 10. A. Estructura de protección con caja de cemento para fuentes definidas. B Estructura de protección para fuentes poco definidas ubicadas sobre superficie rocosa. C. Estructura con relleno de piedras para zanjonés. Fuente: CEPIS (2005)

La Figura 11 presenta el esquema de un suministro de agua a nivel individual cuando el abastecimiento es a partir de fuentes subterráneas o superficiales como única alternativa.

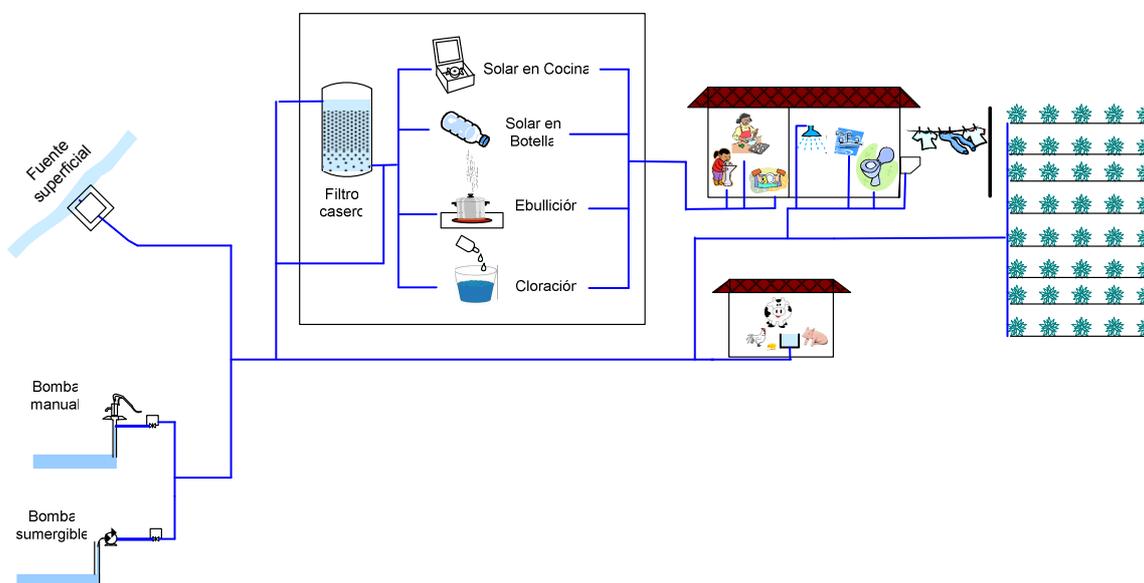


Figura 11. Sistema de uso múltiple a nivel individual con agua superficial o subterránea como única fuente



3.3.4 Suministro a partir de aguas residuales

En este caso se ha considerado el reuso de las aguas residuales “tratadas” en los sistemas de tratamiento individuales que pueden existir o ser proyectados en las viviendas. Las posibilidades de reuso dependerán del tipo de cultivos a irrigar. En cultivos de consumo directo, es decir, aquellos que se consumen crudos, debe implantarse un tratamiento para la remoción de patógenos previo al uso del agua. Si esta fuente será utilizada para la irrigación de cultivos que serán procesados, puede realizarse un tratamiento sencillo para remover sólidos y grasas.

Algunas opciones de tratamiento que permiten el reuso de aguas residuales incluyen: tanque séptico o filtro anaerobio para tratamiento primario, aunque el filtro anaerobio ofrece mayores eficiencias. En estas unidades es posible la eliminación de sólidos suspendidos y material flotante. Sin embargo, los efluentes de estas unidades contienen concentraciones significativas de materia orgánica, patógenos y nutrientes. Cuando se desea alcanzar un nivel de tratamiento secundario, es posible acompañar los tanques sépticos o filtros de humedales de flujo libre o superficial. Otra alternativa la constituyen los filtros intermitentes en arena, los cuales son bastante eficientes en la remoción de microorganismos, sólidos suspendidos, demanda bioquímica de oxígeno y nitrógeno, lo que permite una amplia gama de posibilidades para reuso.

De acuerdo con la información reportada por la OMS (2006), en los tanques sépticos se logran 0.5 unidades logarítmicas de reducción de patógenos y en un sistema de

infiltración en el suelo se alcanzarían remociones hasta de 6.5 unidades. Los humedales alcanzan de 1 -2 unidades logarítmicas de reducción de virus, de 0,5 - 3,0 de bacterias, 0,5 - 2,0 de protozoarios y de 1 - 3 huevos de helmintos. El uso seguro de aguas residuales implica que a través de distintas estrategias, tanto tratamiento de aguas residuales, como prácticas de higiene (pelado de frutas, lavado de vegetales, ebullición o cocción), se alcancen hasta 7 unidades logarítmicas de remoción de patógenos. La Fotografía 11 muestra un humedal y la Tabla 21 esquemas tecnológicos que permiten el aprovechamiento de aguas residuales.



Fotografía 11. Humedal para el tratamiento de aguas residuales

Tabla 21. Esquemas tecnológicos para el tratamiento de aguas residuales con potencial aplicación en localidades rurales a nivel individual

Esquema de Tratamiento		Nivel de tratamiento
Tanque séptico / Filtro anaerobio		Primario
Tanque séptico / Filtro anaerobio	Humedal de Flujo Libre o Superficial	Secundario
Tanque séptico / Filtro anaerobio	Filtro Intermitente en Arena	Terciario con Remoción de Patógenos

Nota: Es importante señalar que también es posible reutilizar el agua que provenga de sistemas de tratamiento colectivos de la misma localidad o localidades vecinas, en las circunstancias en que sea técnica, social, ambiental y económicamente viable.

La Figura 12 representa un sistema de abastecimiento de uso múltiple con posibilidad de suministro desde diferentes fuentes.

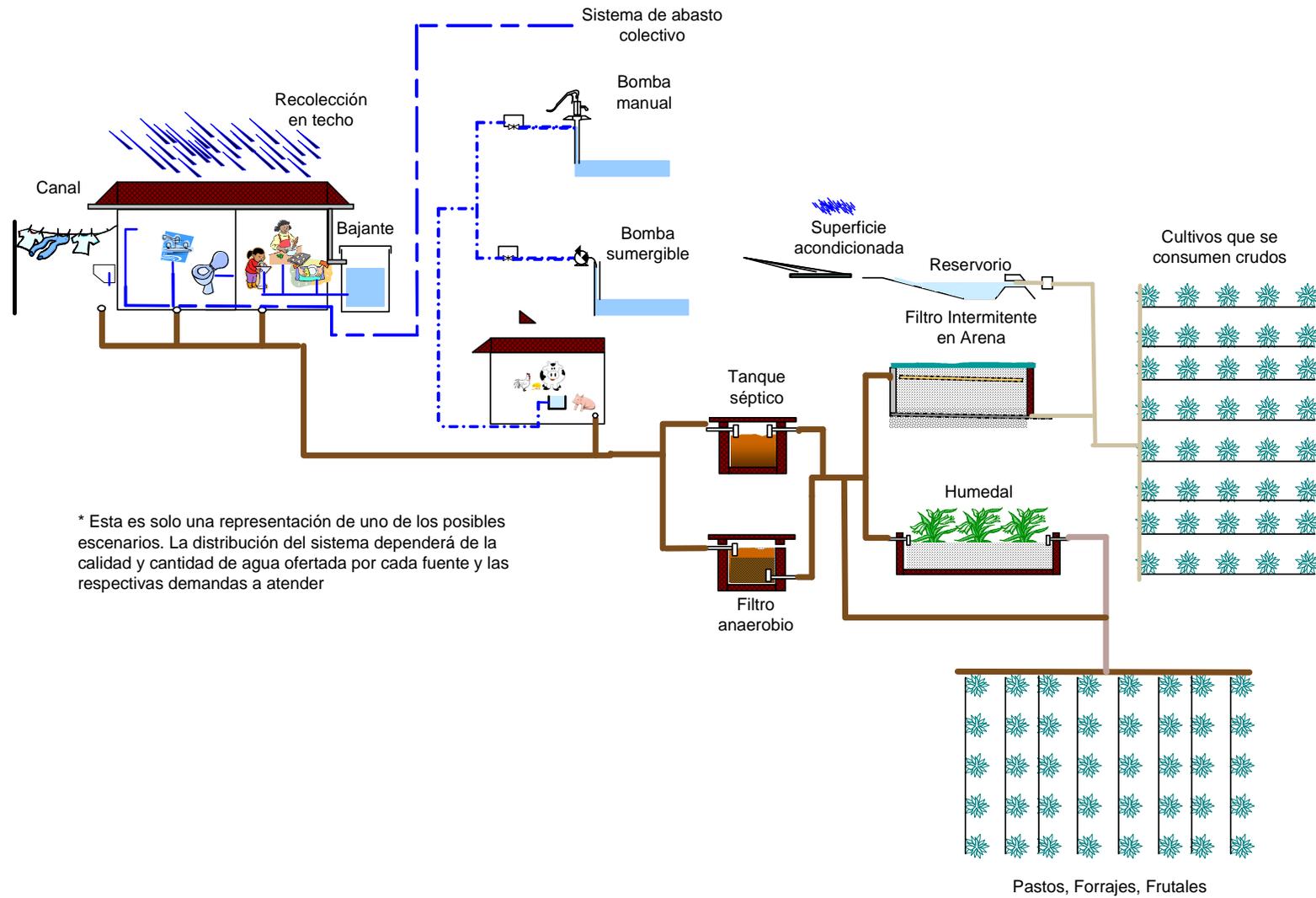


Figura 12. Sistema de abastecimiento de uso múltiple con posibilidad de suministro desde diferentes fuentes¹

La Tabla 22 presenta un resumen de algunas de las opciones tecnológicas disponibles para suministrar agua a partir de diferentes fuentes y los usos posibles de las alternativas expuestas.

Tabla 22. Algunas opciones tecnológicas para múltiples usos a partir de múltiples fuentes

Oferta		Tecnologías								Usos del agua *							
Fuente	Captación	Tratamiento a nivel colectivo				Desinfección	Almacenamiento	Tratamiento a nivel individual		1	2	3	4	5	6	7	
Superficial	Bocatoma	Desarenador	Filtro Grueso Dinámico	Filtro Grueso Ascendente en Serie (3)	Filtro Lento en Arena	Tanque de contacto de Cloro	Tanque										
Superficial	Bocatoma	Desarenador	Filtro Grueso Dinámico	Filtro Grueso Ascendente en Serie (2)	Filtro Lento en Arena	Tanque de contacto de Cloro	Tanque										
Superficial	Bocatoma	Desarenador	Filtro Grueso Dinámico	Filtro Grueso Ascendente en Capas	Filtro Lento en Arena	Tanque de contacto de Cloro	Tanque										
Superficial	Bocatoma	Desarenador					Tanque										
Superficial	Bocatoma	Desarenador					Tanque	Filtro casero	Cocina solar								
Superficial	Bocatoma	Desarenador					Tanque	Filtro casero	Botellas								
Superficial	Bocatoma	Desarenador					Tanque	Filtro casero	Ebullición								
Superficial	Bocatoma	Desarenador					Tanque	Filtro casero	Cloración								
Subterránea	Bomba	Bandejas de Aireación		Filtro Grueso Ascendente en Serie (3)		Tanque de contacto de Cloro	Tanque										

Oferta	Tecnologías									Usos del agua *								
Fuente	Captación	Tratamiento a nivel colectivo				Desinfección	Almacenamiento	Tratamiento a nivel individual		1	2	3	4	5	6	7		
Subterránea	Bomba	Bandejas de Aireación		Filtro Grueso Ascendente en Serie (2)		Tanque de contacto de Cloro	Tanque											
Subterránea	Bomba	Bandejas de Aireación		Filtro Grueso Ascendente en Capas		Tanque de contacto de Cloro	Tanque											
Subterránea	Bomba						Tanque											
Subterránea	Bomba						Tanque	Filtro casero	Cocina solar									
Subterránea	Bomba						Tanque	Filtro casero	Botellas									
Subterránea	Bomba						Tanque	Filtro casero	Ebullición									
Subterránea	Bomba						Tanque	Filtro casero	Cloración									
Aguas lluvias	Techos		Separación primer enjuague				Tanque											
Aguas lluvias	Techos		Separación primer enjuague				Tanque	Filtro casero	Cocina solar									
Aguas lluvias	Techos		Separación primer enjuague				Tanque	Filtro casero	Botellas									

Oferta	Tecnologías									Usos del agua *							
Fuente	Captación	Tratamiento a nivel colectivo				Desinfección	Almacenamiento	Tratamiento a nivel individual		1	2	3	4	5	6	7	
Aguas lluvias	Techos		Separación primer enjuague				Tanque	Filtro casero	Ebullición	1							
Aguas lluvias	Techos		Separación primer enjuague				Tanque	Filtro casero	Cloración	1							
Aguas lluvias	Superficies						Reservorios				3	4	5	6	7		
Aguas residuales								Tanque séptico									
Aguas residuales								Tanque séptico	Filtro Intermitente en Arena					5	6	7	
Aguas residuales								Tanque séptico	Humedal					5	6	7	
Aguas residuales								Filtro anaerobio									
Aguas residuales								Filtro anaerobio	Filtro Intermitente en Arena					5	6	7	
Aguas residuales								Filtro anaerobio	Humedal					5	6	7	

Usos del agua *

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1 Bebida y preparación de alimentos | 5 Cultivos de consumo directo |
| 2 Lavado de ropa, limpieza hogar | 6 Saneamiento |
| 3 Bebida de animales | 7 Cultivos de consumo indirecto, forrajes, ornamentales |
| 4 Aseo de animales | 8 Cultivos forestales, maderables |

4. Es necesario incorporar estrategias de producción más limpia en las actividades domésticas y productivas tanto a nivel de la vivienda, como a nivel del sistema de abastecimiento de agua para uso múltiple, a fin de posibilitar los usos productivos del agua, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de agua para consumo humano y contribuyendo al uso y aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos

La producción más limpia (PML) es uno de los enfoques que se proponen para orientar el Desarrollo hacia la sostenibilidad. Fomenta no sólo la reducción del impacto de las actividades humanas sobre el ambiente sino también el mejoramiento del desempeño general de las actividades. Cuando fue introducida en 1989 por PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), su énfasis inicial fue hacia las actividades industriales, pero poco a poco se está aplicando en otros sectores como el del agua para mejorar su uso como materia prima de muchos procesos humanos (Restrepo, 2006). En un servicio de suministro de agua para uso múltiple se referiría a la conservación y uso eficiente del agua en su captación, almacenamiento, tratamiento, distribución y utilización, disminuyendo dentro de este proceso el uso del agua, de materias primas tóxicas, reutilizando el agua al máximo antes de eliminarla del sistema y minimizando así la producción de las aguas residuales. Para ello se proponen las siguientes opciones:



4.1. Incorporar estrategias de producción más limpia a nivel de la vivienda para los usos domésticos y productivos

Tanto en la vivienda como en el sistema deben adelantarse estrategias que permitan un mejor uso del agua, de tal forma que haya disponibilidad del recurso para diferentes usos:



4.1.1. Producción más limpia en el uso del agua para las actividades domésticas

Instalación de aparatos de bajo consumo: Los sanitarios tradicionales utilizan de 16 a 20 l por descarga, lo que significa un consumo de 80 a 100 l diarios por habitante (Arreguín, 2000). Los sanitarios de bajo consumo pueden ahorrar hasta un 50% de agua por descarga, pues utilizan alrededor de 6 a 10 litros. Al instalar este tipo de unidades, dependiendo del sistema empleado pueden lograrse ahorros entre 15 y 67% del agua utilizada en el consumo doméstico. Cuando no es posible realizar inversiones para el cambio de aparatos, solamente ajustando los flotadores o colocando 1 o 2 ladrillos dentro de la cisterna es posible reducir el consumo de agua en aproximadamente 3% sin requerir inversiones significativas (HR Wallingford, 2003). También es posible utilizar duchas de bajo consumo, una ducha corriente gasta aproximadamente 12 l/min, la ducha de bajo consumo puede reducir esta cantidad a la mitad o más (URL - 5). Además de las duchas, existen los grifos de bajo consumo, en los cuales, la reducción del flujo se logra por medio de aireadores, que incluyen aire y dispersan el chorro, incrementando el área de cobertura y, por lo tanto, la eficiencia de lavado. Un aireador puede llegar a reducir el flujo hasta en un 6% (Arreguín, 2000).

Saneamiento ecológico: Los sistemas de saneamiento ecológico son otra alternativa de producción más limpia a nivel de la vivienda, pues permiten que los 15000 L de agua por persona por año utilizados para el transporte de materia fecal puedan emplearse para otras actividades. El saneamiento ecológico está orientado hacia la implantación de esquemas para tratar de manera separada los distintos flujos de

residuos que se producen, teniendo en cuenta que su diferente calidad requiere tratamientos diferentes.

El sanitario ecológico más comúnmente usado es el de separación de orina, donde esta es llevada a parte de las heces, recolectada, diluida con agua y usada como fertilizante para las plantas sin necesidad de tratamiento adicional. Las heces son sanitizadas en una cámara de recolección del sanitario, mediante secado y adición de cal, aserrín, tierra u otros materiales después de cada uso. Las heces son seguras después de su tratamiento o almacenamiento por unos meses, para garantizar la destrucción de patógenos (Ersey et al, 2001).

Otro tipo de sanitario ecológico es el sanitario de compostaje. En este sanitario es necesario mantener una humedad apropiada y un buen nivel de flujo de aire en la cámara de defecación para garantizar una óptima degradación de los excrementos humanos. El producto en forma de humus, puede ser retornado al suelo, cerrando el ciclo de los nutrientes. La Figura 13 muestra un tipo de sanitario ecológico.

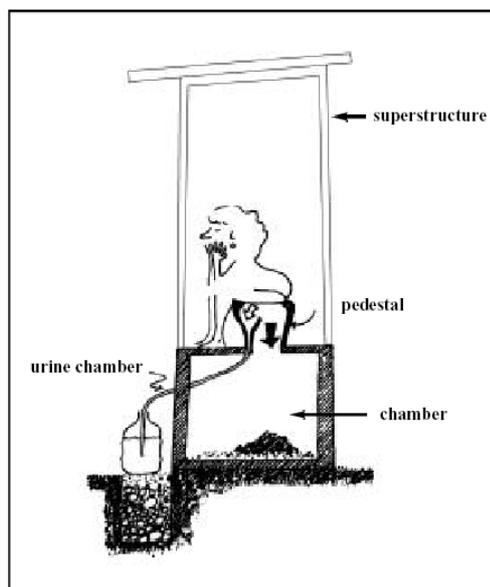


Figura 13. Sanitario ecológico con separación de orina. Fuente: Ersey et al (2001)

Reparación de instalaciones hidráulicas y sanitarias: La detección y reparación de fugas debidas a roturas y escapes en las tuberías, accesorios hidráulicos y sanitarios es una medida importante que conduce al ahorro de agua en la vivienda (Arreguín, 2000). El sanitario es una de las unidades que presenta mayor cantidad de fugas, también es importante revisar las llaves de lavamanos, lavaplatos o duchas.

Aprovechamiento de aguas lluvias: La recolección y aprovechamiento de aguas lluvias reduce la presión sobre el sistema de abasto colectivo, cuando se cuenta con él, y permite tener una fuente de agua, ya sea para uso doméstico, o para uso productivo. Cuando el agua lluvia va a ser empleada como fuente única de abastecimiento para todos los usos, se requiere un cálculo preciso de la oferta y la demanda, dimensionando el área de captación y la capacidad de almacenamiento para satisfacer la demanda de agua durante el intervalo de sequía más largo (Texas Water Development Board, 2005).

Al incluir los usos productivos del agua debidos a actividades de pequeña escala, como actividades legítimas del sistema de abasto, es necesario incluir estrategias de producción más limpia, para garantizar la sostenibilidad en el uso del agua. Las opciones incluyen:



4.1.2. Producción más limpia en el uso del agua en la crianza de cerdos

Camas profundas: Consiste en colocar en los corrales de levante y engorde un material como cama ya sea de viruta, bagazo, cascarilla de arroz, etc. Los animales

al entrar a los corrales presentan un mayor confort, delimitan un área seca y otra húmeda, y no se requiere utilizar agua para el lavado de los corrales. Una vez sale el lote de engorde para su beneficio se cambia la cama del corral. La cama de estiércol y material vegetal del lote anterior se usa como fertilizante en los cultivos (Minambiente, 2002).

Bebederos por cazoleta: Con este sistema el consumo de agua se reduce hasta en un 20%, si se compara con los bebederos de chupo o tetina. Los bebederos de chupo o tetinas ubicados en los comederos de manera tal que el animal tenga poca posibilidad de desperdiciarla puede incidir en una reducción de hasta 40% en las pérdidas de agua.

Recolección de aguas lluvias. Su recolección desde los techos de las cocheras y su utilización para el lavado de los espacios o su uso en los bebederos puede ser también de utilidad para reducir el consumo del agua del acueducto.

Otras medidas de manejo para reducir el consumo de agua en la cría de cerdos son la instalación de sistemas de cierre en las mangueras de lavado, sistemas de alta presión, el barrido en seco de la porcinaza y la disminución de la frecuencia de lavado de los corrales (ej. día de por medio, dos veces/semana).

Aprovechamiento de porquinaza: La porquinaza, formada por heces fecales y orina de los cerdos, mezcladas con el material utilizado como cama, residuos de alimento, polvo, otras partículas y una cantidad variable de agua proveniente de las labores de lavado y pérdidas desde los bebederos, puede almacenarse en tanques durante un tiempo prudencial y ser aprovechada en el riego de gramíneas, pastos o forrajes en zonas de pastoreo de ganado, reduciendo la presión sobre otras fuentes de agua, que tradicionalmente se emplean para el riego.

Sistemas de descontaminación productiva: Son procesos biológicos de descontaminación, que generan subproductos como compost, fertilizante, biogás y material verde con alto contenido de proteína. Según Pedraza y Chará (1998), estos sistemas están compuestos de 4 componentes:

- Un biodigestor, donde se fermenta la materia orgánica de las heces de los porcinos. Un volumen de 3 m³ es suficiente para tratar el agua de lavado generada por un número de 3 a 6 cerdos para los que se emplea un máximo de 100 l/día para lavado. Este mismo biodigestor puede recibir las aguas residuales provenientes del uso doméstico.
- Canales con plantas acuáticas, que son estanques donde se siembran plantas como el buchón de agua, la salvinia, la lechuguilla, la lemna y la azolla, que descomponen la materia orgánica presente en el agua residual, a la vez que absorben sus nutrientes. El agua debe permanecer en los canales 15 días para garantizar una adecuada depuración del efluente. Para una producción de aguas residuales de 100 l/día, se necesitan canales de 0.4 m de profundidad, por 0.4 m de ancho, por 10 m de largo.
- Estanques para reservorio de aguas tratadas y / o peces: Son estanques abonados con aguas residuales donde funcionan en equilibrio las algas, los microorganismos de origen animal, las bacterias y los peces. La densidad adecuada para mantener la estabilidad es de 1 pez/m². Las especies que se pueden emplear son la tilapia, el bocachico y la cachama, para climas cálidos; la tilapia y la carpa en zonas de clima medio.

- Cultivos agrícolas: Alrededor de los canales y estanques de descontaminación se pueden establecer cultivos que permiten aprovechar los nutrientes aportados por las plantas acuáticas cosechadas y los sedimentos extraídos del fondo de los estanques o canales. Algunos de los cultivos que se pueden integrar son: plátano, banano, árboles de forraje para animales como el nacedero, frutales, bore y hortalizas.

En la Fotografía 12 aparece un grupo comunitario durante la instalación de un biodigestor en granjas porcícolas y la Fotografía 13 muestra un estanque de lagunas en una granja integral.



Fotografía 12. Instalación de biodigestor.
Fuente: URL - 6



Fotografía 13. Estanque de Lagunas. Fuente:
URL - 7.



4.1.3. Producción más limpia en el uso del agua en la tenencia de ganado vacuno

Instalación de flotadores en bebederos: Esta sencilla medida permite que el agua se renueve, únicamente en la medida en que va siendo consumida por los animales, evitando las pérdidas y generando un impacto significativo en la reducción de los consumos de agua en este tipo de actividad.



4.1.4. Producción más limpia en el uso del agua en los cultivos

Preparación del Balance Hídrico: Los cultivos tienen una demanda de agua que se compone de la demanda biológica, la evaporación y la filtración. Para un manejo adecuado del agua en un sistema de uso múltiple es necesario conocer esta demanda, no solo en cantidad, sino también en calidad, de tal forma que pueda ser planificada la manera de sembrar, en armonía con la oferta de agua proveniente de múltiples fuentes.

La cuantificación de las necesidades de agua de las plantas se realiza a través del balance hídrico del área de estudio. Para la elaboración de un balance hídrico es necesario identificar las diferentes fuentes de agua y su variación estacional, para conocer las diferencias entre la oferta y demanda durante el año agrícola. El análisis de la estacionalidad permite determinar si existen épocas del año donde se presente déficit, pues el agua debe también estar distribuida de acuerdo con las necesidades de los cultivos, las cuales pueden variar significativamente a lo largo de su periodo de crecimiento (CEPIS, 2002).

Las aguas residuales se pueden agregar a la oferta de agua para riego, permitiendo

que se cultive todo el año si las lluvias se concentran en épocas determinadas y el volumen de aguas residuales es importante. Para calcular el balance hídrico mensual se determina la diferencia entre la oferta y demanda mensual de agua, lo que arroja un déficit o superávit que permite evaluar opciones de manejo, como las mejoras en los sistemas de riego o la instalación de reservorios (Moscoso, 2002). En la Tabla 23 aparece un formato para la realización del balance hídrico.

Tabla 23. Formato para el balance hídrico

Componente	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Oferta (+)												
Agua lluvia												
Aguas residuales												
Agua superficial												
Agua Subterránea												
Demanda (-)												
Requerimiento cultivo												
Balance												

Conservación de agua in situ: En las zonas secas, el mal manejo de las tierras puede reducir significativamente la productividad de los cultivos. El volteo inadecuado del suelo, a mano, con tracción animal o con un tractor es una de las causas de degradación de las tierras, que afecta a la superficie del suelo, dando lugar a la formación de costras y a otros fenómenos que impiden la infiltración del agua de lluvia. Esto incrementa la escorrentía y deja el suelo expuesto y susceptible a la erosión hídrica y eólica (FAO, 2002).

La productividad de los cultivos puede mejorarse y la erosión reducirse mediante métodos de labranza alternativos, tales como voltear el suelo sólo a lo largo de las líneas de plantas, el laboreo profundo para romper las costras superficiales, la construcción de camellones altos adaptados a las curvas de nivel, la siembra de cultivos en pequeñas cubetas, y construyendo alcorques alrededor de árboles y arbustos (FAO, 2002). Estas formas de manejo del suelo contribuyen a incrementar la productividad del agua, y se constituyen en prácticas apropiadas para pequeños agricultores. Algunas de las técnicas que contribuyen a la conservación del agua in situ son:

Reducción de evaporación con cama de rastrojo: Consiste en cubrir el suelo con un material orgánico, destinado a protegerlo y eventualmente, a fertilizarlo. Se realiza fundamentalmente en horticultura y fruticultura (Benítez, 2006). Este tipo de cobertura reduce las pérdidas de agua por evapotranspiración en cerca de 70%; previene el escurrimiento excesivo de la lluvia, inhibe el crecimiento de maleza y suministra nutrientes al suelo (IUCN, 2003). El matillo puede ser hecho de viruta de madera, corteza de árbol, paja, estiércol, turba, musgo, helechos, heno, hojas de hortalizas, hierba joven, compost, etc., y es una de las medidas más efectivas para reducir los requerimientos de agua de las plantas. En la Fotografía 14 aparece un cultivo en el cual se ha dispuesto una cama de rastrojo.

Labranza mínima: Consiste en realizar la siembra sobre los residuos del cultivo anterior, lo que implica la ausencia o la limitación de la labranza que incorpora los residuos superficiales o que causa la disrupción de la porosidad. Esta técnica ha sido desarrollada con el fin de evitar los problemas en el suelo generados por las formas tradicionales de cultivar y utilizar instrumentos de labranza. Su éxito es atribuido al mejoramiento de la porosidad superficial, lo cual da lugar a un incremento de la infiltración, a una menor escorrentía, evaporación y a una mayor disponibilidad de agua para los cultivos.



Fotografía 14. Cultivo con cama de rastrojo. Fuente: URL - 8.

Control del tránsito en el campo: Asegurar que el tránsito en el campo de personas, equipos, etc. siga caminos permanentes, restringe la compactación del suelo a áreas determinadas. Cuando esto se combina con la labranza mínima, la porosidad del suelo y la infiltración de agua se maximizan, los gusanos y otros animales del suelo prosperan y no se pierde materia orgánica sino que ésta llega a unirse e integrarse con el suelo. Esto tiene como impacto global un sistema edáfico productivo, con un mejor almacenamiento de agua en el suelo (Benítez, 2006).

Construcción de zanjaz: Es posible construir pequeñas zanjaz para evitar la escorrentía natural de las aguas de riego. De la misma forma pueden crearse pequeños montículos de tierra alrededor de plantas específicas para ser regadas individualmente, cuando sea necesario (IUCN, 2003).

Rotación de cultivos: La rotación de diferentes cultivos, con sus diferentes sistemas radiculares, optimiza la red de canales de las raíces, propiciando el incremento de la penetración del agua y la capacidad del suelo para el mantenimiento de la humedad, así como una mayor disponibilidad de agua para uso del cultivo, en suelos más profundos (Benítez, 2006).

Monitoreo de la humedad del suelo: Conocer cuánta agua existe en el suelo, disponible para la planta antes de la siembra puede ayudar a tomar una buena decisión sobre qué cultivo sembrar. Se pueden hacer mediciones del contenido del agua del suelo con una variedad de equipos, pero es posible hacer una estimación basada en el tacto y apariencia de su suelo, que variará según la textura y el contenido de humedad del mismo. En general los agricultores tienen experiencia y es posible hacer estimaciones con precisiones aproximadas de 95 % (Benítez, 2006).

Selección de plantas: Las plantas que consumen más eficientemente el agua en una región son las nativas. La combinación de éstas con rocas y grava puede dar una apariencia atractiva y consumir muy poca agua. La eliminación de malezas, que compiten con las plantas por el agua, los nutrientes y la luz solar es muy importante para el ahorro de agua (Arreguín, 2000).

Mejoramiento de las técnicas de riego: Este es un aspecto de extrema importancia para el ahorro de agua en la vivienda rural, dado que las pérdidas de agua para riego a nivel del predio varían con el método de distribución y aplicación. La elección apropiada de un sistema de riego, acorde con las condiciones de suelo, topografía,

tipo de cultivo, disponibilidad de agua, calidad, clima, etc.; es uno de los aspectos de mayor interés. En la Tabla 24 aparecen la eficiencia aproximada de riego para varios sistemas y métodos (IWMI, 2003).

Tabla 24. Eficiencia aproximada de riego de varios sistemas y métodos de riego

Sistema / método	Eficiencia de aplicación (%)
Red de canales en tierra: métodos superficiales	40 – 50
Red de canales con recubrimiento: métodos superficiales	50 – 60
Red de tuberías presurizadas: métodos superficiales	65 – 75
Sistemas de riego por manguera	70 – 80
Sistemas de aspersión de media a baja presión	75
Micro aspersores, microjet y miniaspersores	75 – 85
Riego por goteo	80 – 90

Estos valores de eficiencia son indicadores. Los valores actuales pueden fluctuar en un rango considerable dependiendo del nivel de gestión, las características del suelo y el método de aplicación

Existen diferentes alternativas de riego localizado que ofrecen resultados atractivos para el ahorro de agua, con reducciones del 30 al 60 % si se compara con el uso del agua de sistemas por gravedad o aspersión. Algunos sistemas incluyen el riego por goteo, los kits con canecas y baldes, los microaspersores, los sistemas de goteo por microtubos, etc. Aunque los sistemas de riego localizado, son todavía costosos para la mayor parte de los pequeños agricultores y para el riego de cultivos de bajo precio, se continúa investigando para hacerlos económicamente más accesibles. Los factores clave para mantener los costos bajos son utilizar materiales sencillos y de fácil transporte (FAO, 2002). En vez de que cada línea de cultivo tenga su propio lateral con goteros, la misma tubería puede trasladarse cada intervalo de tiempo, dependiendo de las necesidades hídricas del cultivo. Algunas técnicas de riego localizado han sido promovidas ampliamente entre campesinos pobres, con períodos de recuperación de la inversión inicial entre 1 y 3 años, dependiendo del tipo de cultivo (IWMI, 2003). La Figura 14 presenta un sistema de riego localizado de bajo costo.

Otro de los métodos de riego que permite un uso racional del agua consiste en colocar vasijas porosas de arcilla en el suelo alrededor de las líneas de cultivos. Las vasijas se llenan de agua manualmente de acuerdo con las necesidades. Los tubos porosos o perforados enterrados tienen el mismo propósito y generalmente pueden usarse para regar dos líneas de cultivo, una a cada lado de la tubería. Aunque la frecuencia de aplicación puede controlarse el caudal no, ya que depende del tamaño de las perforaciones y de las características del suelo (FAO, 2002).

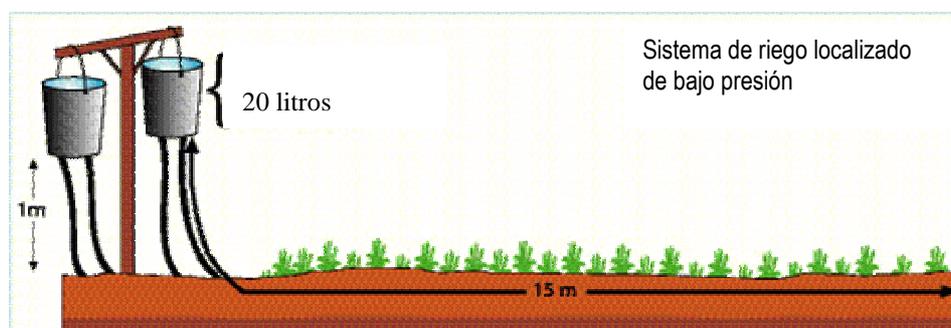


Figura 14. Sistemas de riego localizado de bajo costo. Fuente: IWMI (2003)

El control de los tiempos de riego es otro aspecto que contribuye al mejoramiento de las técnicas de riego para minimizar el consumo de agua. Los tiempos de riego deben restringirse a las mañanas o las noches, pues el fenómeno de evaporación es mayor entre las 10:00 y las 16:00, período en que el riego debe limitarse (IUCN, 2003).

Irrigación con déficit: En situaciones en las que existe escasez de agua, se puede elaborar un programa de riego tal que una parte de la parcela sea plenamente regada, otra regada con déficit, y finalmente una tercera parte que solo disponga de la precipitación y los excedentes de las dos anteriores (Martínez P. 2003). Esta estrategia es útil para maximizar la productividad del agua permitiendo a los cultivos sostener algún grado de déficit de agua y reducción del rendimiento. Visto a nivel parcela, este sistema producirá menos que si fuera completamente regado, sin embargo, ante la escasez del recurso, la producción global del sistema puede verse aumentada, al no producirse pérdidas por salidas a los drenajes. Para que el riego deficitario tenga éxito es necesario conocer el déficit permitido en cada una de las etapas del crecimiento, el nivel de estrés de agua en la zona radical y controlar el tiempo y cantidad de aplicación (IWMI, 2003).

Uso de fuentes alternativas: Mejorar la productividad del agua implica utilizar agua de acuerdo a la calidad demandada por el uso. Es así como se hace viable el aprovechamiento de fuentes alternativas tales como las aguas residuales y la captura de aguas lluvias como parte de la oferta hídrica que debe ser aprovechada y maximizada para garantizar las necesidades hídricas de los cultivos, que contribuyan con la seguridad alimentaria y soporten las actividades productivas de pequeña escala de las comunidades rurales.

Uso de aguas lluvias: La captura de una porción del agua lluvia en el sitio en que cae no solo incrementa la disponibilidad del agua para las plantas y las personas en ese lugar, sino que también previene la erosión del suelo. El agua lluvia puede ser utilizada como agua verde, ubicando piedras en la línea de contorno para mejorar su retención en el suelo. Cuando el agua lluvia va a ser usada solamente para riego, una estimación gruesa de la demanda, necesidad de suministro y capacidad de almacenamiento es suficiente. Existen métodos para almacenar la escorrentía de períodos lluviosos para utilizarla durante períodos secos; en muchas zonas se usan estanques, balsas, cisternas y presas de tierra para el riego suplementario. Aunque estas obras son más costosas y los agricultores que las construyen necesitan ciertos conocimientos, tienen la ventaja de reducir significativamente las pérdidas de rendimiento, o incluso de toda la cosecha, que frecuentemente ocasionan las sequías (FAO, 2002).

Reuso de aguas residuales: El empleo de aguas residuales para el riego de cultivos contribuye a reducir la presión sobre fuentes de agua de mejor calidad, dejando esta agua disponible para los usos más exigentes. También disminuye el impacto de la descarga de aguas residuales sobre fuentes de agua y permite el reciclaje de nutrientes que de otra forma podrían eutrofizar y deteriorar la calidad de cuerpos receptores.

Las aguas residuales tienen gran valor fertilizante, aportando nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio. Son muy importantes sus contenidos de micronutrientes como el Zinc que no se consiguen fácilmente en abonos sintéticos. Para el reuso de aguas residuales con fines agrícolas es importante una selección de los cultivos en función de la calidad del efluente generado por el sistema de tratamiento, de tal forma que no implique un peligro potencial para la salud. Bajo este criterio se puede clasificar los cultivos en los siguientes grupos (Mosocoso, 1995):

- a) Forestales: maderables y de protección ambiental
- b) Ornamentales: zonas sin acceso o acceso
- c) Forrajes: de pastoreo directo y cosechados
- d) Alimenticios: de consumo crudo y cocido

Los primeros cultivos son los menos exigentes en calidad de agua, ya que no son comestibles ni involucran el contacto directo con el público. En cambio una elevada calidad sanitaria será requerida para los cultivos alimenticios, especialmente los de consumo crudo (Mosocoso, 1995).

En un sistema de reuso de aguas residuales el riego por surcos es el método más recomendado, ya que permite aplicar los nutrientes y la materia orgánica al suelo en forma directa y no demanda volúmenes de agua tan grandes como la inundación. También reduce la contaminación de los cultivos (Mosocoso, 1995). Sin embargo, bajo este método, dependiendo de la calidad del agua residual, deben tenerse mecanismos de protección para los cultivadores en contacto con esta agua, para no poner en riesgo su salud. Los métodos de riego por inundación, por aspersión y por goteo, presentan limitaciones para el reuso de aguas residuales, por lo cual no se recomienda su aplicación bajo ninguno de estos métodos (Mosocoso, 1995).

Un aspecto a considerar es la salinidad del agua residual. La mayoría de las aguas residuales tratadas no son muy salinas. Los niveles generalmente se sitúan entre 200 y 500 mg/l. Eventualmente pueden presentarse efluentes con niveles de salinidad que excedan los 2000 mg/l y que restrinjan la absorción de agua en ciertos cultivos. La mayoría de las hortalizas y tubérculos presentan una sensibilidad moderada. Casi todos los cultivos de frutas son bastante sensibles a la salinidad, salvo en el caso de la papaya y la piña que muestran tolerancia moderada (Mosocoso, 1995). Cuando las concentraciones salinas de los efluentes tratados excedan los 2000 mg/l se debe efectuar prácticas de riego que eviten la acumulación salina, como aplicar volúmenes restringidos de agua y facilitar una buena percolación y drenaje del suelo. Si se dispone de un recurso hídrico alternativo, es posible que las aguas residuales salinas puedan ser diluidas, por ejemplo aprovechando las aguas lluvias (Mosocoso, 1995).



4.1.5. Producción más limpia en el beneficio de café

Beneficio ecológico de café: Con el beneficio ecológico se utiliza el agua estrictamente necesaria para procesar o transformar los frutos de café (café cereza) en café pergamino seco (café seco y sin cáscara), aprovechando los subproductos y evitando la contaminación de las fuentes de agua. En un beneficiadero tradicional se emplean altos volúmenes de agua para el transporte del café cereza hasta la máquina despulpadora, el despulpe de café y el transporte de la pulpa de café a la fosa para el proceso. En Colombia, CENICAFE (Centro Nacional de Investigaciones del Café) desarrolló la Tecnología Becolsub, en la cual se integran: El despulpe sin agua del café, el desprendimiento del mucílago, lavado del café y mezcla de la pulpa y el mucílago por medio de un equipo mecánico, eliminando el uso de agua, y el transporte del café a la fosa, también sin agua. Al ser comparada con el beneficio tradicional, la tecnología Becolsub permite reducir en un 92% la contaminación de las aguas y reduce el consumo de agua en el proceso de beneficio de 40 - 60 litros / Kg de café pergamino seco hasta menos de 1 litro de agua/kg café pergamino seco (URL - 3).



4.2. Producción más limpia en el uso del agua a nivel del sistema de abasto comunitario de uso múltiple

En los sistemas de abasto colectivos es posible implementar estrategias de uso eficiente del agua en varias de las etapas desde la captación hasta la distribución del agua.



4.2.1 Producción más limpia en el Sistema en general

Medición: La medición de los volúmenes de agua suministrados es parte esencial de la estrategia de gestión de la demanda, control de pérdidas o racionalización del consumo. La configuración del sistema de abasto de agua para uso múltiple puede variar dependiendo de la fuente o fuentes, la topografía y las soluciones adoptadas. Sin embargo para una adecuada gestión del recurso, la fácil identificación de las pérdidas y la toma de acciones tendientes a su reducción, es necesario conocer los flujos de agua en los puntos mostrados en la Figura 15, donde M1 a M5 indican los lugares donde deben instalarse aparatos de medición.

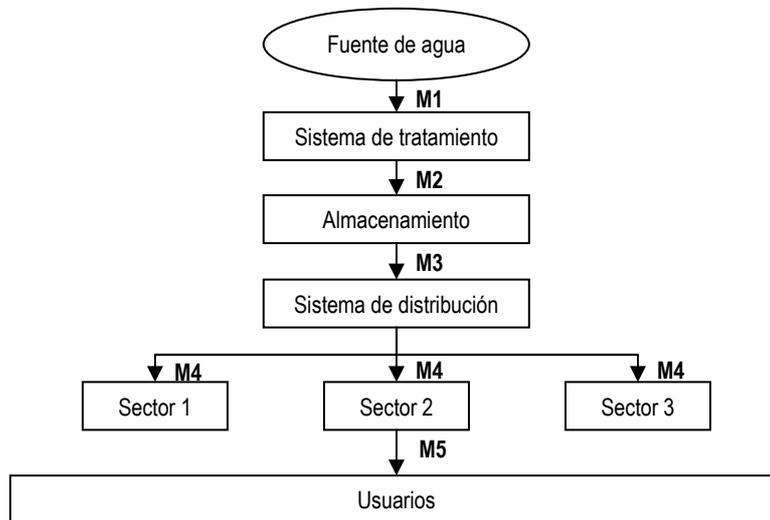


Figura 15. Puntos del sistema donde debe instalarse medidores. Fuente: HR Wallingford (2003)

En el caso específico de la micromedición (M5) su aplicación es cuestionada en sistemas de abastecimiento de agua de comunidades rurales, dado que se tienen limitaciones por los elevados costos de inversión inicial y la infraestructura que debe montarse alrededor de los sistemas para garantizar un adecuado funcionamiento de los mismos, lo que a veces es complicado para pequeños sistemas de comunidades rurales. Desde el punto de vista cultural, la micromedición también puede generar rechazo en algunas comunidades. No obstante, hay muchas voces a favor de esta alternativa indicando sus bondades para la reducción del consumo y hacer más justo el cobro por el servicio de abastecimiento de agua. Algunos datos indican que con la micromedición es posible alcanzar reducciones en el consumo de agua hasta de 25%.

Cuando no existe micromedición y quiere implementarse, será necesario concertar con la comunidad, para lo cual debe existir un proceso previo de educación. Cuando la micromedición existe es importante realizar mantenimiento y control de medidores defectuosos o que sub registran. En ausencia de micromedición, un aspecto clave será conocer cuales son las actividades productivas que demandan

agua en la población, sus escalas y su volumen aproximado de uso del agua, así como el seguimiento a los grandes consumidores, para tener control sobre el uso del agua en un sistema de abasto para uso múltiple.

Existen otros sistemas de control de consumo tales como el número de llaves que se permite tener en la vivienda. Otro mecanismo que puede emplearse cuando la comunidad no acepta la instalación de micromedidores, y que permite controlar el gasto de agua en las viviendas, es la instalación de reductores de presión.

Otro mecanismo que puede emplearse cuando la comunidad no acepta la instalación de micromedidores, y que permite controlar el gasto de agua en las viviendas, es la instalación de reductores de presión.

De acuerdo a la topografía y el gradiente hidráulico disponible en la red de distribución de un sistema de abastecimiento de agua, las presiones serán mayores o menores. Esta situación, sumada a los daños frecuentes que se presentan en viviendas, como grifos en mal estado, inodoros goteando, tuberías rotas o deterioradas y la cultura de dejar llaves abiertas, ocasiona altas pérdidas de agua a nivel domiciliario, generando una descompensación de la presión del agua en la red de distribución, que ocasiona en localidades con topografía ondulada, presiones menores o nulas en los puntos altos y altas presiones en los puntos bajos; debido a que los niveles en el tanque de almacenamiento no se recuperan en los momentos de bajos consumos.

En estas circunstancias, es posible instalar accesorios en los puntos de presiones elevadas para obligar, hidráulicamente, a compensar el déficit de presiones en el sistema. Con estos reductores se busca disminuir gradualmente el diámetro de la tubería principal hasta diámetros menores con el propósito de generar altas pérdidas y obtener presiones entre 15 y 20 m.c.a. a nivel domiciliario. Estos reductores deben obedecer a un cálculo hidráulico procurando obtener presiones “más estables” en la red de distribución. Esta situación obliga a que la comunidad controle sus daños y malas costumbres con el agua en las viviendas, de tal forma que puedan mantenerse niveles de servicio aceptables. En la instalación de estos accesorios se deben dejar en la red cámaras de control para facilitar el mantenimiento o cambios de los diámetros en la medida que la red se vaya ampliando; también para removerlos, cuando los procesos sociales, la sensibilización de la comunidad, y la implantación de otras estrategias de uso eficiente, permitan otros controles en el uso del recurso. El diámetro mínimo en estas instalaciones debe ser de ½” para impedir posibles obstrucciones cuando se esté distribuyendo agua cruda a la población. El material debe ser resistente a la presión resultante y cuando las presiones sean muy altas puede requerirse la instalación de varios reductores en una misma red principal. El cálculo hidráulico da como resultado diferentes diámetros y longitudes de tuberías que no deben ser superiores a 1.0 m por facilidad de instalación y operación. Estos criterios definen el número de reductores a instalar.

En sitios donde las presiones críticas en el sistema no son tan altas y el terreno presenta topografía plana, es posible la instalación en las acometidas domiciliarias de accesorios de menor diámetro para incrementar pérdidas, como es el caso de bujes de ¼” o 3/8” de diámetro para acometidas de ½”. En este caso hay que tener cuidado de las pérdidas totales que se generan y las presiones resultantes finales en los momentos de mayor y menor consumo.

Para la adopción de estas estrategias, debe haber un manejo muy cuidadoso con la comunidad, pues cuando ellos advierten esta situación, al ver disminuida la presión del agua en la vivienda consideran que el servicio se ha deteriorado y terminan eliminando los reductores. Todas estas medidas deben ir acompañadas de un programa de sensibilización y de instalación de aparatos de bajo consumo de agua.



4.2.2 Producción más limpia en Transporte y conducción

Detección y reparación de fugas en tuberías: Las pérdidas en los sistemas de abastecimiento de agua rurales se deben principalmente a la presencia de fugas en las redes que conforman el sistema, entre ellas las redes de conducción. Es necesario contar con un plan para la detección de fugas visibles y no visibles. Existen tres métodos principales para la detección de fugas: la inspección visual, el sondeo periódico y el control de la presión (IUCN, 2003).

Disminución de infiltración en la conducción en canales: Un sistema de abasto de agua de uso múltiple podría considerar el uso de canales abiertos para transportar agua que podría ser empleada para fines agropecuarios. Las pérdidas por infiltración en canales no revestidos son la principal causa, desde el punto de vista hidráulico, de pérdidas de agua en la conducción (Martínez P. 2003). Una de las formas más importantes de incrementar la eficiencia de agua derivada para riego es reducir la cantidad de agua que se pierde por infiltración durante el transporte hasta los predios de los agricultores. Esto puede lograrse con el recubrimiento de canales, utilizando materiales como concreto, ladrillos o geomembranas flexibles protegidas con un recubrimiento rígido o material suelto. El recubrimiento aunque es costoso permite ahorrar cerca del 60 - 80% de las pérdidas de agua que ocurren en los canales (IWMI, 2003).



4.2.3 Producción más limpia en el tratamiento colectivo del agua

Disminución del agua en el lavado de estructuras: En sistemas con planta de potabilización puede disminuirse el consumo de agua en actividades como lavado de filtros, purgas en la conducción y redes de distribución, limpieza y desinfección de tanques, reparaciones de redes y tuberías, lavado y desinfección de redes nuevas. Estos consumos pueden llevarse a los estándares admisibles recomendados para estas prácticas, formulados bajo la premisa de la eficiencia en el uso del recurso.



4.2.4 Producción más limpia en el almacenamiento de agua

Control de reboses: Pueden instalarse válvulas de flotador en los tanques de almacenamiento, para evitar las pérdidas físicas generadas por reboses que se presentan especialmente en la noche.



4.2.5 Producción más limpia en la distribución del agua

Catastro de redes: El conocimiento de la ubicación exacta de tuberías, válvulas y accesorios en redes de distribución permite adelantar de manera exitosa iniciativas para el control de pérdidas. Esta debe ser una actividad prioritaria en cualquier

programa de operación y mantenimiento de un sistema organizado de abastecimiento de agua.

Gestión de la presión: La reducción de la presión en un sistema de distribución de agua puede ser uno de los métodos más simples para reducir la demanda de agua. Las altas presiones incrementan las pérdidas de agua a través de fugas e incrementan el uso de la cantidad de agua basado en el tiempo en que el volumen de agua es descargado (HR Wallingford, 2003). La relación entre la presión y las pérdidas en el sistema puede ser aproximadamente de uno a uno. Esto quiere decir que si la presión en un sistema se reduce al 50%, las pérdidas también disminuirán en un valor cercano al 50%. El objetivo de las estrategias para el control de la presión deberá ser minimizar la excesiva presión tanto como sea posible, a la vez que se asegura que la presión suficiente se mantenga a través de la red de distribución para que la demanda del consumidor pueda ser satisfecha en todo momento (IUCN, 2003).

Balance de masas del sistema: Se requiere para tener claridad sobre los tramos con más fugas. Para esto es importante la instalación de macromedidores y micromedidores, para conocer los caudales producidos y consumidos. Para realizar esta labor el área abastecida necesita ser dividida en zonas y esas áreas deben ser abastecidas solamente en uno o dos puntos. En estos puntos deben instalarse medidores de agua. Estos medidores deben ser leídos regularmente y se debe preparar un balance de agua para cada zona. Es necesario realizar mediciones de los caudales mínimos nocturnos, que se presentan cuando la mayoría de los consumidores están dormidos. Esto puede hacerse mediante la instalación de un aparato medidor de caudal y de presión, al menos durante una semana. El caudal durante la noche puede ser atribuido a fugas de la red de distribución o en las propiedades. Si este tipo de fugas es elevado se necesitan su reparación, el manejo de la presión, o el reemplazo de tuberías u otra infraestructura (IUCN, 2003).

Labores de mantenimiento: Estas labores pueden clasificarse en mantenimiento rutinario preventivo, preventivo correctivo y correctivo. Estas actividades incluyen inspecciones regulares para determinar las características de deterioro y la evaluación de la condición de mantenimiento de los sistemas, como medidores de agua y válvulas reductoras de presión. El mantenimiento preventivo correctivo se dirige a la reparación de las componentes que se sabe están deterioradas, como tuberías de agua, medidores y válvulas reductoras de presión. El mantenimiento correctivo incluye la respuesta a daños menores tales como bombas rotas, tuberías y válvulas reductoras de presión, así como daños mayores que afectarían los servicios o generarían otros riesgos. Los daños mayores requieren planes de contingencia de acuerdo con procedimientos específicos. Esto incluye el reporte de fugas del sistema, y garantiza a los consumidores que la fuga reportada será reparada en un cierto período de tiempo (IUCN, 2003).

Optimización de Infraestructura: Es posible promover incentivos y promociones dirigidas a diferentes grupos de usuarios (doméstico, comercial, etc.) para el cambio de aparatos sanitarios, duchas, y en general tecnologías de bajo consumo. Este tipo de acciones tienen efecto en la demanda promedio y pico del sistema (Sánchez, 2004).

Infraestructura paralela para diferentes clases de agua: A nivel de sistema también es posible la construcción de infraestructura paralela que transporte agua de diferentes calidades para diferentes usos y que sea distribuida a los usuarios. Es importante garantizar instalaciones domiciliarias que eviten interconexiones entre este tipo de redes y la contaminación de las aguas de buena calidad que se empleen

para los usos que requieren calidad de agua exigente, como el agua de bebida, preparación de alimentos.

Reglamentar los estándares de calidad en plomería: La formulación y aplicación de estándares de construcción, aparatos sanitarios, materiales de tuberías y necesidades de mantenimiento es una estrategia de utilidad para reglamentar la existencia de aparatos de bajo consumo, la construcción de edificaciones con tuberías de materiales resistentes que disminuyan la presencia de fugas, y en general de pequeñas acciones que contribuyen a un uso más eficiente del agua por parte de los usuarios. Es importante buscar mecanismos para que este tipo de estándares se socialicen y sean conocidos por la comunidad.

Extensión de las actividades productivas: Cuando el agua en un sistema para múltiples usos es escasa y hay limitaciones para el uso de fuentes alternas, será necesario limitar la escala de las actividades productivas, de tal forma que éstas se armonicen con la oferta hídrica y permitan un uso equitativo del recurso, donde todos tengan acceso al agua y se puedan garantizar los usos productivos, pero con algunas restricciones, que dependerán de la oferta y de las demandas para este tipo de actividades. Esto debe ser resultado de un proceso de concertación con los usuarios.

Campañas de uso eficiente: Para que todo programa de uso eficiente del agua tenga éxito, debe contar con la participación de la comunidad, y para ello es indispensable establecer acciones de comunicación y educación. Los medios para hacer del conocimiento de los usuarios los objetivos, metas y resultados del programa son variados. Se estima que este tipo de programas puede llegar a producir ahorros de entre un 4 y 5% de la producción total de agua (Arreguín, 2000).

Los aspectos relacionados con el uso eficiente del agua pueden ser incluidos en los currículos de las escuelas y colegios, mediante acciones para que un niño o joven pueda hacer un uso adecuado del agua para fines domésticos y productivos y que pueda replicar estos principios y estrategias a los demás miembros de su familia. También es importante realizar campañas con personas o gremios que desarrollen actividades productivas que dependen del agua, de tal forma que puedan transmitirse a ellos buenas prácticas relacionadas con el mejor uso del agua para el riego, la crianza de animales o el tipo de microempresas caseras existentes en la zona, en caso de que estas actividades tengan impacto importante sobre las demandas y disponibilidad de agua en el sistema.

5. Los sistemas de abastecimiento de uso múltiple requieren una organización que los maneje de tal manera que puedan ser sostenibles en el tiempo

Las organizaciones surgen de la necesidad de satisfacer necesidades que faciliten la subsistencia. Una de estas necesidades son los servicios públicos que pueden ser solucionados por la comunidad que coordinada puede crear organizaciones para la prestación de servicios. Estas organizaciones se conforman y consolidan para realizar las actividades relacionadas con la administración, operación y mantenimiento del sistema. Entre otras cosas, las estructuras que se conformen para prestar servicios públicos deben considerar las tarifas teniendo en cuenta los costos del sistema. Para el buen manejo de un sistema de uso múltiple deben considerarse aspectos como el tipo de estructura organizativa, los costos asociados al sistema y la sostenibilidad del mismo, además de las actividades específicas de la comunidad, lo que incluye un

estudio de sus necesidades de agua, para prestar un servicio adecuado a las condiciones de las zonas rurales.



5.1. Tipos de estructuras organizativas

En Colombia se han establecido las normas y leyes por medio de las cuales se componen organizaciones para la prestación de servicios públicos de forma comunitaria. El Ministerio de Ambiente, Desarrollo y Vivienda Territorial (MADVT) ha definido los tipos de organizaciones que pueden crearse para manejar un sistema ya sea de acueducto o de alcantarillado en zonas rurales. Los esquemas de organización comunitaria definidas por el MADVT son: Juntas de Acción Comunal, Juntas Administradoras del Servicio, Asociación de Usuarios y Administración Pública Cooperativa. Estos esquemas de juntas pueden organizarse para cualquier tipo de sistema, y la selección debe considerar las características de la localidad.

Junta de Acción Comunal (JAC): Propenden por el bienestar de la comunidad mediante el desarrollo de diversas actividades, dentro de las cuales puede ubicarse la administración de los servicios públicos. Es así, como las JAC's comenzaron a apoyar y asumir de manera directa la prestación de los servicios públicos a la comunidad, dentro de las múltiples labores que cumplen.

Juntas Administradoras del Servicio: Debido a las múltiples labores que las Juntas de Acción Comunal deben desempeñar se impulsó la creación de Juntas Administradoras encargadas de desarrollar una labor específica como la prestación de un servicio de agua o de saneamiento. En estas juntas puede participar la JAC así como otros miembros de la comunidad y del gobierno. Las Juntas Administradoras tienen como objeto específico velar por la efectiva prestación del servicio a la comunidad.

Asociación de Usuarios: Busca la participación de todos los beneficiarios de un servicio. Todos tienen derecho de igualdad de condiciones a participar en la Junta que se conforme para la administración del servicio, sin que sea obligatorio vincular a los miembros de la JAC ni a representantes del Concejo Municipal o del gobierno. Busca que la comunidad sea la que elija a quienes deben componer la junta de acuerdo con sus capacidades y la legitimidad que tengan en sus respectivas localidades.

Administración Pública Cooperativa: Empresa asociativa sin ánimo de lucro en la cual los trabajadores o socios, según el tipo, son simultáneamente aportantes y gestores de la empresa. Son creadas para producir o distribuir eficientemente bienes o servicios para satisfacer las necesidades de sus asociados y de la comunidad. Estas empresas son promovidas por la comunidad para resolver necesidades sociales mediante la producción de un bien o la prestación de un servicio.

Adicional a estos esquemas administrativos existen otras formas de agrupación para la prestación de servicios públicos.

Administración Directa: Los municipios pueden prestar el servicio cuando las características técnicas y económicas del servicio y las conveniencias generales lo permitan y aconsejen. Esto sucede cuando se ha invitado a empresas prestadoras u otros municipios y no haya habido respuesta, o cuando habiendo respuesta los estudios de la Superintendencia de Servicios Públicos demuestren que los costos de

prestación directa para el municipio son menores que los de las empresas interesadas y el servicio sea al menos igual que el que podrían ofrecer las empresas interesadas.

La Ley contempla que la prestación de los servicios públicos debe ser hecha directamente por la administración municipal, sin embargo, debe ajustarse a los lineamientos establecidos para tal fin. Generalmente este tipo de administración es aplicable en las cabeceras municipales para lo cual puede crearse una dependencia en la alcaldía municipal. Esta dependencia puede consistir en una unidad, división o funcionario subordinado por el Alcalde y puede ser apoyada por las demás oficinas de la administración municipal.

Empresas prestadoras del servicio privadas: Son empresas con ánimo de lucro cuyo objeto social es la prestación de servicios públicos.

Los esquemas administrativos mencionados tienen estructuras internas similares: la Asociación de Usuarios, la Junta de Acción Comunal y la Junta Administradora del servicio son organizaciones comunitarias sin ánimo de lucro, conformadas por los usuarios del servicio. Estas organizaciones deben constituirse como personas jurídicas mediante un documento privado con el fin de prestar el servicio. Tienen autonomía administrativa y financiera. Tienen una duración indefinida pero se pueden liquidar por decisión de los asociados ya que funcionan bajo el principio de participación democrática y todos los asociados tienen igualdad de derechos y obligaciones. El patrimonio es variable e ilimitado pero son de responsabilidad limitada, lo que implica que los asociados no responden con su patrimonio ante deudas y obligaciones contraídas. Estas organizaciones están conformadas por los siguientes estamentos:

- Asamblea General de Usuarios: se constituye en la máxima autoridad de la organización. Está conformada por los usuarios del servicio.
- Junta Directiva: tiene a cargo la dirección de la organización y está integrada por un presidente, un vicepresidente, un secretario, unos vocales y un revisor. Esta Junta debe estar conformada por un número impar de miembros.
- Área administrativa y operativa: está conformada por un tesorero o administrador quien es responsable de administrar y representar legalmente la organización y por los demás funcionarios que se requiera para administrar, operar y mantener el sistema.
- Revisor fiscal: asume el control y vigilancia de las actuaciones de los demás estamentos de la organización.

Cuando las organizaciones son pequeñas es posible que solo sea necesario contar con la Asamblea de Usuarios, la Junta Directiva y un administrador, además del respectivo operador del sistema. Todos asumen las actividades del área directiva y administrativa. Esto implica que de acuerdo con el tamaño de la población beneficiaria se determinan las funciones de cada quien, lo que ayuda a determinar también la cantidad de personas necesarias para la administración del sistema.

Las administraciones públicas cooperativas (esquema asociativo) también son organizaciones sin ánimo de lucro en las que los asociados son a la vez aportantes y gestores de la empresa. Se crean por iniciativa de la Nación, los Departamentos y los Municipios, mediante leyes, ordenanzas y acuerdos. Se constituyen mediante documento privado y deben registrarse ante la Cámara de Comercio con jurisdicción en el domicilio principal de la organización. Tienen autonomía administrativa, económica y financiera. El ingreso y retiro de los asociados es voluntario y el número de asociados es ilimitado pero no puede ser inferior de cinco. Así como las demás organizaciones mencionadas también es de responsabilidad limitada y tiene duración

indefinida aunque puede liquidarse por decisión de los asociados. También funcionan bajo el principio de participación democrática favoreciendo los intereses de los asociados quienes escogen los miembros encargados de administrar y vigilar el funcionamiento de la cooperativa. Los asociados tienen igualdad de derechos y obligaciones sin importar el monto de sus aportes. El patrimonio es variable e ilimitado, sin embargo, los estatutos establecen un monto mínimo de aportes que no son reducibles. A este tipo de cooperativas pueden asociarse la Nación, los Departamentos, los Municipios, las personas jurídicas, las formas asociativas de carácter privado sin ánimo de lucro que sean contempladas en los estatutos, los establecimientos públicos y las empresas industriales y comerciales del estado que reciban autorización. Las cooperativas tienen la siguiente estructura para el desarrollo de sus actividades:

- Asamblea General: es el estamento de máxima autoridad en la administración. Está constituida por todos los asociados o por los delegados de los mismos. La Asamblea establece las políticas y directrices generales de la cooperativa.
- Consejo de Administración: está encargado permanentemente de la administración y dirige la cooperativa.
- Gerente: equivale al administrador de los otros tipos de organizaciones.
- Revisor Fiscal: controla y vigila las actividades de la cooperativa. Existe también una Junta de Vigilancia.

Debe considerarse que las organizaciones de base comunitaria tienen apoyo de un gran número de entidades nacionales que planifican, regulan y vigilan. Las más destacadas son el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial que tiene entre sus funciones la planificación y coordinación de la prestación de los servicios de agua y saneamiento; la Comisión de Regulación, que debe reglamentar la prestación del servicio; la Superintendencia de Servicios Públicos (SSP), que está encargada del control, inspección y vigilancia de las entidades que prestan servicios públicos; los Departamentos, que funcionan como planificadores de los servicios prestando apoyo financiero, técnico y administrativo a las empresas y que debe facilitar la organización de los sistemas como tal; y los municipios, que son responsables directos de la prestación de los servicios.

Es importante identificar la organización que mejor se adapta a las características particulares de cada comunidad. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y en particular la Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico considera que la aplicación más conveniente de las organizaciones para manejar sistemas de agua y saneamiento depende del tipo de comunidad. Las cabeceras municipales pueden funcionar a través de Organización Comunitaria o Administración Directa, los sistemas regionales a través de una Organización Comunitaria o una Administración Pública Cooperativa y las comunidades rurales y pequeñas cabeceras pueden funcionar a través de Organización Comunitaria. Además, para la selección del tipo de estructura organizativa a conformar debe contemplarse el tipo de sistema que se va a manejar.

Experiencias como la del Programa de Abastecimiento de Agua Rural del Valle del Cauca - PAAR indican que para manejar sistemas en comunidades rurales los esquemas administrativos más convenientes son las Juntas Administradoras o las Asociaciones de Usuarios, sin embargo, no se debe descartar la Junta de Acción Comunal, ya que son las organizaciones más comunes en las poblaciones rurales. No obstante, deben separarse de manera clara las actividades relacionadas con la prestación del servicio de abastecimiento de las demás actividades que realizan este

tipo de organizaciones. De manera gráfica, la Figura 16 muestra el esquema organizativo utilizado por las Juntas Administradoras y las Asociaciones de Usuarios.

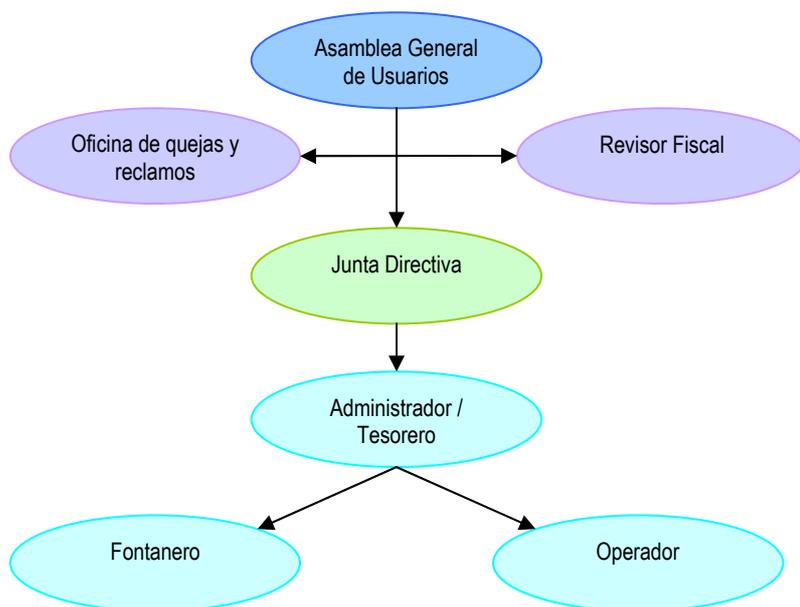


Figura 16. Esquema organizativo de las Juntas Administradoras y las Asociaciones de Usuarios

Estas organizaciones suelen ser las más comunes en la prestación de servicios públicos en comunidades rurales, sin embargo, se deben tener algunas consideraciones para los sistemas de abastecimiento que suministran agua para actividades domésticas y productivas simultáneamente, es decir, para sistemas de uso múltiple. Adicionalmente, deben considerarse las condiciones de las comunidades rurales de alta montaña, cuya distancia con las cabeceras municipales, y más aún con los grandes municipios, ha dificultado su acceso a tecnologías que faciliten el manejo de la información y la contabilidad. Igualmente, deben fortalecerse las capacidades de la comunidad para aprender a cumplir con las exigencias de la Ley.

Para la administración de sistemas de abastecimiento de uso múltiple en comunidades rurales el PAAR ha encontrado que uno de los esquemas más eficientes y de menor costo para los consumidores es una Asociación Comunitaria de Usuarios. Sin embargo, los integrantes del PAAR exponen que para las comunidades más alejadas de las ciudades y con menos recursos se deben tener consideraciones en la parte legal. El PAAR explica que la estructura administrativa de la organización debe ser como se sugiere a continuación:

La Asociación Comunitaria de Usuarios debería conformarse bajo la legalidad que otorga la aceptación de su conformación ante la comunidad, y debería establecerse mediante un documento privado con el fin de prestar el servicio. Este tipo de organización debe tener autonomía administrativa y financiera. Puede tener una duración indefinida, pero se puede disolver por decisión de los asociados, esto es posible debido a que funcionan bajo el principio de participación democrática y todos los asociados tienen igualdad de derechos y obligaciones. Igual que para la Asociación de Usuarios, la Asociación Comunitaria de Usuarios tiene patrimonio variable e ilimitado pero es de responsabilidad limitada, lo que significa que los

asociados no responden con su patrimonio ante deudas y obligaciones contraídas. Una Asociación Comunitaria de Usuarios estaría conformada por los siguientes órganos:

- Asamblea General de Usuarios: se conforma por todos los usuarios del servicio y representa la máxima autoridad de la organización.
- Junta Directiva: se encarga de la dirección de la organización. Está conformada por un presidente, un vicepresidente, un secretario, vocales y dignatarios que fiscalizan las actuaciones de la Junta. Para efectos de un sistema de uso múltiple la Junta debe contar entre sus miembros con un representante de cada sector de la comunidad. Es recomendable que la Junta Directiva esté conformada por un número impar de miembros. Con esto se evita la posibilidad de empates en las votaciones que se realicen.
- Área Administrativa y Operativa: conformada por un tesorero o administrador responsable de administrar y representar legalmente la organización. Además, está conformada por los funcionarios requeridos para administrar, operar y mantener el sistema. La cantidad de funcionarios necesarios en esta área depende del tamaño del sistema. Para sistemas de gran magnitud, además de una secretaria, se requerirán otro tipo de funcionarios y mayor cantidad de operadores. Puede incluirse personal capacitado en actividades productivas para asesorar a la comunidad en estos aspectos.

La máxima autoridad de una Asociación de Usuarios debe ser la Asamblea General de Suscriptores, sin embargo, debe conformarse una Junta Directiva que esté compuesta por presidente, vicepresidente, tesorero, secretario, vocales, y dignatarios como fiscales que representan a la comunidad en la Junta Directiva. Para equilibrar la conformación de la Junta Directiva de la Asociación Comunitaria de Usuarios y darle enfoque de usos múltiples podría considerarse que la Junta esté conformada por un representante de cada uno de los diferentes sectores productivos servidos por el sistema de suministro. Sin embargo, se debe establecer el voto igualitario para cada uno de ellos, esto con el fin de no favorecer ni limitar ninguno de los sectores participantes. De este modo, es posible que cada sector tenga participación activa y voto en las decisiones que se tomen en torno al sistema.

Para la administración de sistemas podría evaluarse la opción de que los prestadores del servicio realicen la labor sin revisión fiscal. En una Asociación Comunitaria de Usuarios los miembros de la comunidad lideran la administración, pero representan las decisiones tomadas por la Asamblea General conformada por todos los suscriptores del sistema. Adicionalmente, es posible reducir costos administrativos debido a la no obligatoriedad de tener revisión fiscal de un experto, lo que no significa que los sistemas que puedan pagarlo no lo tengan. Sin embargo, la administración del sistema debe incluir un representante legal, para esto hay que separar las responsabilidades de la Junta Directiva y particularmente del presidente de la Asociación y del administrador del sistema que actuaría como representante legal. En consecuencia la Junta Directiva, además de los servicios de fontanería, debe contratar los servicios de un administrador. La Asociación Comunitaria propuesta tendría la estructura que se muestra en la Figura 17.

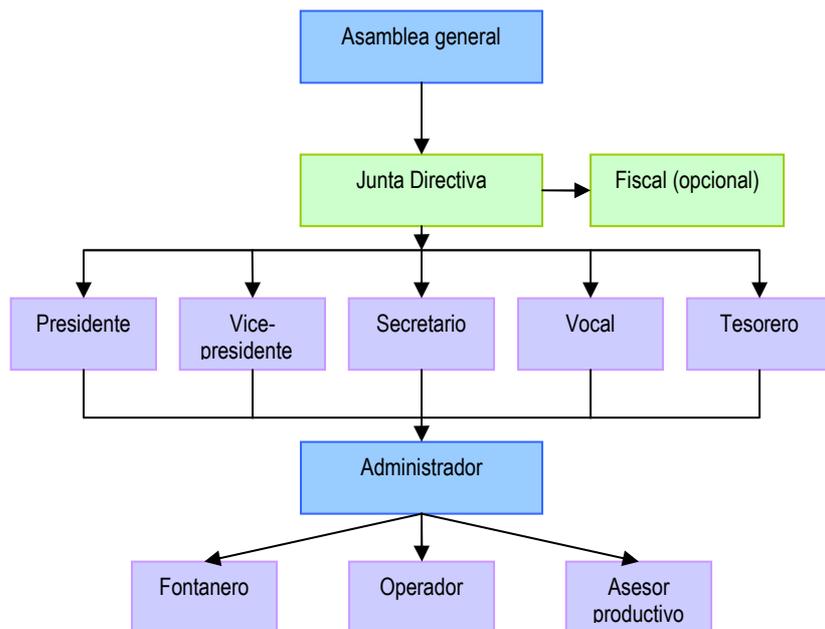


Figura 17. Estructura organizativa propuesta



5.1.1. Selección de organización para manejo de sistemas de abastecimiento de agua para MUS

Para seleccionar el esquema que más se ajusta a las condiciones socioculturales puede utilizarse la matriz que se expone en la Tabla 25. En ella se presentan variables cualitativas que permiten calificar las opciones administrativas según las características comunitarias. A mayor calificación mejores oportunidades para la empresa. La matriz debe ser aplicada a cada tipo de organización y se seleccionaría la organización que mayor calificación obtenga.

Tabla 25. Matriz de calificación de organizaciones prestadoras de servicios

Indicadores		Medición	Valores Posibles	Valores Deseados	Calificación
%	Nombre				
40%	Respaldo de la Administración Municipal	Aceptación del Alcalde para implementación (CM)	10 si CM = Alto	Alto	
			6 si CM = Medio		
			2 si CM = Bajo		
15%	Viabilidad legal y política	Facilidades para implementación (FI)	10 si FI = Alto	Alto	
			6 si FI = Medio		
			2 si FI = Bajo		
15%	Apoyo Institucional	Posibilidad de Reconocimiento y apoyo Externo (RE)	10 si RE = Alto	Alto	
			6 si RE = Medio		
			2 si RE = Bajo		
15%	Autonomía política administrativa	Grado de autonomía política - administrativa (AP)	10 si AP = Alto	Alto	
			6 si AP = Medio		
			2 si AP = Bajo		
15%	Capacidad de respuesta de la organización	Posibilidad de dar solución a situaciones que se presenten (CR)	10 si CR = Alto	Alto	
			6 si CR = Medio		
			2 si CR = Bajo		
Total					

Fuente: Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Cinara, 2006)

La descripción de los indicadores de la Tabla 25 es la siguiente:

- Respaldo de la administración Municipal: este indicador hace referencia al interés y apoyo del gobierno municipal por la forma administrativa propuesta. Se evalúa teniendo en cuenta las opiniones percibidas por la administración municipal (Alcalde y Concejo).
- Viabilidad legal y política: se analizan las facilidades para la creación e implementación de la alternativa institucional propuesta según lo establecido en la Ley 142 de 1994 (Ley de Servicios Públicos).
- Apoyo Institucional: este indicador está dirigido a evaluar la facilidad de la forma organizativa propuesta, para encontrar programas y convenios interinstitucionales (a nivel local, regional y nacional) que complementen las políticas y estrategias de la organización, y la conduzcan a un mejoramiento continuo en la prestación del servicio.
- Autonomía Político Administrativa: se mide el grado de autonomía para la toma de decisiones en la prestación del servicio. Esto implica la posibilidad de realizar procesos de administración sin injerencia de intereses políticos que desvirtúen el criterio social y empresarial atribuido a un servicio público domiciliario.
- Capacidad de respuesta de la organización: este indicador evalúa la sostenibilidad de la forma organizativa propuesta en el caso que la continuidad del servicio se vea afectada. Se hace un análisis de la capacidad que tiene la organización para reaccionar en los aspectos técnicos, sociales e institucionales frente a un problema local.

Cada uno de estos indicadores cuenta con una calificación cualitativa de Alto, Medio y Bajo que numéricamente se expresan con valores de 10, 6 y 2 respectivamente. Además se ha definido una ponderación a cada indicador como lo muestra la tabla anterior. Las ponderaciones pueden variar dependiendo de la importancia de cada ítem para la comunidad. Así mismo, la comunidad podría, en caso de creerlo necesario, incluir otros factores para la selección. Si esto se hace, debe prestarse especial cuidado a la ponderación de los factores ya que la suma de los porcentajes de ponderación no puede exceder el 100%.

Para realizar el cálculo de la calificación total del tipo de empresa a evaluar se aplica la siguiente fórmula a cada indicador:

$$\text{Calificación} = \text{valor asignado} * \text{peso porcentual del indicador (Ecuación 4)}$$

Posteriormente se suman los valores de cada indicador y esta sumatoria es el puntaje total de la forma organizativa evaluada. El puntaje máximo de un tipo de empresa evaluada es de 10.0 puntos.



5.2. Reglamentación para el manejo de sistemas de abastecimiento MUS

Manejo general de los sistemas de abastecimiento

Dependiendo del tipo de sistema es el nivel de compromiso que adquiere la organización administradora y las familias benefactoras ya que la variación más

importante en la administración del sistema, considerando la tecnología utilizada, se presenta en las funciones ejercidas por los empleados encargados del servicio.

La conformación de la Junta Directiva del sistema debe tener reconocimiento ante la comunidad, además deben quedar explícitos tanto los derechos como los deberes de los usuarios y suscriptores. Así mismo, conviene acordar los usos posibles que pueden darse al agua en la localidad, es decir, incluir los usos múltiples del agua. Estos aspectos, así como las funciones de cada miembro, deben dejarse por escrito. Para recoger todas estas normas se realiza un documento que registre las acciones permitidas y obligadas alrededor del sistema. Este documento es denominado comúnmente como Estatutos del Sistema, regularmente se adiciona el nombre del sistema o de la localidad para la cual rige, con el fin de diferenciarlo de los demás. Los estatutos son realizados y ajustados por una comisión, para posteriormente, ser aprobados o modificados por la Asamblea General. Esta comisión puede ser conformada por miembros de la comunidad y asesores particulares. A continuación se relacionan los aspectos que deben tenerse en cuenta para la documentación de las normas que van a el sistema. El reglamento debe ajustarse a los usos múltiples y a las condiciones y características de las localidades.

La administración de un sistema debe ser independiente de la Junta Directiva del mismo. El administrador es un empleado asalariado del sistema, por lo tanto, las tarifas deben contemplar su salario. De igual forma sucede con la persona encargada de las labores secretariales y con la persona encargada de entregar las facturas. De esta misma forma debe hacerse con la persona que se contrate, en caso de hacerse, para la asesoría productiva a la comunidad. La contabilidad de un sistema de uso múltiple debe estar incluida en las tareas de la administración. Debe considerarse que independiente del tipo de organización que se conforme, una estructura administrativa bien constituida permite tener información ordenada, que facilite presentar informes claros y actualizados a la Asamblea General en el momento que así se requiera. Adicionalmente, la información clara permite alertar sobre una potencial insostenibilidad del sistema de abastecimiento. Para garantizar las condiciones laborales de los trabajadores debe instalarse una oficina desde la cual se coordinen las actividades. Los costos de estas instalaciones y de los requerimientos para su funcionamiento también deben ser cubiertos por el recaudo tarifario, así como los costos asociados a las labores de operación y mantenimiento.

Una correcta y eficiente administración en un sistema de uso múltiple genera beneficios adicionales. Se pueden disminuir los conflictos entre los usuarios y sus usos, y entre los usuarios del sistema y los moradores de la cuenca. Para esto, es necesario establecer las reglas por las cuales se gobernará el sistema. Estas reglas, comúnmente se constituyen en los estatutos que definen los lineamientos por los cuales se facilitan y legitiman las acciones enmarcadas en el manejo del sistema. Debe quedar clara la legitimidad de los usos múltiples del agua. Estos lineamientos deben fijarse en torno a todos los aspectos involucrados para la prestación del servicio.

Generalidades contempladas en los estatutos:

Un reglamento de sistemas de uso múltiple debe precisar que el uso permitido para el agua además de las actividades domésticas son las actividades productivas, sin embargo, debe delimitarse la magnitud de estas actividades de tal manera que puedan distinguirse las actividades domésticas, que incluyen pequeñas actividades productivas, de las actividades comerciales e industriales. Debe especificarse la cantidad de tierra permitida para regar, pero considerando la adecuación de los

regantes al tipo de sistema más eficiente, así mismo, debe reglamentarse la cantidad de animales que se permite criar y la forma de abastecimiento para los mismos.

Debe contemplarse que para el abastecimiento de sistemas de uso múltiple no es necesario potabilizar la totalidad del agua entregada. Un cambio en este sentido permite plantear diversos escenarios: el manejo de plantas de tratamiento colectivas para aquellas comunidades con capacidad de gestionar los recursos, pero reflexionando sobre los usos que den al agua y la necesidad de potabilización para todas sus actividades. Potabilizar sólo el agua indispensable mediante sistemas individuales ubicados dentro de las viviendas y que sean de fácil operación. La descontaminación biológica del agua puede hacerse en las viviendas directamente, pero requiere un proceso previo de capacitación. Esta alternativa contribuye con la disminución de los costos de tratamiento. Estos aspectos deben esclarecerse en el momento de la construcción del sistema, pero deben contemplarse siempre para coordinar la administración, operación y mantenimiento, pues de esto dependen las actividades puntuales que deben realizarse. Con esto definido, puede fomentarse, de manera agregada y a través de incentivos y facilidades administrativas, el uso del agua lluvia. El manejo de este tipo de alternativas y formas de tratamiento puede hacerse a nivel de los hogares, pero también podría hacerse desde la organización que presta el servicio. La administración del sistema puede promover campañas entre los usuarios que estimulen la adecuación de las viviendas para la recolección y utilización de aguas lluvias. Estas campañas pueden incluir procesos que permitan a los usuarios la financiación de las adecuaciones, es decir, puede hacerse mediante procesos participativos.

Se debe estipular la obligatoriedad de contar con grifos o llaves terminales o dependiendo del caso, flotadores, en perfectas condiciones, prohibiendo la tenencia de llaves en condiciones que faciliten el desperdicio de agua. Así mismo, la población debe educarse en torno al uso eficiente de agua, para sensibilizarse de la necesidad de cerrar las llaves cuando no se está aprovechando el líquido¹⁶. Igualmente deben tenerse todas las consideraciones en torno a la operación y mantenimiento que requiera el sistema.

Para la inclusión en las normas que rigen los sistemas de uso múltiple debe establecerse el diámetro de las tuberías permitidas para las acometidas domiciliarias. Posiblemente, al incluir las actividades productivas de pequeña escala, el diámetro de la tubería debe ser mayor que el diámetro requerido para suministrar agua exclusivamente para actividades domésticas. Este estatuto dependerá de la capacidad del sistema y de las recomendaciones del diseñador del mismo, quien puede aconsejar a los formuladores de las normas del sistema sobre el diámetro y calidad de la tubería que haría más eficiente el consumo de agua para todas las actividades de las viviendas (domésticas y productivas de pequeña escala). Esta acción también podría ser asesorada por expertos en diseño de sistemas para abastecer de agua para actividades diferentes a las domésticas.

Una vez se ha establecido la magnitud de las actividades permitidas, debe aclararse la disponibilidad que presenta el sistema en cuanto a cantidad de agua aprovechable y capacidad técnica, para determinar la cantidad de suscriptores que pueden atenderse, la viabilidad de que el servicio llegue a las viviendas y la cantidad de agua de la que se puede dotar a cada uno de acuerdo a sus actividades. Debido a estas circunstancias, deben evaluarse los requerimientos del solicitante en cuanto a bebederos, jardines o potreros para decidir la aceptación de una nueva conexión.

¹⁶ Para mayor información puede consultar el documento Uso eficiente del Agua (Cinara, 2004).

En las temporadas de baja precipitación pluvial, se debe garantizar el acceso equitativo al agua. Esto se logra a través de la planificación. En época de sequía se podría restringir la cantidad de cultivos y animales permitidos o establecer turnos sectoriales para el uso del agua. Así mismo, pueden incluirse recomendaciones sobre los tipos de cultivos que se adaptan a cada tipo de suelo y temperatura.

Los estatutos también deben incluir aspectos sobre la cuenca. Puede especificarse que el manejo de la cuenca puede hacerse sensibilizando a la gente de la importancia de cuidar la fuente y reforestar. Adicionalmente, considerar fuentes alternativas diferentes a las tradicionales. Debe dejarse clara la participación de los diferentes agentes que participan en estas actividades ya que también deben colaborar los municipios y entidades responsables a través del manejo integrado del agua. Sin embargo, este trabajo debe gestionarse ante las organizaciones y puede desarrollarse de manera interinstitucional e interdisciplinaria entre las entidades y las comunidades.

Deberes y derechos de los usuarios contemplados en los estatutos:

Independiente del uso que se de al agua, este debe ser eficiente, evitando desperdicios y gastos irracionales. Derivado de esto, debe entenderse que los suscriptores serán responsables de reparar los daños y perjuicios ocasionados por instalaciones domiciliarias defectuosas. Además, los suscriptores deben permitir que el(los) fontanero(s) del sistema visite(n) los predios para inspeccionar las instalaciones domiciliarias y demás estructuras del sistema. Será el fontanero quien se encargue de la manipulación de las estructuras, sin embargo, en casos especiales puede contratarse una persona especializada para hacerlo.

Así como suele suceder con los estatutos de sistemas de abastecimiento para uso doméstico, debe establecerse, que si una propiedad cambia de dueño, se debe informar a la Junta Directiva para el cambio del nombre de registro y sería de vital importancia para el caso de los sistemas de uso múltiple la inspección de las actividades realizadas por el nuevo dueño. Los costos asociados con la prestación del servicio correrán por cuenta del nuevo propietario.

Cada suscriptor debe tener derecho a la prestación del servicio de la mejor forma posible, sin embargo, esto se encuentra asociado al cumplimiento de sus deberes. El suscriptor debe hacer los pagos respectivos para garantizar la sostenibilidad del sistema. Estos pagos se pueden hacer dependiendo de la medición, en caso de existir, o se pueden determinar dependiendo de la magnitud de las actividades de cada suscriptor, la forma de realizar dichas actividades y de las características físicas de las viviendas. Este aspecto se estudia con detalle en el ítem 5.4.

La solicitud de nuevas suscripciones debe seguir el conducto regular que establezca la Junta y debe mencionarse de manera explícita en la normatividad del sistema. Las solicitudes deben hacerse de manera formal y preferiblemente de forma escrita para su aprobación. Esto permite llevar un registro de las solicitudes, de las aprobaciones y de la disponibilidad de expansión del sistema. Así mismo, permite percibir las conexiones ilegales y limitar el funcionamiento del sistema según su capacidad. El análisis de las nuevas solicitudes debe incluir un estudio minucioso de las actividades que realiza el solicitante. Una vez aprobada una solicitud, la notificación de autorización de conexión también podría hacerse de manera escrita para formalizar el proceso. Adicionalmente, debe establecerse el costo que implica para los nuevos suscriptores la conexión. Este valor debe calcularse según los costos asociados a la administración del servicio por conectar al nuevo suscriptor. Las normas deben dejar

claro el monto del valor cobrado o en caso de ser necesario, la variación de los montos a cobrar y las razones de dicha variación. La instalación de grifos internos y los hidrantes para el riego corre por cuenta del suscriptor. Estas acciones complementarias deben ser reguladas y supervisadas por la dirección del servicio para evitar la instalación de elementos diferentes a los de bajo consumo y mayor eficiencia. Adicionalmente, debe aclararse la forma de pago del valor estipulado, para lo cual podrían considerarse facilidades en periodos que pueden estar relacionados con las actividades productivas de los usuarios.

La sostenibilidad de un sistema de abastecimiento, depende del cumplimiento de las obligaciones de los suscriptores. Es importante que los usuarios hagan un uso racional del agua pero también que cumplan con el pago periódico que implica el acceso al servicio. Por esta razón, la normatividad de un sistema de uso múltiple debe considerar castigos para quienes no la cumplen. Comúnmente, este castigo se ve reflejado en el corte del servicio y el cobro de una multa por la demora en el pago que suele reflejarse en un costo asociado a la reconexión. Para un sistema de uso múltiple debe considerarse que cortar el servicio puede tener mayores implicaciones que la suspensión del mismo en un sistema tradicional. El corte del servicio ayuda a la administración del sistema a recaudar la cartera, sin embargo, en un sistema de uso múltiple es común encontrar que los ingresos de los usuarios están directamente relacionados con la posibilidad de usar el agua en sus actividades. Por esta razón, al suspender el servicio en un sistema MUS se limitan aún más las posibilidades de poder obtener los ingresos para pagar por él.

En este sentido, debe formalizarse la periodicidad del pago para determinar la forma de sancionar a quienes incumplen con los desembolsos. En los sistemas de uso múltiple puede presentarse que la periodicidad de los pagos dependa de las cosechas. Así mismo, el incumplimiento del pago debe estar determinado por un número de cosechas sin realizar el pago al sistema. Igualmente, debe decidirse el límite de tiempo de incumplimiento que hace que el usuario pierda el derecho adquirido sobre el sistema y las formas de comunicación de las noticias. La sanción por incumplimiento podría hacerse por medio de multas, cobradas en términos de intereses para los morosos. Adicional a las sanciones por mora en el pago de la obligación, pueden establecerse multas por conexiones fraudulentas. La cuantía de este tipo de multas debe estipularse en las normas del sistema y variar de acuerdo con la capacidad socioeconómica de los usuarios. De esta misma manera pueden sancionarse las personas que alteren las conexiones, aparatos de medición, de control y sellos o alteraciones que impidan el funcionamiento normal del sistema. Para que este tipo de sanciones puedan hacerse efectivas debe estipularse el momento en el que se considera que el usuario está incumpliendo con el pago.

Adicionalmente, debe especificarse que los usuarios del sistema deben participar activamente de las actividades programadas por la administración. Esta suele ser la forma de legitimar las acciones de la Junta Directiva, que debe notificar a los usuarios sus movimientos. Cada usuario debe tener el derecho de expresar su opinión libremente, pero igualmente, debe contribuir con la información requerida por la administración para ayudar a garantizar un buen funcionamiento, operación y mantenimiento. A continuación se mencionan las particularidades del manejo de los sistemas según tipo de sistema.

Sistemas de abastecimiento de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable para múltiples usos tiene una serie de implicaciones administrativas, las principales funciones que debe cumplir la administración del sistema son garantizar la permanente prestación del servicio

mediante la organización eficiente de las labores de personal, compra de insumos, atención a usuarios y manejo contable. Mientras tanto, las funciones de los encargados de la operación y mantenimiento del sistema son operar la planta correctamente, aplicar los insumos necesarios, hacer el mantenimiento tanto a la planta como a las demás estructuras del sistema. Las actividades concretas de fontaneros y operadores serán las que estén consignadas en el manual de operación y mantenimiento de la tecnología utilizada. La complejidad de este manual depende del diseño de la planta y su forma de funcionamiento.

En sistemas donde se suministre agua potable, las funciones de operación y mantenimiento van a estar concentradas en la planta de tratamiento, en la dosificación de los insumos que requiera, el mantenimiento, la manipulación de instrumentos, etc. Sin descuidar el mantenimiento de la línea de conducción y la red de distribución. En este tipo de sistemas, se debe delimitar el campo de acción de la empresa prestadora del servicio, pues es obligación de la empresa operar, mantener y reparar los daños domiciliarios. Esto debe acordarse y anotarse en los estatutos del sistema.

Sistemas de abastecimiento de agua cruda con tratamiento en las viviendas

Para el manejo de este tipo de sistemas, las funciones de los miembros de la administración cambian con respecto a un sistema de agua potable. Al suministrar agua cruda a la población se reducen los requerimientos en insumos y personal de operación y mantenimiento pues no existe planta de tratamiento. Las funciones del personal operativo, serán las de velar por una correcta operación y un adecuado mantenimiento de las estructuras que conforman el sistema colectivo. Mientras las familias se convierten en importantes operadores del sistema ya que se constituyen en las encargadas de manejar las unidades de tratamiento individual de su vivienda. Para lograrlo, la administración del sistema colectivo debe incluir jornadas constantes de capacitación sobre el manejo de los sistemas individuales. Sin embargo, la financiación de este tipo de sistemas puede hacerse de dos formas: a través de la empresa prestadora del servicio colectivo que dote a las familias del sistema o por parte de las familias directamente. Si la financiación se hace a través de la empresa que presta el servicio colectivo, este costo se incluye en los costos de inversión del sistema y su operación y mantenimiento se cobra mediante las tarifas. Esto implica que los sistemas individuales, aunque se encuentren en el interior de la vivienda son propiedad y responsabilidad de la empresa. Por otro lado, la financiación de estos sistemas puede ser por parte de las familias, aunque la empresa puede generar planes de ahorro para facilitar la adquisición de los dispositivos. La forma de financiación de estos sistemas y los planes de ahorro, de existir, deben quedar estipulados claramente en los estatutos para evitar conflictos entre la empresa y los usuarios. En caso de que las familias cubran el costo de las instalaciones, implica que los sistemas serían propiedad de cada familia. En torno a esto debe pensarse que la familia estaría en la obligación de la operación y mantenimiento, sin embargo, puede concertarse con la empresa prestadora para que sea esta la encargada de la operación y mantenimiento de estos sistemas.

Sistemas de abastecimiento que consideran el reuso de aguas residuales y el aprovechamiento de aguas lluvias

Para el manejo de sistemas con estas características deben considerarse los aspectos mencionados antes para los sistemas de agua potable y los sistemas de agua cruda con tratamiento individual según sean las condiciones del suministro. En este

sentido, las consideraciones especiales deben tenerse para el manejo de las aguas residuales y las aguas lluvias.

El manejo de las aguas lluvias debe hacerse desde la vivienda, ya que éste es el lugar de la recolección de este tipo de aguas. Igual que con los sistemas de tratamiento individuales, la financiación de este tipo de infraestructura debe ser por parte de las familias, aunque la empresa puede generar planes de ahorro para facilitar la adquisición de los dispositivos. La forma de financiación y los planes de ahorro, de existir, deben quedar estipulados claramente en los estatutos para evitar conflictos entre la empresa y los usuarios.

De igual forma, el manejo de los sistemas de recolección de aguas lluvias puede ser acompañado, guiado y supervisado por la empresa prestadora del servicio colectivo. Esto depende de la exigencia que exprese la comunidad de hacerlo. En caso de que la comunidad requiera dicha asistencia, esta debe hacerse por medio del fontanero del sistema, que debe estar capacitado para emitir juicios con respecto a la forma de almacenar, distribuir y manejar el agua lluvia.

La forma como se van a manejar los sistemas de recolección de aguas debe establecerse en los lineamientos mediante los cuales se van a controlar estos sistemas. Sin embargo, existe la posibilidad de que algunas personas no requieran acompañamiento para el manejo de las aguas lluvias. Esto también debe estipularse en los estatutos del sistema, en donde se incluya una cláusula que ayude a distinguir los usuarios a los cuales se asesora y los usuarios a los que no. Esta diferenciación también debe verse reflejada en la tarifa, pues quienes requieren asesoría generan mayores costos operacionales que los que no.

El reuso de las aguas residuales puede hacerse de dos formas: a través de un sistema colectivo de recolección, tratamiento y aprovechamiento o a través de un sistema individual en el cual en cada vivienda se haga la recolección, el tratamiento y aprovechamiento de los residuos.

El manejo de un sistema colectivo de recolección de aguas residuales puede hacerse desde la misma organización que presta el servicio de abastecimiento. Esto implica que los costos administrativos de la empresa serían compartidos entre el sistema de abastecimiento y el sistema de saneamiento.

El manejar un sistema colectivo de saneamiento requiere funcionarios operacionales dedicados exclusivamente a esta actividad. Es por eso, que la empresa prestadora del servicio debe contratar personal para realizar estas labores. Las funciones de estas personas estarán concentradas en la operación del sistema de tratamiento y el mantenimiento del mismo, así como de la red de recolección de las aguas y de la red que redistribuya el agua tratada a la comunidad.

Generalmente, los costos exclusivamente administrativos de manejar los dos sistemas serían casi los mismos que los costos de manejar uno solo. En este sentido debe pensarse entonces en los requerimientos operacionales y de mantenimiento para manejar el sistema de saneamiento.

La reutilización del agua residual tratada por parte de la misma comunidad puede ser una labor compleja, pues se requeriría la construcción de una red de redistribución que devuelva el agua tratada a la comunidad. Sería más viable el aprovechamiento de esta agua en predios cercanos al sitio de tratamiento en donde no haya necesidad de la construcción de redes para la distribución del agua.

Los sistemas individuales son construidos en cada vivienda, por tal razón se convierten en una responsabilidad familiar. Sin embargo, debe pensarse que no es conveniente desde el punto de vista administrativo ni de salubridad abandonar a las familias en éste manejo. Se requiere la constante compañía, asesoría y supervisión del fontanero del sistema, quien debe estar capacitado en la operación y mantenimiento de este tipo de sistemas. Un mal manejo puede generar problemas de salud tanto a la familia como a la población en general. Para este acompañamiento, la organización que presta el servicio de abastecimiento y en caso de ser la misma para el sistema de saneamiento, debe contratar los servicios de un fontanero que lleve control de las actividades desarrolladas en cada vivienda. En caso, de no existir una organización comunitaria alrededor de otros servicios, sería entonces conveniente tener un sistema administrativo mínimo para controlar el saneamiento.

Es de suma importancia, para este tipo de sistemas tener capacitaciones constantes a los usuarios sobre los cuidados que deben tener con estos procedimientos, así como, también deben contratarse para las labores de fontanería personas capacitadas en estos aspectos.

En los estatutos de un sistema de abastecimiento con estas características deben aclararse las funciones del personal encargado de la supervisión de las estructuras de tratamiento domiciliarias. Además, deben detallarse las obligaciones de la organización prestadora del servicio y de los usuarios tanto para los sistemas colectivos como para los casos en que el servicio sea individual. Entre otras cosas, debe precisarse si la empresa es la responsable de hacer las reparaciones a estos sistemas o si son las familias quienes tienen esta obligación con la asesoría de la empresa. Esta decisión debe ser tomada en el momento de establecer los estatutos.

Los aspectos relacionados con las conexiones, reglas de manejo, obligaciones y derechos de los usuarios con respecto a los sistemas de saneamiento, tal como se hace para los sistemas de abastecimiento, deben definirse en los estatutos que rigen la organización que presta el servicio. Si la misma organización presta ambos servicios, deben incluirse en los mismos estatutos las reglas de funcionamiento para ambos servicios.



5.2.1. Administración de sistemas de uso múltiple

La cantidad de personas que deben contratarse para realizar las actividades de administración, operación y mantenimiento depende de la magnitud del sistema a operar. El personal para administración depende de la cantidad de usuarios del sistema. Mientras más usuarios sean beneficiarios más personal se requiere para manejarlo. De igual forma sucede con el personal para realizar las actividades de operación y mantenimiento, la cantidad de personas a contratar depende del tipo y tamaño del sistema y del tamaño de la población benefactora. En la Tabla 26 se muestra la cantidad de personas requeridas para la administración de un sistema de acuerdo con el número de usuarios del mismo.

Tabla 26. Personal requerido para administración de sistemas de acuerdo con tamaño de la población

Número de Habitantes	Dedicación personal de Administración
500 – 2000	Un administrador, dos horas diarias Un tesorero, dos horas semanales Un contador, un mes al año
2001 – 7500	Un administrador, medio tiempo Un auxiliar administrativo, medio tiempo Un contador, una semana al mes
7500 – 15000	Un administrador, medio tiempo Un auxiliar administrativo, tiempo completo Un contador, medio tiempo
15000 - 50000	Un administrador, tiempo completo Un auxiliar administrativo, tiempo completo Un contador, medio tiempo

Fuente: Tamayo, 2006

Además de la cantidad de personas encargadas del manejo de un sistema debe considerarse la capacidad de ese personal para desarrollar el trabajo. Los sistemas con gran número de usuarios probablemente requerirán personal más capacitado para administrarlo debido a que se vuelven más complejos. Esto se logra con la contratación de personas con estudios relacionados, esto incluye personas con título de bachiller comercial. Así mismo, dependiendo de la tecnología utilizada para el tratamiento son los requerimientos de capacitación del personal para las labores de operación y mantenimiento.

Para acompañar y guiar a las familias en el manejo de los sistemas individuales, en caso de que así se decida, se debe llevar control de las actividades, para esto el fontanero encargado debe tomar nota de las actividades que alrededor del sistema se llevan a cabo en cada vivienda. En la Tabla 27 se observa un formato que puede utilizarse para llevar control de las actividades que realizan las familias de la zona en torno a su sistema de tratamiento individual. De acuerdo con los resultados obtenidos del procesamiento periódico se deben realizar acciones. En caso de que los resultados no sean positivos deben plantearse jornadas de fortalecimiento de capacidades. Debe recordarse que los costos de estas actividades deben cubrirse vía tarifas.

Tabla 27. Formato de control de mantenimiento de sistemas de tratamiento individual

Vivienda	Responsable	Estado			Periodicidad de mantenimiento
		Bueno	Regular	Malo	

Como base para operar y mantener los sistemas la Tabla 28 muestra las particularidades a las que debe prestarse atención en cada tipo de estructura.

Tabla 28. Tareas de operación y mantenimiento de sistemas para prestación de servicios públicos

Estructura	Tareas Diarias	Tareas Periódicas	Tareas Eventuales	Responsable *	Herramientas/Equipos/Insumos
Sistemas colectivos					
Bocatoma		Limpieza		Fontanero	herramienta menor
Equipo de bombeo	Inspección general de equipo de bombeo, tablero de control y niveles de agua (diario);	chequeo ruidos y vibración; limpieza equipos, verificación calidad aceites de los motores y de las instalaciones eléctricas (mensual);	Alineación motores de las bombas (anualmente); verificación funcionamiento y operación válvulas de cheque (cada 6 meses).	Fontanero, con eventual ayuda de técnico	herramienta menor; Energía o combustible; Eventualmente repuestos; lubricantes
Desarenador	Inspección visual y movimientos de válvulas	Retiro de sedimentos limpieza estructura (interna y externa); revisión estado físico y de funcionamiento (caudal, rebose, fugas, etc.);	pintura y lubricación de accesorios (válvulas, compuertas).	Fontanero	herramienta menor (palas, palustres, cepillos metálicos); materiales como postes, mallas o alambres para el cerramiento del área de la estructura
Conducción	Recorrido línea; limpieza caja de válvulas	Inspección y operación válvulas de purga, ventosa y otras estructuras (cámaras de quiebre de presión); revisión fugas;	evaluación estabilidad del terreno; protección tubería contra la intemperie control de presiones (mediciones)	chequeo de conexiones clandestinas	Fontanero; herramienta menor (picas, palas, etc.); contratación obras (cuando sea necesario); disponibilidad de accesorios (codos, válvulas, uniones, etc.) y tuberías;
FGDi	Control turbiedad; Revisión grava	Limpieza	Retiro y limpieza de grava	Fontanero*	Grava para Reposición; agua limpia; herramienta menor
FGAS	Control caudal entrada; Control turbiedad; Retiro material flotante; Control perdida de carga	Limpieza	Revisión tubería entrada; Retiro y limpieza de grava	Fontanero*	Grava para Reposición; agua limpia; herramienta menor
FLA	Control caudal entrada; Control turbiedad; Retiro material flotante; Control perdida de carga	Limpieza Canaleta y cámaras entrada	Raspado; Retiro y limpieza de arena; Rearenamiento	Fontanero*	Arena para Reposición; agua limpia; herramienta menor
Tanque almacenamient	Cierre y apertura de	Lavado y desinfección	Mantenimiento de válvulas y	Fontanero	Herramienta menor; insumos químicos.

Estructura	Tareas Diarias	Tareas Periódicas	Tareas Eventuales	Responsable *	Herramientas/Equipos/Insumos
o	válvulas (entrada y salida); control de llenado y desocupado; retiro de sedimentos.		accesorios (pintura y lubricación); revisión de flotadores (si existen), tuberías de rebose y lavado; chequeo de niveles en el tanque; detección y control de filtraciones;		
Desinfección	Preparación de soluciones Control de la dosis Control de caudal de agua	Limpieza de dosificador		Fontanero	Hipoclorito de sodio o calcio
Bandejas de aireación	Control de caudal	Limpieza		Fontanero	Reposición de bandejas y material de contacto (si existe); herramienta menor
Red de distribución	Operación por sectores; cierre y apertura de válvulas; registro de presión y mantenimiento general	Localización y clasificación de daños; detección y control de fugas; control contaminación redes; reparación daños; drenaje y limpieza cajas; engrase mecanismos de operación.	renovación tuberías (por edad o estado de funcionamiento); revisión hidrantes; verificación funcionamiento de la red	Fontanero, eventualment e personal técnico calificado;	equipos y herramienta menor; disponibilidad de tuberías y accesorios; equipos de detección y control de fugas;
Sistemas individuales					
Filtro casero		Lavado del filtro	Reposición de la arena	Persona en la vivienda	Arena para reposición Agua para lavado; solución de cloro eventual
Solar con botellas	Exposición de botellas a luz solar	Lavado de las botellas		Persona en la vivienda	Papel aluminio, botellas para reposición
Solar con cocina		Lavado de ollas		Persona en la vivienda	Reposición de componentes (cajas, material aislante, material reflectivo)
Ebullición	Calentamiento del agua a desinfectar			Persona en la vivienda	Ollas con tapa; Energía eléctrica, leña. Carbón, algún combustible; estufa o fogón
Cloración	Dosificación de hipoclorito de calcio o lejía;	Preparación de soluciones; lavado de		Persona en la vivienda	Solución de cloro, comparadores, recipientes

Estructura	Tareas Diarias	Tareas Periódicas	Tareas Eventuales	Responsable *	Herramientas/Equipos/Insumos
	Chequeo del residual	recipientes			
Sistema Agua lluvia		Limpieza de techos, lavado del tanque de almacenamiento, limpieza de canales y bajantes	Acondicionamiento de techos, canales y bajantes	Persona en la vivienda	herramienta menor; accesorios, canales, bajantes para reposición
Bomba manual		Chequeo de funcionamiento	Reposición de componentes	Persona en la vivienda	herramienta menor; tubería, accesorios
Tanque séptico		Control de vectores	Chequeo altura de lodos: inspección de fugas, dispositivos de entrada: extracción de lodo	Persona en la vivienda	Insumos para control de vectores; herramienta menor; cada 5 años equipo para retiro de lodo
Filtro intermitente en arena		Limpieza: chequeo del flujo; raspado de la arena	Reposición del medio filtrante	Persona en la vivienda	herramienta menor; arena
Humedal de Flujo superficial	Chequeo del flujo	Limpieza de estructuras de entrada y salida: corte de la vegetación		Persona en la vivienda	Vegetación; herramienta menor;

* En ocasiones se requiere apoyo de otros miembros de la comunidad para las labores eventuales de desocupar el filtro y reacondicionar el lecho filtrante

* Puede requerirse eventual apoyo de miembro de la institución de desarrollo



5.3. Costos asociados con la prestación del servicio

Poner en funcionamiento una estructura organizativa implica unos costos que están asociados a la administración, operación y mantenimiento. Estos costos dependen del tipo de sistema de abastecimiento, de la cantidad de usuarios del sistema y del sistema administrativo.

Debe considerarse que el valor asignado a cada requerimiento depende de los valores del mercado del cual se vaya a hacer el suministro. Para el caso de los insumos, debe considerarse, de ser necesario, el pago del transporte. Para calcular los costos asociados al personal se pueden tomar como valores de referencia las remuneraciones de cargos similares en localidades aledañas, adicionalmente debe especificarse el tipo de contrato a celebrar, la cantidad de tiempo asignado a cada trabajador y la forma de pago por el trabajo. Para calcular los valores con exactitud y no olvidar ningún ítem, deben equipararse los valores a los requerimientos contables que exige el Plan Único de Cuentas - PUC. Este plan busca la uniformidad en el registro de las operaciones económicas realizadas con el fin de permitir la transparencia de la información contable y por consiguiente, su claridad, confiabilidad y comparabilidad. El PUC está compuesto por un catálogo de cuentas y la descripción y dinámica para la aplicación de las mismas, las cuales deben observarse en el registro contable de todas las operaciones o transacciones económicas.



5.3.1. Cálculo de los costos de un sistema MUS

Debe considerarse que no todas las empresas deben cumplir con todas las cuentas incluidas en el PUC. Actualmente existen 15 PUC's. El número 15 es un Plan Único de Cuentas especial para entes prestadores de servicios públicos domiciliarios, esto permite calcular tanto los costos administrativos como los costos de operación y mantenimiento según está estipulado en la Resolución 287 de 2004¹⁷.

Las cuentas que se deben costear dependen del tipo de servicio y la tecnología utilizada. El monto de esas cuentas depende a su vez del tamaño de la población servida. En las Tablas de la 29 a la 34 se numeran y describen los componentes de las posibles tecnologías.

Tabla 29. Resumen de sistemas con potabilización colectivo

No.	Componentes del sistema							
1	Bocatoma	Desarenador	Filtro Grueso Dinámico	-----	Filtro Lento en Arena	-----	Cloración	Tanque de almacenamiento
2	Bocatoma	Desarenador	Filtro Grueso Dinámico	Filtro Grueso Ascendente en Capas	Filtro Lento en Arena	-----	Cloración	Tanque de almacenamiento
3	Bocatoma	Desarenador	Filtro Grueso Dinámico	Filtro Grueso Ascendente (2)	Filtro Lento en Arena	-----	Cloración	Tanque de almacenamiento
4	Bocatoma	Desarenador	Filtro Grueso Dinámico	Filtro Grueso Ascendente (3)	Filtro Lento en Arena	-----	Cloración	Tanque de almacenamiento
5	-----	Bomba	-----	Bandejas de aireación	-----	Filtro Rápido	Cloración	Tanque de almacenamiento
6	-----	Bomba	-----	Bandejas de aireación	Sedimentador	Filtro Rápido	Cloración	Tanque de almacenamiento

Tabla 30. Resumen de sistemas crudo colectivo + Tratamiento en la vivienda

No.	Componentes del sistema				
	Colectivo			Vivienda	
7	Bocatoma	Desarenador	Tanque de almacenamiento	Filtro Casero	Desinfección botellas
8	Bocatoma	Desarenador	Tanque de almacenamiento	Filtro Casero	Cocina solar
9	Bocatoma	Desarenador	Tanque de almacenamiento	Filtro Casero	Cloración
10	Bocatoma	Desarenador	Tanque de almacenamiento	Filtro Casero	Ebullición
11	-----	Equipo de Bombeo	Tanque de almacenamiento	-----	Desinfección botellas
12	-----	Equipo de Bombeo	Tanque de almacenamiento	-----	Cocina solar
13	-----	Equipo de Bombeo	Tanque de almacenamiento	-----	Cloración
14	-----	Equipo de Bombeo	Tanque de almacenamiento	-----	Ebullición

¹⁷ Para mayor información puede consultarse el PUC para las empresas prestadoras de servicios públicos que permiten calcular los costos de administración, operación y mantenimiento. Sin embargo, las principales cuentas que deben considerarse están resumidas en la Resolución 287 de 2004.

Tabla 31. Resumen de sistemas de captura aguas lluvias en la vivienda

No.	Componentes del sistema					
15	Cubierta de la vivienda	Canaleta	Tanque	Separador primer enjuague	-----	-----
16	-----	-----	-----	-----	Superficie especial	Reservorio
17	Cubierta de la vivienda	Canaleta	Tanque	Separador primer enjuague	Superficie especial	Reservorio

Tabla 32. Resumen de sistemas de tratamiento de agua residual en la vivienda para fines de reuso

No.	Componentes del sistema	
18	Tanque séptico	Humedal de Flujo Libre o Superficial
19	Tanque séptico	Filtro Intermittente en Arena

En el Anexo 1 se encuentran resumidas las cuentas del PUC que deben considerarse para calcular los costos de cada una de las alternativas aquí planteadas. En estas Tablas se muestran con detalle los aspectos que se deben tener en cuenta para cada ítem. Es importante recalcar que la cuenta número 5 se debe calcular por separado para las labores administrativas como para las actividades de operación y mantenimiento. Por su parte los ítems de la cuenta número 7 se deben calcular para los costos de producción del servicio que se presta. Es posible que para todos los sistemas no se deban cumplir todas las subcuentas del PUC, sin embargo, deben evaluarse según la forma organizativa, el tamaño de la población y el tipo de contratación del personal. A medida que la empresa es más grande, tiene mayor cantidad de personal y debe cumplir la mayor cantidad de cuentas. Esto no es común que suceda en zonas rurales.



5.4. Tarifas por la prestación del servicio

La metodología tarifaria en Colombia está definida en la Ley 142 de 1994 en la cual se establecen las condiciones para determinar las tarifas de acuerdo con las características socioculturales de las localidades. Así mismo, expone que los cálculos tarifarios que deben efectuar las entidades prestadoras de servicios públicos son los dispuestos por la comisión de regulación encargada de reglamentar los sistemas de agua y saneamiento. Es así como la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico es la que ha dispuesto la metodología para el cálculo de tarifas a través de la Resolución 187 de 2004.

Estas normatividades determinan que las tarifas deben estar enmarcadas en los siguientes criterios: eficiencia económica, neutralidad, solidaridad y redistribución, suficiencia financiera, simplicidad y transparencia.

- Eficiencia económica: las tarifas no pueden trasladar al usuario los sobrecostos que genera una mala gestión y administración. Los usuarios no son responsables si esto llega a suceder.

- Neutralidad: cada consumidor tiene derecho a tener un tratamiento tarifario igual que cualquier otro que ocasione costos iguales al prestador del servicio.
- Solidaridad y redistribución: los usuarios de estratos altos y comerciales e industriales, mediante el pago de mayores tarifas y a través de fondos de solidaridad y redistribución, ayudarán a los usuarios de estratos bajos a cubrir los costos de sus consumos básicos.
- Suficiencia financiera: el recaudo de las tarifas debe garantizar la recuperación de los costos asociados con la administración, operación, mantenimiento, expansión, reposición y rehabilitación.
- Simplicidad: las fórmulas tarifarias se elaboran de tal manera que sea de fácil comprensión, aplicación y control.
- Transparencia: las tarifas serán explícitas y de conocimiento público.

Adicionalmente, se establece que las tarifas están compuestas por tres tipos de cargos: cargo fijo, cargo por consumo y cargo por conexión. Cada uno de estos cargos está compuesto por algunos de los costos asociados a la prestación del servicio.

Cargo fijo: está compuesto por el costo asociado a la administración y comercialización del servicio.

Cargo por consumo: está compuesto por los costos de operación, mantenimiento, expansión, reposición y rehabilitación del servicio.

Cargo por conexión: está compuesto por los costos asociados con la conexión de los usuarios al sistema. Adicionalmente puede incluirse en la tarifa un costo por reconexión e intereses por mora.

La metodología tarifaria que establece la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico en la Resolución 187 de 2004 establece que las tarifas se determinan según el tamaño de la población objetivo. En las zonas rurales, la mayoría de las poblaciones se encuentra en la categoría de menos de 2.500 usuarios, lo que facilita el cálculo de las tarifas según la metodología tarifaria.

Sin embargo, debe considerarse que en localidades en donde no se mide el consumo, las tarifas deben determinarse de manera única. No obstante, en estas localidades también pueden fijarse tarifas únicas por nivel socioeconómico. A continuación, se relacionan algunos criterios que podrían tomarse en cuenta para la fijación de tarifas en sistemas de uso múltiple. En algunos puntos estos criterios no se ajustan a la metodología tarifaria regente en Colombia, pero permite la fijación de tarifas que impliquen justicia en los cobros permitiendo el uso del agua para múltiples actividades.

Tarifas con medición

Comúnmente, para los sistemas con micromedición, la tarifa está conformada por el cargo fijo más el consumo básico (de 0 a 20 m³), y en caso de existir, por el consumo complementario (de 20 a 40 m³) y por el consumo suntuario (de 40 m³ en adelante). El cálculo del valor del metro cúbico de agua básico depende de los costos de operación y mantenimiento y de los costos de inversión. El valor del metro cúbico de agua para el consumo complementario y el consumo suntuario equivale al valor del

metro cúbico de agua básico por un factor determinado. Este factor suele ser un incremento del 20% con respecto al metro cúbico básico. Adicionalmente, en comunidades que presentan estratificación, el valor del metro cúbico básico se convierte en un factor del metro cúbico del estrato intermedio. Esto implica que los estratos más altos con mayores aportes compensan el valor de los estratos más bajos. La estratificación de las localidades está determinada por el Departamento de Planeación Municipal de las administraciones locales, pero en caso de no existir clasificación, y de considerarse necesario distinguir las viviendas, la estratificación puede hacerse a partir de una clasificación de las viviendas según sus características físicas o según indicadores de pobreza que se definirán más adelante. Es importante, recalcar que las tarifas deben definirse bajo la claridad de los costos de administración, operación y mantenimiento del sistema.

Para sistemas de uso múltiple debería considerarse el incremento del cargo básico de 20 a 30 m³ (para considerar el uso doméstico y el de las actividades agrícolas y pecuarias de subsistencia) y considerar de ahí en adelante el consumo complementario cobrando por cada metro cúbico adicional el valor del metro cúbico básico más un porcentaje del mismo. Estos 30 m³ de agua surgen de calcular dotaciones por persona de 200 l/hab*día para cubrir las actividades domésticas de la familia rural y las actividades productivas que ellas realizan, suponiendo familias rurales compuestas por 5 personas (Cinara, 2006).

El cargo fijo de un sistema depende de los costos administrativos del mismo, mientras el cargo por consumo depende de los costos de operación, mantenimiento e inversiones. Si los sistemas son construidos con recursos provenientes de donaciones no debe considerarse la recuperación total de la inversión sino los costos que implica la reparación del sistema en caso de daños y los costos asociados a la reposición del mismo. Se calcula que el valor a recuperarse para estos aspectos debe estar entre el 9 y el 14%¹⁸ de la inversión inicial.

Tarifas sin medición

En muchas comunidades la implementación de medidores es una tarea compleja debido a que la calidad del agua no es la adecuada para garantizar un óptimo funcionamiento de los medidores y a que los costos de instalación de los aparatos es alta de acuerdo con la capacidad de pago de los pobladores. Así mismo, la operación y mantenimiento de los mismos implica incurrir en costos administrativos relacionados con la adecuación y lectura de los mismos. Por esta razón es necesario considerar sistemas tarifarios que no estén condicionados a la medición del agua consumida en las viviendas. En esta instancia del documento se presentan algunos criterios para calcular tarifas sin la obligación de instalar medidores.

Para un sistema de uso múltiple sin medición podría clasificarse el consumo según el uso dado al agua en la localidad, la forma de utilización del agua, el tipo de actividades realizadas y las características físicas de las viviendas.

Para clasificar el uso del agua debe definirse el uso doméstico (incluyendo actividades de subsistencia), el uso comercial, el uso industrial y el uso oficial y especial.

El uso doméstico tradicional está definido por el uso del agua exclusivamente para las actividades de la vivienda, tales como aseo y cocinar. Sin embargo, para las zonas rurales se considera que las actividades productivas de pequeña escala

¹⁸ Valores utilizados por el PAAR y por Emcali.

realizadas en las viviendas de la zona rural, también son actividades domésticas de las zonas rurales. Se considera para estos efectos que actividades a pequeña escala son criaderos de animales con no más de 5 cerdos, 20 gallinas y 2 vacas o lo que sea correspondiente en caso de presentarse otros animales. También se consideran actividades a pequeña escala cultivos de máximo 2/3 de hectárea¹⁹.

El uso comercial e industrial está relacionado con el consumo de agua para actividades productivas de gran escala. Actividades articuladas con el comercio y con la industria y cuyas labores no se desarrollan a nivel de las viviendas sino que tienen destinado un lugar especial para su realización. El uso oficial y especial está determinado por el uso del agua en instituciones de carácter gubernamental como puestos de policía, alcaldías, puesto de salud, hospitales, etc.

Por otro lado, y debido a la inexistente estratificación en las zonas rurales, las comunidades de acuerdo con sus conocimientos, pueden estratificar la localidad según las características físicas de las viviendas. La cantidad de agua consumida de acuerdo con la capacidad podría determinarse por la cantidad de grifos existentes. Este sería un factor incidente para establecer la tarifa de un sistema de uso múltiple sin medición.

Otro factor de incidencia en la tarifa de un sistema MUS es el uso dado al agua en la vivienda. Debe diferenciarse además de las características físicas de la vivienda, el uso que dan al agua en cada una de ellas. Debe haber diferenciación de las viviendas con gran área con actividades productivas y las viviendas con grandes áreas que no las tienen y de igual forma para viviendas en otras condiciones. En este sentido, la tarifa debe variar de acuerdo, no solo con las características físicas, sino también con las actividades que realizan con el agua. Debe considerarse que consume más agua una vivienda que tiene actividades productivas a una que no las tiene, pero así mismo, consume más agua una vivienda con más animales y cultivos que una con menor cantidad.

Adicionalmente, debe considerarse en el cobro de la tarifa la forma de utilización del agua, pues el consumo de agua en una vivienda depende del tipo de bebederos de los animales y el sistema de riego de los cultivos. Para evitar estas diferenciaciones la organización que maneja el sistema puede sugerir y promover cambios a sistemas de uso eficiente del agua. La organización debe conllevar al uso de bebederos con dispensador que se active al contacto del animal y sistemas de riego localizado que incrementan la efectividad y disminuyen de manera importante la cantidad de agua utilizada. Por otro lado, también debe promover la racionalización del agua para actividades de limpieza. Esto puede hacerse a través de capacitaciones sobre actividades de producción más limpia y uso eficiente, fortaleciendo las capacidades de tal manera que sea posible reducir el consumo de agua.

Por otra parte, las tarifas de sistemas de uso múltiple sin medición deben considerar los diferentes tipos de cultivos y animales, pues dependiendo de sus características son también sus requerimientos del líquido. En la sección 1.1 de esta guía se mencionan los requerimientos de agua por unidad de cultivo y de animal.

Para aplicar estos criterios y obtener tarifas justas y de acuerdo con las actividades de cada vivienda en la zona rural, debe realizarse previamente un censo que permita identificar: las características físicas de las viviendas, la magnitud de las actividades

¹⁹ Estos valores fueron los establecidos como promedio a través del estudio realizado en marco del proyecto Usos Múltiples del Agua como estrategia para enfrentar la pobreza (Cinara, 2006)

realizadas, la forma de utilización del agua y los requerimientos tanto de los diferentes tipos de animales y cultivos.

También deben considerarse, para la adjudicación de las tarifas, las demás actividades que realicen las viviendas y que no sean incluidas como actividades domésticas. Estas actividades deben considerar las piscinas, los lagos, etc. Así mismo, los predios cuyas características sean comerciales o industriales deben tener una tarifa diferencial, pues al catalogarse de esta manera implica que el desarrollo de las actividades, independiente del tipo de actividad, requiere mayor cantidad de agua que la requerida por las actividades domésticas rurales.

Para calcular las tarifas deben considerarse, además de los criterios mencionados, los costos asociados al manejo del sistema. Es necesario indicar que no es posible establecer una tarifa para cada usuario, por lo cual deben considerarse tarifas promedio según los usos, magnitudes de actividades, formas de utilización del agua y los tipos de animales y cultivos. Podrían establecerse rangos de actividad en cada localidad y de acuerdo con esto implantar tarifas cuyos recaudos permitan cubrir los costos asociados al sistema permitiendo su sostenibilidad. Los rangos de tarifas que se establezcan deben empezar por las viviendas de menor capacidad y sin actividades productivas e irse incrementando de acuerdo con los factores de incidencia mencionados. Puede establecerse como tarifa mínima la que garantice cubrir los costos administrativos, sin embargo, la tarifa también puede calcularse suponiendo algún tipo de subsidio por parte de quienes tienen más actividades a quienes no las tienen.

Para estratificar las viviendas de las localidades, podrían aprovecharse las asambleas realizadas por la organización que presta el servicio. A estas asambleas deben asistir los usuarios que podrían decidir, a través de votaciones y el conocimiento existente de las actividades de cada quien, cómo se deben distribuir las tarifas, cuáles son los rangos de tarifas que se van a fijar y cuáles viviendas se deben asignar a cada rango de tarifas. En este proceso también debe participar el fontanero del sistema, pues su trabajo genera gran conocimiento de la zona, de las viviendas y de las actividades de los pobladores. Adicional a esto, pueden considerarse para la estratificación de las localidades, los niveles de pobreza de la población. Este aspecto se evaluará en el principio 6.



5.4.1. Cálculo de tarifas para sistemas MUS

Para calcular las tarifas de la forma establecida se debe considerar la siguiente metodología. Para sistemas con medición la tarifa se calcula según la metodología determinada. Para esto se requiere calcular el cargo fijo y el cargo por consumo. En donde el cargo fijo está dado por:

$$\text{Cargo fijo} = \text{CMA} * F_i$$

(Ecuación 5)

Donde CMA es el Costo Medio de Administración cuya fórmula de cálculo depende de la cantidad de usuarios del sistema y F_i es el factor de subsidio o sobreprecio que depende de la estratificación de la localidad. Cuando en la localidad no hay clasificación por estratos F_i es igual a 1. El cálculo de los costos medios de administración, así como de los costos medios de operación y mantenimiento y los

costos de inversión están definidos, según el tamaño de la población, en la Resolución 287 de 2004. Por otra parte, el cargo por consumo está dado por:

$$\text{Cargo por consumo} = \frac{\text{Suma de costos de operación, mantenimiento e inversión anuales}}{\text{m}^3 \text{ producidos al año} * (1 - \% \text{ de pérdidas})}$$

(Ecuación 6)

Este sistema tarifario es utilizado con mayor frecuencia en sistemas que suministran agua potable mientras que los sistemas que abastecen a la comunidad con agua cruda no utilizan la medición como medio de control. Esto se debe principalmente a que los costos de manejar correctamente un sistema de agua potable son mayores exigiendo un mayor control en el uso del agua y hacer más eficiente el cobro de las tarifas. Adicionalmente, los medidores de consumo de agua requieren una adecuada calidad del agua para trabajar bien. Los sistemas de suministro de agua cruda no tienen la calidad de agua apropiada para el normal funcionamiento del medidor lo que hace que estos permanezcan en mal estado. Esto, además de generar problemas para la medición, incrementa los costos tanto para la empresa prestadora del servicio como para las familias ya que se incrementan los gastos en operación, reparación, reposición y mantenimiento de los aparatos.

Adicional a esto, y principalmente para los sistemas en los cuales no hay medición, para garantizar la justicia de las tarifas según los criterios mencionados antes se pueden construir las tarifas a partir de rangos. Estos rangos se pueden diferenciar como lo muestra la Tabla 33, que implica una estratificación de la población según las actividades que realiza. Es importante recalcar, que el valor de cada rango de tarifas depende de los costos asociados al sistema.

Tabla 33. Orden en el que se deben incrementar las tarifas según la actividad realizada

Actividad			
Uso doméstico tradicional			
Uso doméstico tradicional	Animales		
Uso doméstico tradicional		Cultivos	
Uso doméstico tradicional	Animales	Cultivos	
Uso doméstico tradicional			Lagos, Piscinas
Uso doméstico tradicional	Animales		Lagos, Piscinas
Uso doméstico tradicional		Cultivos	Lagos, Piscinas
Uso doméstico tradicional	Animales	Cultivos	Lagos, Piscinas
Uso Oficial y Especial			
Uso Industrial			
Uso Comercial			

Adicional al orden que describe la Tabla 33 para el incremento de las tarifas según las actividades, se debe pensar en las posibles combinaciones de animales, cultivos y demás actividades, considerando la cantidad de cada especie de animal, el área de cultivo, el tipo de cultivo, los requerimientos de agua de cada tipo de cultivo y la forma de riego. Se debe considerar que las combinaciones se deben ir incluyendo en la Tabla de manera ascendente, es decir, cada que se incremente la cantidad de animales y/o cultivos se debe adicionar en la Tabla 33 a la posición que corresponda. La Tabla 34 muestra un ejemplo de los rangos de animales y áreas cultivadas que se podrían considerar como de pequeña escala para calcular las tarifas. De acuerdo a

estas cantidades de animales podrían hacerse las combinaciones. Los cultivos deben complementarse con el tipo de cultivo, el tipo de suelo y la forma de riego. Esto depende de las características particulares de las localidades.

Tabla 34. Rangos de animales y áreas cultivadas para calcular tarifas en sistemas MUS

Animales			Cultivos
1 - 5 gallinas / pollos	1 - 5 cerdos	1- 5 vacas	1/2 hectárea
6 - 20 gallinas / pollos	6 - 15 cerdos	6 - 10 vacas	2/3 hectárea
21 - 50 gallinas / pollos	16 - 30 cerdos		1 hectárea
			2 hectáreas

Un aspecto importante a considerar para el cobro de las tarifas es la estacionalidad del ingreso. En comunidades rurales en las que el ingreso depende directamente de las actividades productivas, las veces o periodos de recepción de pagos están estrechamente ligados a la recolección y venta de las cosechas y/o la crianza de los animales. Por lo tanto, la periodicidad de pago de las tarifas debería acordarse de acuerdo con estos periodos para intentar disminuir la probabilidad de que se genere morosidad. Estos periodos deben ser acordados por la comunidad y la organización prestadora del servicio en cada localidad pues depende del tipo de actividad realizada en la zona.

6. Un proyecto de usos múltiples del agua debe considerar la reducción de la pobreza y el enfoque de género

Para planificar un sistema de uso múltiple es indispensable considerar dos aspectos fundamentales: la reducción de la pobreza y el enfoque de género. A través de estas estrategias se busca que exista igualdad entre hombres y mujeres y equidad en la distribución de los recursos, tanto para el manejo del sistema como para el control del agua.



6.1. Establecer las condiciones socioeconómicas de los hogares

Además de los aspectos mencionados en el principio 5 para el cálculo de las tarifas e independiente de la presencia de medición o no, hay indicadores que pueden determinar el nivel de vida de los individuos. Estos son los indicadores de pobreza que permiten medir el nivel de pobreza de los individuos que habitan una comunidad. En Colombia, los indicadores usados con mayor frecuencia son el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), el Índice de Condiciones de Vida (ICV) y la línea de pobreza. Establecer estos indicadores puede ayudar a la redistribución de los recursos a través de la estratificación de las viviendas y esto contribuye con la reducción de la pobreza.

El NBI busca determinar, con ayuda de algunos indicadores simples, si las necesidades básicas de la población se encuentran cubiertas. Los grupos que no alcancen un umbral mínimo fijado son clasificados como pobres. Los indicadores seleccionados son: viviendas inadecuadas, viviendas con hacinamiento crítico, viviendas con servicios inadecuados, viviendas con alta dependencia económica, viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela (DANE, 1993). Este indicador muestra el porcentaje de personas o de hogares que tienen insatisfecha una o más necesidades definidas como básicas para subsistir, con el fin de medir el nivel y la intensidad de la pobreza (Pérez, 2005).

Dado que cada uno de los indicadores se refiere a necesidades básicas de diferente tipo, a partir de ellos se constituye uno compuesto, que clasifica como pobre o con NBI aquellos hogares que estén, al menos, en una de las situaciones de carencia expresada por los indicadores simples y en situación de miseria los hogares que tengan dos o más de los indicadores simples de necesidades básicas insatisfechas.

Otro indicador significativo para medir los niveles de pobreza, es el Índice de Condiciones de Vida (ICV). Permite una aproximación a los perfiles de calidad de vida de los hogares y a la incidencia, brecha e intensidad de la pobreza en ellos. El ICV lo integran 12 variables relativas a educación y capital humano, calidad de la vivienda, acceso y calidad de los servicios, tamaño y composición del hogar. Es un índice que relaciona variables de infraestructura, de características demográficas y de capital humano (URL - 9).

En consecuencia el ICV es un indicador que tiene en cuenta variables de tipo cualitativo que posteriormente, son cuantificadas. Algunas de las características tenidas en cuenta para su construcción son las características físicas del hogar (sistema de abastecimiento de agua, recolección de basuras, materiales de pisos y paredes, etc.) y de educación (escolaridad y asistencia escolar). Este índice puede tomar valores entre 0 y 100, en donde valores cada vez más grandes representan mejores condiciones de vida del hogar. (URL - 10).

Otro indicador de pobreza de amplia consideración en Colombia es el denominado Línea de Pobreza. Este indicador muestra el porcentaje de familias que se consideran pobres e indigentes de acuerdo con los ingresos que obtienen. La línea de indigencia está determinada por el valor de la canasta básica de bienes que a su vez está determinada por la cantidad requerida de alimentos nutricionales mínimos. Mientras tanto, la línea de pobreza se obtiene de multiplicar el valor de la línea de indigencia por el inverso del coeficiente que explica el peso que tiene el gasto en alimentos sobre el gasto total (Coeficiente de Engel).

Estas metodologías pueden ser utilizadas para estratificar los hogares de las comunidades y servir de insumo para apoyar el cálculo de las tarifas del servicio prestado. Estas metodologías son utilizadas a nivel nacional y se basan en encuestas que preguntan sobre los aspectos mencionados en cada indicador, por lo tanto, las comunidades interesadas en determinar sus propios indicadores de pobreza podrían realizar encuestas que les permitan definir la situación de la población en cada aspecto y con los resultados definir la estratificación de la comunidad. Debe tenerse en cuenta que para esto se requieren recursos, líderes sólidos y con iniciativa y personas capaces de interpretar los resultados pero estos aspectos pueden ser de gran utilidad para garantizar un cobro equitativo de los servicios.



6.1.1. Cálculo de Necesidades Básicas Insatisfechas

Adicional a la forma de calcular tarifas para sistemas MUS, y en caso de que el cálculo de la tarifa realizado por el nivel de actividad de cada vivienda no se considere equitativo y justo o no sea posible con la información de las viviendas, pueden calcularse otra serie de indicadores que determinan la pobreza y ayudan a estratificar una comunidad. El cálculo de los indicadores que permiten medir la pobreza y la distribución de género depende del tipo de indicador a utilizar. Para el

Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas se utiliza la siguiente información (DANE, 2003):

Viviendas inadecuadas: Este indicador expresa las características físicas de viviendas consideradas impropias para el alojamiento humano. Se clasifican en esta situación separadamente las viviendas de las cabeceras municipales y las del resto.

Viviendas con hacinamiento crítico: Con este indicador se busca captar los niveles críticos de ocupación de los recursos de la vivienda por el grupo que la habita. Se consideran en esta situación las viviendas con más de tres personas por cuarto (excluyendo cocina, baño y garaje).

Viviendas con servicios inadecuados: Este indicador expresa en forma más directa el no acceso a condiciones vitales y sanitarias mínimas. Se distingue, igualmente, la condición de las cabeceras y las del resto. En cabeceras, comprende las viviendas sin sanitario o que careciendo de acueducto se provean de agua en río, nacimiento, carrotanque o de la lluvia. En el resto, dadas las condiciones del medio rural, se incluyen las viviendas que carezcan de sanitario y acueducto y que se aprovisionen de agua en río, nacimiento o de la lluvia.

Viviendas con alta dependencia económica: Es un indicador indirecto sobre los niveles de ingreso. Se clasifican aquí, las viviendas en los cuales haya más de tres personas por miembro ocupado y el jefe tenga, como máximo, dos años de educación primaria aprobados.

Viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela: Mide la satisfacción de necesidades educativas mínimas para la población infantil. Considera las viviendas con, por lo menos, un niño mayor de 6 años y menor de 12, pariente del jefe y que no asista a un centro de educación formal.

Para estimar la magnitud de la pobreza en relación con la población, se considera que las personas que habitan en viviendas con NBI o en miseria se encuentran en las mismas condiciones de su respectiva vivienda.



6.1.2. Cálculo de la Línea de Pobreza

Para el cálculo de la línea de pobreza se utiliza una metodología considerada única en las instituciones que realizan este tipo de estimación, sin embargo, los valores pueden ajustarse de acuerdo a la calidad de la variable ingreso seleccionada por quien realiza la estimación²⁰. La línea de pobreza se obtiene con la siguiente metodología:

1. Identificar la población objetivo: población de los hogares de Colombia
2. Determinar la fuente de información que servirá de base para obtener los ingresos de los hogares
3. Identificar y agregar las variables que componen el ingreso del hogar

²⁰ La decisión sobre el ajuste se hace dependiendo del origen de la información de los ingresos. Si la información proviene de encuestas realizadas por personas de la comunidad en su misma localidad, ellos pueden determinar la calidad de la información según su apreciación del ajuste a la realidad de las respuestas obtenidas. Podría pensarse que si las respuestas fueron otorgadas por una comunidad con buena voluntad de participación la información es confiable y no requiere ajustes, sin embargo, esta siempre será una decisión subjetiva del investigador. Para realizar ajustes a los ingresos hay diferentes métodos: ajuste a Cuentas Nacionales, Imputación del ingreso por la propiedad de la vivienda, etc.

4. Hallar el ingreso por persona del hogar
5. Comparar el valor del ingreso por persona con los valores de la línea de pobreza e indigencia
6. Determinar los hogares pobres e indigentes

En Colombia, diferentes instituciones han calculado las líneas de pobreza e indigencia. La Tabla 35 muestra los valores obtenidos por la Contraloría General de la República y el Departamento Nacional de Planeación. Los valores de la Tabla fueron obtenidos por cada institución con base en la Encuesta Nacional de Hogares realizada en 2003 (última realizada en Colombia).

Tabla 35. Valores de la línea de pobreza e indigencia por persona al mes

Fuente de Cálculo	Valor de la línea de pobreza	Valores de la línea de indigencia
DNP	\$193.846	\$80.538
CONTRALORIA	Cabecera \$190.325 Resto \$160.077	Cabecera \$79.611 Resto \$67.080

Fuente: Contraloría, 2004

Generalmente, estos son indicadores estimados y utilizados por el gobierno nacional para establecer políticas económicas, no obstante, es información pública y una comunidad puede utilizarlos en la medida que los requiera. Sin embargo, la información se concentra en las principales concentraciones humanas de Colombia, lo que implica que información de zonas rurales diferentes a las aledañas a las principales ciudades no se encuentra. En este sentido, en caso de que una comunidad requiera información particular sobre su comunidad podría adaptar el estudio a su localidad. Para esto tendría que documentarse sobre la forma de evaluar los indicadores y su forma de obtención. En la bibliografía recomendada se encuentran referencias relacionadas con la obtención de indicadores.



6.1. Incorporación del enfoque de género en todas las fases del proyecto

El uso y manejo del agua dentro de la vivienda y al interior de la comunidad se ve afectado por las relaciones de género. Es decir, las mujeres y los hombres se relacionan de manera diferente con el agua, pues mientras ellas, tienen un contacto diario con el líquido para diferentes labores, entre ellas las domésticas tales como: aseo de la vivienda, preparación de alimentos, lavado de ropa y aseo personal, y las labores de crianza de animales; ellos por su parte, se relacionan principalmente con el recurso en actividades productivas y mantenimiento de los sistemas de agua. En el caso de estudio de La Castilla-Cali-Colombia, se encontró que el acueducto es utilizado en diferentes usos: para consumo doméstico, crianza de animales de corral y riego de pequeños cultivos de hortalizas y legumbres. Alrededor de estos usos, la mujer tiene el manejo y control del agua al interior de la vivienda, mientras que el hombre se responsabiliza del manejo del agua para el riego de cultivos y el mantenimiento de las instalaciones hidráulicas cuando se presentan daños.

Es importante reconocer los roles, necesidades y responsabilidades de mujeres y hombres en su relación con el agua y la naturaleza, pues estas son piezas claves para asegurar el camino hacia el desarrollo sostenible. Para ello, es importante partir del

reconocimiento de las responsabilidades y derechos de mujeres y hombres en relación con el uso y el manejo del recurso hídrico, y por eso ambos deben ser involucrados como actores fundamentales en la toma de decisiones y el manejo del mismo. Desde este punto de vista, el enfoque de género permite ver y comprender que la asignación del caudal para un acueducto debe ser definido con la participación tanto de hombres como de mujeres, expresando cuáles son sus necesidades, usos del agua y aspiraciones; para finalmente plantear soluciones sostenibles que contribuyan a mejorar la seguridad alimentaria y calidad de vida de las familias.

Un proyecto de usos múltiples de agua comprende varias fases: diagnóstico, diseño, gestión de recursos financieros, construcción, gestión del servicio y seguimiento y control. Todas estas fases, involucran una serie de actividades técnicas, sociales y económicas que deben ser abordadas bajo una perspectiva de género, promoviendo una participación activa tanto de hombres y mujeres en el reconocimiento de la realidad, identificación de problemas y planteamiento de soluciones

La fase de diagnóstico comprende una mirada integral de la realidad desde tres campos del conocimiento: de la ingeniería entendiendo el comportamiento del agua y de los sistemas; de las ciencias económicas, analizando las condiciones socio económicas de las familias y su disposición y capacidad de pago por servicios ambientales; y de las ciencias sociales, entendiendo las prácticas culturales de las familias, usos del agua, imaginarios colectivos del manejo y gestión del servicio. Desde esta visión, el diagnóstico involucra una revisión de varios aspectos, tal como lo señala la Figura 18.

La interrelación de estos tres campos del conocimiento en la fase de diagnóstico participativo con enfoque de equidad de género (DPEG), permite un análisis del problema del agua y sus usos, desde una perspectiva integral que relaciona las prácticas de uso, con las condiciones socio económicas de las familias y la disponibilidad del recurso en la naturaleza, y una mirada amplia del recurso desde diferentes actores sociales, ya que es analizado por hombres y mujeres, quienes expresan sus imaginarios colectivos sobre el manejo del agua y sus efectos, y aportan a la construcción de las posibles soluciones que son analizadas en las fases siguientes del proyecto.

Además de las actividades técnicas a tener en cuenta mencionadas en este documento, en un proyecto MUS la fase de diseño debe comprender una serie de actividades sociales y económicas (paralelas a las técnicas) que llevan a: perfilar y determinar las acciones educativas para promover la apropiación de la población de las soluciones; identificar los criterios para el diseño de las soluciones e identificar las condiciones socio económicas de la población sobre su capacidad y disponibilidad de pago para el sostenimiento de las soluciones.

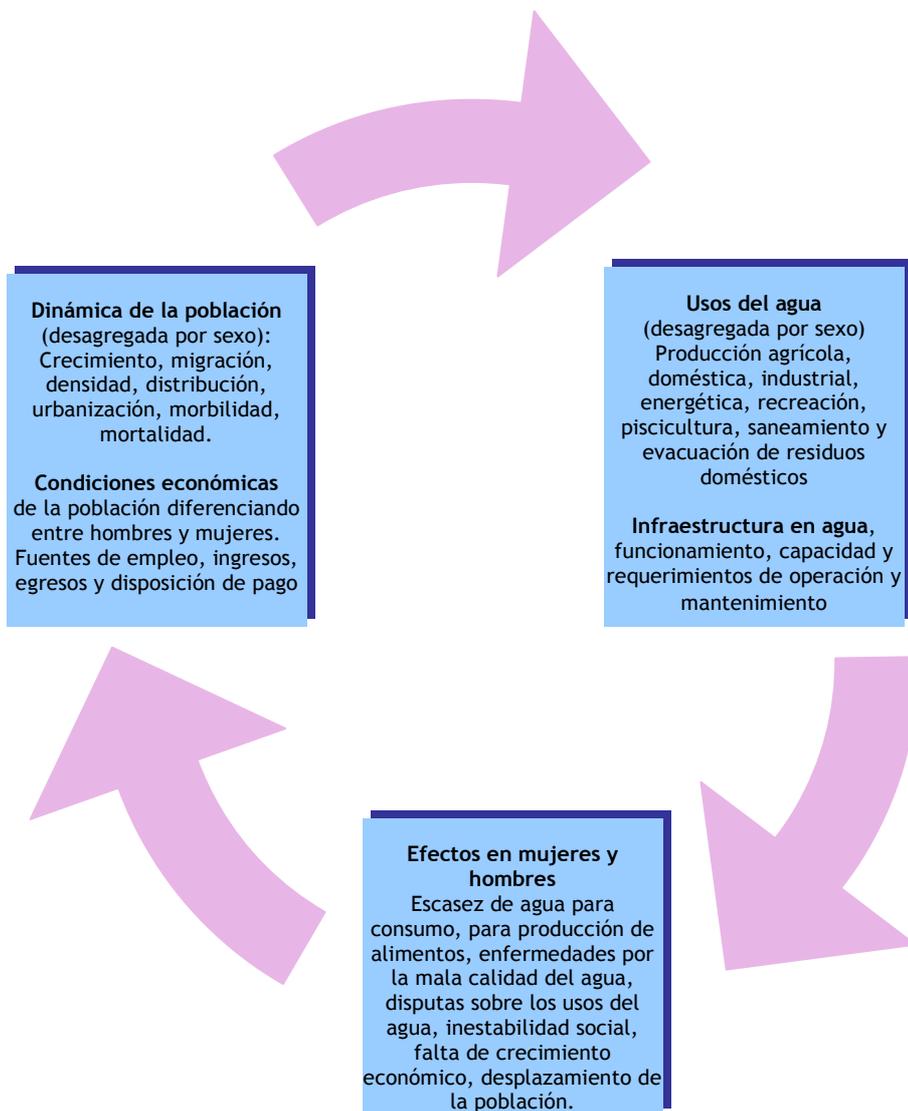


Figura 18. Aspectos a tener en cuenta en la fase de diagnóstico

La fase de Gestión de Recursos Financieros comprende actividades para buscar y encontrar financiación de las obras y actividades que demanda un proyecto, esta búsqueda se realiza ante entidades gubernamentales nacionales, departamentales o municipales y/o ONGs nacionales o internacionales. Posteriormente, se adelanta la construcción del sistema de usos múltiples acompañado de un grupo veedor y posteriormente sería de vital importancia, realizar un proceso de seguimiento para evaluar la eficacia, eficiencia y efectividad del proceso realizado.



6.2.1. Ejecución de la Fase de Diagnóstico

Para introducir el enfoque de género en un proyecto MUS, durante la fase de diagnóstico participativo, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. El equipo de trabajo que ejercerá el rol de facilitador debe entender y aceptar la necesidad de involucrar este enfoque de manera transversal en el desarrollo del proyecto. Es importante que los equipos de trabajo se conformen por hombres y mujeres, buscando ser consecuentes con la teoría que se difunde. Se debe tener en cuenta que las diferencias entre hombres y mujeres por sí mismas no provocan desigualdad, ya que esta se genera en el momento en que el grupo social asigna un mayor valor a uno de los géneros. Es precisamente esa valoración social la que impide que ambos géneros tengan las mismas oportunidades para su desarrollo personal y colectivo.
2. Diseñar un plan de intervención por fase, identificando las actividades que va a realizar y la forma de abordarlas metodológicamente, para permitir la participación plena de hombres y mujeres. En la Tabla 36 se presentan actividades y metodologías para desarrollar la fase de diagnóstico.

Tabla 36. Actividades y metodología de actividades en fase de diagnóstico

Qué se va a diagnosticar?	Para qué?: Objetivo	Cómo?: Técnicas	Con qué?: Materiales	Quiénes?: Responsabilidades	Donde?	Cuánto Tiempo?
Composición del grupo de trabajo	Composición del grupo en términos de hombres y mujeres	Las lanchas	Papelógrafo. Cinta, marcadores	Hombre y Mujer	Localidad	Una semana
Visión hombres y mujeres acerca de la comunidad	Expresar la visión de hombres y mujeres sobre el agua.	Gráfico histórico	Papelógrafo. Cinta, marcadores	Hombre y Mujer	Localidad	Una semana
Recursos naturales existentes en la comunidad	Conocer y delimitar el acceso, uso, acuerdos de hombres y mujeres sobre el agua	Diagrama de corte y transecto	Papelógrafo. Cinta, marcadores	Hombre y Mujer	Localidad	Una semana
Cantidad y calidad de agua. Usos del agua	Reconocer las oportunidades y limitaciones de hombres y mujeres.	Visitas a un río, microcuenca.	Guía de preguntas Bolígrafo, grabadora	Hombre y Mujer	Localidad	Una semana

3. Seleccionar y elaborar herramientas o instrumentos participativos para promover la participación activa de hombres y mujeres dentro del proceso. Se pueden emplear herramientas de tipo cualitativo desarrolladas por los Métodos de Investigación Rápida (Chambers, 1995) y de la Evaluación Participativa de Proyectos (Dayalt al; 2000). En el Anexo 2 se describen diversas técnicas que pueden ser utilizadas en el diagnóstico para promover la participación de hombres y mujeres.
4. Aplicar instrumentos participativos en espacios como el taller para identificar las apreciaciones de hombres y mujeres alrededor del agua. La promoción de actividades participativas con grupos focales o sectores de la comunidad no son solamente un instrumento de recolección de datos por personal externo, sino que son también una herramienta de aprendizaje para las comunidades. Los instrumentos y los datos que resultan permiten a las comunidades tener

una visión de su situación, aspecto que se convierte en la primera condición para generar cambios, si es necesario. A menudo las encuestas convencionales realizadas por personal externo, sólo sirven para extraer información de las comunidades, para el uso exclusivo de los entrevistadores. Tales encuestas pueden ser una forma de explotación cuando quienes responden dedican tiempo -el cual tiene un valor- y no reciben una retroalimentación de la información suministrada. Así mismo, la discusión abierta en grupos focales, con o sin estímulo, incrementa la posibilidad de obtener información con un alto nivel de credibilidad y relevancia debido a que las respuestas sesgadas las tiende a controlar el grupo. No obstante, los grupos deben ser lo suficientemente homogéneos y debe haber un facilitador que asegure que todos los participantes tengan iguales oportunidades de opinión; de otra manera la sesión será dominada por los más prestigiosos o los más extrovertidos. La experiencia en proyectos de desarrollo implementados en Colombia, señala que el uso de instrumentos participativos durante la fase de diagnóstico conduce a la apropiación de los resultados, y de ese modo a una mayor predisposición para encontrar respuestas a los problemas y plantear soluciones sostenibles por la población. El aprendizaje participativo les permite a todos los actores -hombres y mujeres en las comunidades, las instituciones y los programas de agua y saneamiento- evaluar activamente las condiciones y analizar los resultados. Al ajustarse a la forma de aprendizaje de los adultos (principalmente a través de la experiencia), se aumentan las probabilidades de que se aprendan lecciones y se apliquen los resultados del aprendizaje.

5. Evaluar participativamente las actividades realizadas por fase. Esta actividad se puede hacer aplicando técnicas participativas que motiven la intervención de hombres y mujeres en la evaluación del proceso. En el Anexo 2 también se puede encontrar una técnica participativa que se utiliza para conocer el nivel de satisfacción de los participantes.



6.2.2. Actividades de acompañamiento en la fase de diseño técnico del sistema

El proceso de diseño de un sistema de usos múltiples requiere una serie de actividades de acompañamiento al proceso técnico que ayudan a garantizar la sostenibilidad del sistema. En la Tabla 37 se presentan las actividades comprendidas en esta fase y que están relacionadas con trabajo social y económico.

Tabla 37. Actividades sociales y económicas comprendidas en la fase de diseño

Componente Social	Componente Socio Económico
<ul style="list-style-type: none"> - Tipificación y priorización de hombres y mujeres sobre los principales problemas. - Diseño de un plan socio educativo. - Elaboración de instrumentos de capacitación en el proceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño y aplicación de la encuesta de disposición y capacidad de pago de la población sobre el sistema de agua de usos múltiples.

Componente Social:

Tipificación y priorización de problemas: En grupos focales de hombres y mujeres de una comunidad y preferiblemente personas que participaron en la fase de diagnóstico, se promueve la tipificación de los problemas (a nivel técnico, social, económico y administrativo) encontrados en el diagnóstico participativo. Para realizar esto, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Organizar dos grupos: Un grupo conformado por hombres y otro de mujeres, cada grupo debe revisar los problemas identificados en el diagnóstico participativo. Se hace una lista de problemas.
2. Los problemas se agrupan, identificando los comunes, cuáles problemas son causas o consecuencias. Para los problemas comunes se define uno solo, el cual debe quedar bien enunciado. Los problemas que se seleccionan para el desarrollo de un plan socio educativo son aquellos que tienen que ver con las causas.
3. Se revisa que los problemas estén escritos correctamente, Ejemplo: Escasez de agua en la vivienda para el riego de cultivos.
4. Se realiza una tipificación de los problemas escogiendo los estructurales, es decir, aquellos que por su dimensión generan otra serie de problemas. Ejemplo: Inadecuadas condiciones de suministro de agua en la vivienda, genera problemas como desabastecimiento de agua, pérdida de cultivos, inconformidad de la población, morosidad en el pago de la tarifa. Atacando el problema principal disminuyen las consecuencias del mismo.
5. Realizada la tipificación de los problemas por grupos (hombres y mujeres), se promueve un espacio para que los grupos argumenten los problemas tipificados. El propósito es obtener una sola lista entre hombres y mujeres de problemas a partir de los cuales se va a hacer la priorización.
6. Tipificados los problemas, hombres y mujeres proceden a priorizarlos, y para ello se puede aplicar como instrumento de priorización la técnica “Escalando Problemas”, presentada durante la fase de diagnóstico participativo, que permite seleccionar entre todos los problemas, aquellos por los cuales la población estaría dispuesta a pagar para su solución (ver instructivo de la técnica en el Anexo 2). Se priorizan aquellos problemas relacionados con la temática del proyecto.
7. Priorizados los problemas por hombres y mujeres, se procede a analizar el nivel de gobernabilidad en la solución de los mismos: cuáles problemas pueden ser resueltos por la intervención comunitaria. Cuáles son de gobernabilidad de las instituciones, y cuáles de ambos. A partir de los problemas priorizados se elabora el plan socio educativo.

Plan Socio educativo: Comprende la programación de las acciones o actividades que se deben realizar para contrarrestar los problemas priorizados en el proyecto. En la Tabla 38 se presenta un ejemplo de un plan socio-educativo.

Tabla 38. Ejemplo de plan socio educativo

Problema	Objetivos	Actividades por fases	Instrumentos	Responsable	Metas	Tiempo Corto, median y largo plazo

En la elaboración del plan socio educativo, el facilitador debe velar por que hombres y mujeres participen activamente, evitando que la vocería se concentre en pocas personas, o que las mujeres no expresen sus ideas. El plan se puede dibujar en papel Kraft de manera amplia y clara, para que el resto de la comunidad se entere de las actividades a realizar en el proyecto. Para mantener a la población informada, el plan debe exponerse en un sitio visible de la localidad, puede ser en la caseta comunal, en el puesto de salud, o en algún sitio público de paso obligado y frecuente. Es importante que la comunidad defina un grupo de personas para que hagan seguimiento al cumplimiento del plan socio educativo.

Elaboración de instrumentos de capacitación: Definidas las actividades por fases, se analizan los instrumentos a utilizar en aspectos de capacitación a la comunidad, por ejemplo:

- Carteleros explicando las alternativas tecnológicas para usos múltiples del agua.
- Elaboración de maquetas de las alternativas tecnológicas
- Guía para la veeduría comunitaria en la construcción de las obras.
- Visitas de campo
- Guías para seguimiento y control del sistema de usos múltiples de agua.
- Video sobre la situación encontrada y las soluciones planteadas.

Hay que analizar detenidamente, qué instrumentos se pueden utilizar teniendo en cuenta el tiempo de ejecución del proyecto y los recursos financieros disponibles.

Componente Económico

Disposición y capacidad de pago de la población sobre el sistema de usos múltiples: Para lograr sistemas de usos múltiples de agua sostenibles por la población usuaria, es necesario el recaudo de una tarifa diferencial de acuerdo con el consumo y tipo de actividades, que contribuya al sostenimiento financiero del sistema. Para lograr esto, es importante evaluar la capacidad que tienen los habitantes para pagar por el servicio de agua, además, de encontrar la disponibilidad y buena voluntad que pueden tener los usuarios para hacerlo. Este, además, se convierte en un insumo de gran importancia para decidir la estratificación de la comunidad y evaluar sus niveles de pobreza, temas abordados que ya fueron abordados en este documento.

Para medir la capacidad y disponibilidad de pago de la población se utiliza con frecuencia la metodología denominada Valoración Contingente que busca obtener la valoración que otorga un individuo ante un cambio en el bienestar como producto de una modificación en las condiciones de oferta del bien que podría ser un bien ambiental (URL - 11). Esta metodología comprende la realización de un estudio de Disponibilidad (DAP) y Capacidad a pagar (CAP) de la población por contar con un sistema de usos múltiples del agua. Este estudio puede realizarse de forma directa e indirecta: indirecta a través de información secundaria y directa a través de la realización de una encuesta que mide las condiciones socio económicas de la población (tenencia de la vivienda, empleo, gastos, ingresos), percepción con respecto al bien por el cual se indaga y su disposición a pagar por un servicio (¿cuánto está dispuesto a pagar por tener agua en su vivienda para diferentes usos?). La forma directa refleja resultados más precisos por lo que suele ser la más utilizada cuando se disponen los recursos. A continuación se describen los pasos para realizar un Estudio de DAP y CAP a través de encuestas en la localidad:

1. Se conforma un equipo de trabajo interdisciplinario: profesionales de carreras como la economía y el trabajo social con el apoyo del equipo técnico que diseña el sistema MUS teniendo en cuenta el enfoque de género (participación de hombres y mujeres).
2. Diseñar la encuesta que va medir la disponibilidad y capacidad de pago de las familias. En el Anexo 3 se presenta un modelo de encuesta. Este modelo debe ajustarse a las características de la localidad y del estudio en particular.
3. En un taller con la comunidad se socializa y explica la importancia del estudio, metodología de trabajo y resultados esperados.
4. Se conforma un grupo de la comunidad integrado por hombres y mujeres para analizar la encuesta (lenguaje utilizado, deficiencias, tipos de respuestas, etc.) y realizarla en la comunidad. El grupo se selecciona teniendo en cuenta que se conforme con personas con nivel medio de escolaridad y residentes en la localidad. Este grupo debe ser capacitado para realizar la encuesta.
5. De acuerdo con el tamaño de la población se obtiene una muestra estadística representativa de la población, a la cual se le aplicará la encuesta de DAP y CAP. Debe definirse la forma de obtener la muestra ya que hay diferentes formas de hacerlo.
6. Una vez se ha seleccionado el tipo de muestra y se ha obtenido el tamaño de la misma se deben seleccionar los sectores de la localidad, el horario en qué se va a diligenciar la encuesta, la distribución del equipo encuestador, además de considerar todos los aspectos logísticos (reproducción de la encuesta, distribución del material, almuerzos, refrigerios, etc.)
7. Se realiza la encuesta por sectores realizando un control del trabajo de los encuestadores. La encuesta generalmente está dirigida al jefe de hogar o conyugue²¹, teniendo en cuenta que sean hombres y mujeres.
8. Con la información recopilada en las encuestas se construye una base de datos para consignar la información de la encuesta.
9. Se analiza la información encontrada en el estudio de DAP en relación con variables sociales, económicas y de percepción de los usuarios sobre las condiciones del servicio.
10. Se modela la explicación de la disponibilidad a pagar por contar con un sistema de usos múltiples de agua. Para esto se utiliza software de modelación econométrica.
11. Se estima el valor de la disponibilidad a pagar por el servicio y el número de habitantes que está dispuesto a pagar.
12. Deben socializarse los resultados con la comunidad.



6.2.3. Gestión de recursos financieros

Inicia en el momento en que la comunidad o institución decide adelantar el proyecto y puede hacerse paralelo a la fase de diseño, con la identificación de las posibles fuentes de financiación del proyecto y la identificación de la participación de la comunidad en la financiación de las obras: contribución en la gestión de los recursos; aporte de mano de obra, o recuperación de la inversión vía tarifas ²².

Una vez identificadas las fuentes de financiación, se procede a elaborar las fichas o perfil de proyectos ante instituciones solicitando los recursos. Generalmente, los

²¹ También pueden ser hijos mayores de edad con conocimiento de las condiciones socioeconómicas de la vivienda y con capacidad para determinar cómo se distribuye el ingreso en la familia.

²² Esta fase se adelanta siempre y cuando la comunidad no tenga garantizados los recursos de la inversión. Hay ocasiones en las cuales el desarrollo del proyecto se realiza porque existen los recursos para su culminación (incluyendo construcción del sistema).

formatos relacionan la cuantía, tipo de obra, población beneficiada y cronograma de trabajo, así como una explicación de la importancia y necesidad de que el proyecto se lleve a cabo. Estos formatos varían de acuerdo con el ente financiador. En cada país, las instituciones gubernamentales y privadas tienen su propio diseño de solicitud de recursos y pueden pedirse en las instituciones y en muchos casos, descargarse de internet.



6.2.4. Construcción del sistema

Esta fase involucra actividades relacionadas directamente con la construcción del sistema MUS. Generalmente, esta actividad es contratada con terceros, que suelen ser agentes constructores conformados por profesionales del área de ingeniería hidráulica y estructural con sus respectivos equipos de trabajo, actividades que no se detallan en esta guía por no ser su objeto de análisis.

Sin embargo, es importante señalar que para acompañar el proceso de construcción, se debe conformar un Comité de Veeduría con personas voluntarias de la comunidad, integrado por hombres y mujeres, y preferiblemente con conocimientos en construcción y lectura de planos. La Veeduría es un mecanismo democrático de representación que tienen los ciudadanos o sus organizaciones para vigilar la gestión pública y privada encargada de la ejecución de programas, proyectos, contratos o de la prestación de un servicio. En un proyecto de usos múltiples de agua se promueve la veeduría comunitaria con el objetivo de motivar la participación de la comunidad durante la construcción de las obras, en el control y manejo del sistema de agua y en la apropiación y responsabilidad de su sostenimiento. Para el caso de los sistemas MUS, el Comité Veedor debería estar conformado por personas representantes de las diferentes tipos de actividades existentes en la zona ya que cada uno puede tener observaciones del proceso de acuerdo con las necesidades de su actividad.



6.2.4. Seguimiento y evaluación del proceso

Para garantizar la sostenibilidad de un sistema es recomendable contar con una fase de seguimiento, en la cual la institución financiadora, la entidad ejecutora y/o la misma comunidad benefactora evalúe la obra realizada para establecer su funcionamiento. Es ideal que una vez finalizada la obra y conformada una organización comunitaria para el manejo de un sistema MUS se realice un control al funcionamiento de las estructuras como tal, así como al manejo del sistema y al desempeño de los encargados. Es importante evaluar la eficacia del proyecto, su eficiencia y efectividad. De esta forma, es posible determinar si es necesario realizar ajustes tanto estructurales como administrativos.

Si esta actividad es realizada por una institución los encargados deberán realizar visitas periódicas para evaluar todos los aspectos. Si el seguimiento lo hace la comunidad, de igual manera, deberán de forma periódica evaluar su sistema y la forma organizativa. Esto puede hacerse con formatos que califiquen el funcionamiento del sistema. Estos formatos puede construirlos la entidad o comunidad de acuerdo a las características particulares de la localidad y deben incluir indicadores o calificaciones en relación a todos los aspectos. Estos indicadores y/o calificaciones también deben ser definidos por el evaluador. De acuerdo con las calificaciones obtenidas en la evaluación, se pueden determinar los pasos a seguir:

un proyecto de mejoramiento, un proyecto nuevo, etc. En la Figura 19 se observa el ciclo del proyecto propuesto por Cinara.



Figura 19. Ciclo del proyecto propuesto por Cinara

6. BIBLIOGRAFIA

PRESENTACION

Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico (Cinara). 2006. Monitoreo de las Alianzas de Aprendizaje. Proyecto Usos Múltiples del Agua como estrategia para enfrentar la pobreza.

Restrepo, I. 2004. Learning Alliances for MUS Project in Colombia. Presentation at the Second MUS Valle del Cauca Workshop. Cali, Colombia.

PRINCIPIO 1

Akifumi, E. y Kubitzka, F. 2002. Construcción de Estanques y de Estructuras Hidráulicas para el Cultivo de Peces. Parte 1 - Planificación, Selección de Sitio, Fuentes de Agua, Demanda Hídrica y Propiedad de los Suelos.

Barrios, M. 2006. Documento de Trabajo: Propuesta para la Gestión Integrada del Agua a Nivel de Fincas Productivas. Proyecto Usos Múltiples del Agua como estrategia para enfrentar la pobreza.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales CEPIS 2002. Directrices sobre la calidad de los efluentes empleados en acuicultura. Lima, Perú.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1986. Water for animals. Based on the work of PALLAS P. FAO Consultant. Land and Water Development Division. Roma

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1994. Guía para proyectos participativos de nutrición.

Gleick P. 1996. Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs. Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security Preservation. U.S.A.

HR Wallingford, Department for International Development (DFID). 2003. Handbook for the Assessment of Catchment Water Demand and Use. Reino Unido.

Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico (Cinara). 2007. Los usos múltiples del agua en zonas rurales de los departamentos del Valle del Cauca y Quindío (Colombia). Proyecto Usos Múltiples del Agua como estrategia para enfrentar la pobreza.

Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico (Cinara). 2007. Costos y beneficios de los usos múltiples del agua con análisis de género y pobreza. Proyecto Usos Múltiples del Agua como estrategia para enfrentar la pobreza.

International Water and Sanitation Centre. 2002. Small communities water supply: technology, people and partnership. Technical paper series 40. Delft The Netherlands.

Ministerio de Agricultura. 1984. Decreto 1594 de 1984. Usos del agua y residuos líquidos. Bogotá. Colombia.

Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución N° 2115 de 2007. Características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogotá. Colombia.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2003. Domestic Water Quantity, Service, Level and Health. Authors: Guy Howard (Loughborough University, UK) and Jamie Bartram (World Health Organization, Geneva, Switzerland)

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2006. Guías para la calidad del agua Potable. Tercera Edición. Ginebra, Suiza. ISBN 92 4 154638 7.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2006. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and Greywater.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2006. Recommendations. Guidelines for drinking-water quality.

Pizarro F. 1996. Riego Localizado de alta frecuencia: Goteo, microaspersión y exudación. Barcelona, España.

Roa C. 2005. Relaciones entre disponibilidad de agua, usos múltiples del agua y uso del suelo en la microcuenca Los Saínos (El Dovio). Universidad del Valle. Cali, Colombia.

Torkil J. 2004. Integrated Water Resources Management. Global Water Partnership Technical Committee (TEC). Sweden.

Referencias URL

URL - 1. <http://www.portalveterinaria.com/index.php>

URL - 2. <http://www.mailxmail.com/curso/vida/sanidadanimal/capitulo10.htm>

URL - 3. <http://www.monografias.com/trabajos43/pulpa-de-cafe/pulpa-de-cafe2.shtml#princacc>

URL - 4. <http://www.lenntech.com/espanol/irrigacion/Irrigacion-calidad-agua.htm>

PRINCIPIO 2

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). R.S. Ayers. 1994. Water quality for agriculture. Irrigation and drainage paper. California, USA

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2006. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and Greywater.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2006. Guidelines for drinking-water quality. Recommendations. - 3rd ed. ISBN 92 4 154696 4

Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS). 1999. La protección de las captaciones. División de Salud y Ambiente. Washington, D.C.

Páez, G. (2007). Plan para la Protección de Aguas Subterráneas del Valle del Cauca. CVC. Cali, Colombia

United Nations Environment Programme (UNEP). 2002. Division of Technology, Industry, and Economics. Rainwater Harvesting And Utilisation: An Environmentally Sound Approach for Sustainable Urban Water Management: An Introductory Guide for Decision-Makers. Newsletter and Technical Publications

Vargas, R., Piñeyro, N. 2005. El Hidroscopio. Publicación del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO para América Latina. Serie de Manuales de Educación y Capacitación Ambiental del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

World Bank Technical Paper NO. 463 . WTP463. 2000. Groundwater in Rural Development. Facing the challenges of Supply and resource Sustainability. Stephen Foster, John Chilton, Marcus Moench, Franklin Cardy and Manuel Schiffler

Zúñiga, M. (1996). Contaminación de corrientes acuáticas. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle. Cali, Colombia

PRINCIPIO 3

Arlosoroff S., et all. 2002. Abastecimiento de Agua A La Comunidad: La Opción De La Bomba Manual. Contribución Conjunta del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (Pnud), y el Banco Mundial al Decenio Internacional del Agua Potable y el Saneamiento Ambiental. Washington. Estados Unidos.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales CEPIS/OPS/COSUDE. 2004. Guía de Diseño para Captación del Agua de Lluvia. Lima, Perú.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales CEPIS/OPS/COSUDE. 2005. Tecnologías para Abastecimiento de Agua en Poblaciones Dispersas. Lima, Perú.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales CEPIS/OPS/COSUDE. 2005. Guía para el Diseño de Desarenadores y Sedimentadores. Lima, Perú.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales CEPIS/OPS/COSUDE. 2005. Especificaciones Técnicas para el Diseño de Captaciones por Gravedad de Aguas Superficiales. Lima, Perú.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. CEPIS/OPS/COSUDE. 2005. Guía para el Mejoramiento de la Calidad del Agua a Nivel Casero. Lima, Perú.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales CEPIS/OPS/COSUDE. 2005. Guías para el Diseño de Reservorios Elevados de Agua Potable. Lima, Perú.

CEPIS. 2004. Fabricación e Instalación de Bombas Manuales Módulo de Capacitación. Lima, Perú

CEPIS/OPS. 2003. UNATSABAR. Hoja de Divulgación Técnica: Captación de Agua de Lluvia para Consumo Humano: Especificaciones Técnicas. ISSN: 1018-5119 Hdt - No 88. Lima, Perú.

Comisión Nacional del Agua. CNA. 1997. Sistemas de abastecimiento de agua para pequeñas comunidades. México.

Galvis, G., Latorre, J., Visscher J. 1999. Filtración En Múltiples Etapas: Tecnología Innovativa Para El Tratamiento Del Agua. Cinara - Universidad Del Valle. Cali. Colombia.

IDEAM - UTP - CINARA. 2004. Modelo de selección de tecnología para el control de la contaminación por aguas residuales domésticas en localidades menores a 30.000 habitantes. Colombia.

International Water and Sanitation Centre. 2002. Small communities water supply: technology, people and partnership. Technical paper series 40. Delft The Netherlands.

Ministerio de Desarrollo Económico. 2000. Tecnologías apropiadas en agua potable y saneamiento básico. Guías Básicas. Bogotá. Colombia.

Ministerio de Desarrollo Económico. Resolución 1096 de 2000. Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá, Noviembre de 2.000

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2006. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and Greywater.

Pérez, J. (1997). Manual de potabilización del agua. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería Civil. Colombia

Roa C. 2005. Relaciones entre disponibilidad de agua, usos múltiples del agua y uso del suelo en la microcuenca Los Sainos (El Dovio). Universidad del Valle. Cali, Colombia.

Sánchez L. 2005. Presentación: Agua Lluvia como Alternativa de Abastecimiento de Agua

Smet, J. and Wijk, C. van .2002. Small Community Water Supplies. TP40 IRC, Delft, Holanda

Solsona F. 2002. Desinfección del agua. CEPIS OPS. Lima, Perú.

Texas Water Development Board. 2005. The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Third Edition. Austin, Texas.

Villanueva, M. Iglesias A. 1997. Pozos y acuíferos. Técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo. I.T.G.E. Madrid.

PRINCIPIO 4

Arreguín, F. 2000. Uso eficiente del agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Comisión Nacional del Agua. México.

Benítez J., Castellanos A. 2006. Suelos y conservación del agua. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. CEPIS/OPS/OMS. 2002. Medidas de Protección Sanitaria en el Aprovechamiento de Agua Residuales

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales CEPIS. 2002. Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial. Guía Metodológica para la Elaboración de los Estudios Viabilidad. Lima, Perú.

Esrey, S., Andersson, I., Hillers, A., Sawyer, R. 2001. Closing The Loop: Ecological sanitation for food security. Publications on Water Resources No. 18. First Edition, ISBN: 91-586-8935-4. Mexico

Food Agricultural Organization, FAO. 2002. Agua y Cultivos: Logrando el Uso Optimo del Agua en la Agricultura. Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación. Roma, 2002.

HR Wallingford, Department for International Development (DFID). 2003. Handbook for the Assessment of Catchment Water Demand and Use. Reino Unido.

International Water Management Institute (IWMI). 2003. Water Policy Briefing. Issue 23. International water management institute. Promoting micro-irrigation technologies that reduce poverty.

Martínez P. 2003. Uso Eficiente del Agua en Riego. Seminario Internacional sobre Uso Eficiente del Agua.

Ministerio del Medio Ambiente, Sociedad de Agricultores de Colombia. 2002. Guía Ambiental para el Subsector Porcícola. Colombia.

Moscoso J. et al. 2002. Proyecto Regional. Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial. Convenio IDRC - OPS/HEP/CEPIS 2000 -2002. Guía para la Formulación de Proyectos de Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales Domésticas. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).

Moscoso, J. 1995. Aspectos técnicos de la agricultura con aguas residuales. Programa de reuso de aguas residuales. CEPIS - OPS - OMS. Lima, Perú.

Pedraza G., Chará J., Conde N. 1998. Fundación CIPAV. Descontaminación de aguas servidas en la actividad agropecuaria. Colombia.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2000. Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. Ed. Mundi-Prensa. Vivendi Environment. Annual Report.

Restrepo, I. 2006. Propuesta de Investigación: Desarrollo de un modelo para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico que promueva la equidad, la reducción de la pobreza y el desarrollo del país, bajo el concepto de Desarrollo Sostenible. Cali, Colombia.

Sánchez A, Vargas S. 2004. Uso eficiente del agua. Multimedia. Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico. (CINARA)

Sánchez L., Sánchez A. 2004. Uso Eficiente del Agua. International Water and Sanitation Centre (IRC), Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico. (CINARA)

Texas Water Development Board. 2005. The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Third Edition. Austin, Texas.

The world conservation Union (IUCN). 2003. Water demand management. Versión 1.1.

REFERENCIAS URL

URL - 3. <http://www.monografias.com/trabajos43/pulpa-de-cafe/pulpa-de-cafe2.shtml#princacc>

URL - 5. <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=311>

URL - 6. <http://go.worldbank.org/SV2OTMF950>

URL - 7. <http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/program.htm#Water%20-%20Auqaculture%20and%20Recycling>

URL - 8. <http://thailand.ipm-info.org/index.htm>

Principio 5

Congreso de la República. 1994. Ley 142 de 1994. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2004. Resolución CRA 287 de 2004. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Desarrollo Económico. 1996. Organicemos nuestra empresa de acueducto y alcantarillado. Gente Nueva Editorial. Segunda Edición. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Desarrollo Económico. Decreto 2650 de 1993. Diciembre de 1993. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Desarrollo Económico. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá, Colombia.

Modernización empresarial en municipios menores y zonas rurales. Marco institucional y legal. Presentación de Power Point. Bogotá, Colombia.

Superintendencia de la Economía Solidaria. 2001. Resolución 1515 de 2001. Bogotá, Colombia.

Tamayo, P. 2006. Metodología de Trabajo. Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico. (CINARA). Cali, Colombia.

USAID, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2005. Costos y Tarifas para municipios menores y zonas rurales. Nuevas Ediciones. Bogotá, Colombia.

USAID, Suma Solidaria, DanSocial. 2006. Administraciones públicas cooperativas para la prestación de servicios públicos domiciliarios. Guía Práctica. Nuevas Ediciones. Bogotá, Colombia.

Principio 6

URL - 9. <http://www.ideam.gov.co/atlas/mpobla.htm#>

URL - 10. <http://www.cdm.gov.co/sisbim/consulta/fichatecnica.php?ind=964>

URL - 11. <http://www.eumed.net/libros/2005/jjm/9.htm>

ANEXOS

**ANEXO 1. TABLAS DEL PLAN ÚNICO DE CUENTAS PARA CONSIDERAR AL CALCULAR
LOS COSTOS DE LA PRESTACIÓN DE UN SERVICIO**

Cuentas del PUC para calcular costos de personal de administración, O & M y gastos
generales

CODIGO PUC	DESCRIPCION
510101	Sueldos de personal
510103	Horas extras y festivos
510105	Gastos de representación
510107	Personal súper numerario
510109	Honorarios
	Prima especial de servicio
510115	Primas extralegales
510117	Vacaciones
510119	Bonificaciones
510123	Auxilio transporte
510124	Cesantías
510125	Intereses a cesantía
510130	Capacitación bien social y estímulos
510131	Dotación suministros a trabajadores
510133	Gastos deporte y recreación
5102	CONTRIBUCION IMPUTADAS
510201	Incapacidades
510204	Gatos médicos y droga
510205	Auxilio y servicios funerarios
510290	Otras contribuciones imputadas
5103	CONTRIBUCIONES EFECTIVAS
510302	Aportes de cajas de compensación familiar
510303	Cotización seguridad social
510304	Aportes sindicales
510305	Cotización riesgos profesionales
510306	Cotización entidad administración régimen prima
510307	Cotización entidad administración régimen ahorro
5104	APORTES SOBRE NOMINA
510401	Aportes al ICBF
510402	Aportes al SENA
5111	GENERALES
511113	Vigilancia y seguridad
511114	Materiales y suministros
511115	Mantenimiento
511116	Reparaciones
511117	Servicios públicos
511118	Arrendamientos
511119	Viáticos y gastos viaje
511120	Publicidad y propaganda
511121	Impresos públicos suscripción y afiliación
511123	Comunicaciones y transporte
511125	Seguros generales
511140	Contratos de administración
511146	Combustibles y lubricantes
511149	Aseo, cafetería, restaurante y
511155	Elementos aseo cafetería
511190	Otros gastos generales
5330	DEPRECIACION DE PROP PLANTA Y EQUIPO
533001	Edificios
533003	Redes, líneas y cables
533004	Maquinaria y equipo
533005	Equipo medición y científico

CODIGO PUC	DESCRIPCION
533006	Muebles, enseres y equipo de oficina
533007	Equipo de comunicación y computo
533008	Equipo de transporte tracción
5345	AMORTIZACION DE INTANGIBLES
534508	Software

Cuentas PUC para calcular costos de producción del servicio

CODIGO PUC	DESCRIPCION
7	COSTOS DE PRODUCCIÓN
75	SERVICIOS PÚBLICOS
7505	SERVICIOS PERSONALES
750501	Sueldos de Personal
750502	Jornales
750503	Horas Extras y Festivos
750504	Incapacidades
750505	Costos de Representación
750506	Remuneración Servicios Técnicos
750507	Personal Supernumerario
750508	Sueldos por Comisiones al Exterior
750510	Primas Técnicas
750511	Prima de Dirección
750512	Prima Especial de Servicios
750513	Prima de Vacaciones
750514	Prima de Navidad
750515	Primas Extras Legales
750516	Primas Extraordinarias
750517	Otras Primas
750518	Vacaciones
750519	Bonificación Especial de Recreación
750520	Bonificaciones
750521	Subsidio Familiar
750522	Subsidio de Alimentación
750523	Auxilio de Transporte
750524	Cesantías
750525	Intereses a las cesantías
750527	Cuotas Partes Pensiones de Jubilación
750529	Indemnizaciones
750530	Capacitación, Bienestar Social y Estímulos
750531	Dotación y Suministro a Trabajadores
750533	Costos Deportivos y de Recreación
	Aportes sobre la nomina
750535	Aportes a Cajas de Compensación Familiar
750536	Aportes al ICBF
750537	Aportes a Seguridad Social
750538	Aportes al SENA
750539	Aportes Sindicales
750540	Otros Aportes
750541	Costos Médicos y Drogas
750543	Otros Auxilios
750544	Riesgos Profesionales
750545	Salario Integral
750546	Contratos Personal Temporal
750547	Viáticos
750548	Gastos de Viaje
750549	Comisiones
750552	Prima de Servicios

CODIGO PUC	DESCRIPCION
750561	Amortización del Cálculo Actuarial de Pensiones Actuales
750562	Amortización del Cálculo Actuarial de Futuras Pensiones
750563	Amortización del Cálculo Actuarial de Cuotas Partes de Pensiones
750564	Amortización de la Liquidación Provisional de Cuotas Partes de Bonos Pensionales
750565	Amortización de Cuotas Partes de Bonos Pensionales Emitidos
750566	Cuotas Partes de Bonos Pensionales Emitidos
750567	Cotizaciones a Entidades Administradoras del Régimen de Prima Media
750568	Cotización a Sociedades Administradoras del Régimen de Ahorro Individual
	Pensiones de jubilación
	Cotizaciones a seguridad social en salud
750569	Indemnizaciones Sustitutivas
750570	Auxilios y Servicios Funerarios
750590	Otros Servicios Personales

ANEXO 2. TÉCNICAS DE PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

MAPA COMUNITARIO SOBRE FUENTES DE AGUA

Propósito.

Identificar las fuentes de agua existentes en la comunidad, sus usos y población que la utiliza.

Participantes

Comunidad en general (hombres / mujeres / ricos / pobres).

Descripción.

- Si la localidad es grande se dibuja el área general y se registra en él las diferentes fuentes de agua superficiales y subterráneas existentes. También se deben ubicar los sectores considerando la categoría económica que predomina.
- Con colores se señalan las fuentes que permanecen durante el año y las que merman su caudal.
- Con símbolos previamente concertados por el grupo, se señalan los usos del agua de cada fuente
- Con figuras de hombre y mujer se señalan, quienes hacen uso de las fuentes y su frecuencia.

Información mínima.

- Número de fuentes superficiales y subterráneas.
- Continuidad del agua en las fuentes y en los sistemas durante el año.
- Continuidad del servicio de agua en los diferentes sectores.
- Grado de satisfacción de las necesidades de agua para hombres y mujeres en los puntos de agua o en las viviendas.
- Irregularidades en el servicio de agua que afecten a las mujeres.
- Puntos de agua y viviendas que se abastecen del servicio (zonas marcadas para cada punto), si se trata de pilas públicas. Para conexiones intradomiciliarias se marcan las zonas que cuentan con el servicio.
- Accesibilidad y regularidad del servicio en las diferentes zonas, considerando los grupos de población que se benefician (ricos, pobres, medios).

Materiales.

- Papel Kraft o periódico (6 pliegos)
- Marcadores, pinturas dactilares, tizas y crayolas.
- Piedras, semillas, fósforos para convenciones.
- Pegante, cinta adhesiva.

BOLSILLO DE VOTACIÓN FUENTES Y USOS DEL AGUA EN LA VIVIENDA

Propósito.

Identificar los usos del agua al interior de la vivienda y las fuentes utilizadas por hombres y mujeres.

Participantes.

Grupos focales

Descripción.

- Con dibujos que representen diferentes sistemas, se organiza una matriz. En este caso se presentan diferentes fuentes y diferentes usos. Fuentes en el eje horizontal y usos en el vertical.
- Se explica a los participantes la actividad, se hace el reconocimiento de cada dibujo que represente cada opción, se completan las opciones si es necesario.
- Para cada uno de los cruces de las posibles opciones se coloca un sobre en el cual se depositan los votos.
- La matriz de votación se ubica en un lugar privado y se le entrega a cada participante un número de fichas (semillas, papeles, fósforos) igual a las opciones que están en el eje horizontal. Las fichas de votación de hombres y mujeres deben ser diferenciadas con un color o figura para facilitar su identificación y conteo.
- Terminada la votación se cuentan los votos con los participantes y se registran en una cartelera utilizando símbolos para hombres y mujeres que sean claros para las personas analfabetas.
- Si la votación es para saber fuentes y usos, esto se debe realizar para identificar la situación antes y después del proyecto. Si hay estaciones secas con grandes diferencias en los niveles de servicio, la votación se hace dos veces: dos para antes y dos para la situación actual.
- En plenaria se comparan los niveles de cambio en el uso, se discuten las razones y se llega a un consenso en torno a los puntajes totales.

Información mínima que debe resultar.

Usos del agua

- 1.Cuál fuente de agua es usada generalmente por la comunidad y para qué propósitos:
 - Antes y Después de un proyecto de agua
 - Estación seca y lluviosa, si existen variaciones significativas entre las estaciones.
2. Si el hombre y la mujer, rica (o) y pobre usa diferentes fuentes de agua y agua para diferentes propósitos.
3. Qué consistencia interna existe en los puntajes (¿reportan los hombres y las mujeres de la misma vecindad diferentes fuentes para el agua de consumo humano?)
4. Si la nueva facilidad ha ocasionado cambios en los patrones de uso del agua y si hay razones subyacentes para el cambio/falta de cambio.

Materiales.

- Sábana o papel de soporte de la matriz.
- Dibujos con las situaciones claves.
- Sobres (suficientes para el número de opciones que dé la matriz).
- Tarjetas de votación, semillas o papeles de colores.
- Matriz para registrar los puntajes (resultados).
- Marcadores, cinta adhesiva o chinchas.

Resultados a registrar de la técnica Bolsillo de Votación.

ESCALANDO PROBLEMAS EN AGUA

Objetivo:

Identificar y valorar participativamente los problemas generados por el abastecimiento de agua y los diferentes usos del agua

Participantes

Hombres y mujeres adultos

Materiales

Papel de papelógrafo o tablero, marcadores y cinta de enmascarar.

Descripción

1. SE arman dos grupos: uno de hombres y otro de mujeres, cada uno con un facilitador. Ambos grupos siguen las siguientes instrucciones:
2. En un papel suficientemente grande se elabora la matriz 1 y se pone frente al grupo de participantes.
3. El facilitador pregunta en plenaria a los participantes cuáles son los problemas más importantes que se generan por el abastecimiento de agua en las viviendas y los usos del agua.
4. Se deben identificar máximo 5 problemas. Se anota cada uno de ellos en la casilla correspondiente de la matriz 1. En caso de que exista un número mayor de problemas se escogen los cinco problemas más importantes por consenso, es decir, que todos o la mayoría esté de acuerdo con respecto a esos cinco problemas; si no es posible llegar a un consenso se hará una votación alzando la mano.
5. Posteriormente el facilitador consulta en plenaria a los participantes por qué se considera un problema cada uno de los puntos mencionados; se registra lo expresado por los asistentes para cada uno de los problemas en la casilla correspondiente de la matriz 1.
6. El facilitador empieza a hacer una clasificación de los problemas preguntando a los participantes cuál de los problemas es el primero en importancia. El procedimiento para identificar el problema más importante es a través de un consenso entre los asistentes, es decir, que todos o la mayoría esté de acuerdo con respecto a uno de los problemas. Si pasado un tiempo prudente no es posible llegar a un consenso, la selección del problema más importante se hará por medio de una votación alzando la mano. A este problema se le asignará el número 1 en la casilla correspondiente de la matriz 1. Luego de definido el problema de mayor importancia, el facilitador pregunta a los asistentes por el problema que sigue en importancia; a este problema se le asignará el número 2 en la casilla correspondiente de la matriz 1. El mismo procedimiento se repite hasta clasificar todos los problemas.
7. Finalmente se consulta a los asistentes por el problema por el que ellos estarían dispuestos a pagar una mayor cantidad de dinero para ser solucionado; sólo se debe seleccionar uno de los 5 problemas identificados. En este punto también se debe llegar a un consenso entre los asistentes. Si no es posible llegar a un consenso, la selección se hará por medio de una votación alzando la mano. En la casilla correspondiente de la matriz 1, se señala con una X el problema seleccionado por los asistentes. Si los asistentes lo proponen se puede identificar el siguiente problema por el que estaría dispuestos a pagar dinero para su solución, y así sucesivamente hasta discutir todos los problemas.
8. En plenaria, hombres y mujeres exponen sus matrices y llegan a un consenso sobre los problemas prioritarios.

Información a obtener

1. Problemas más sentidos por hombres y mujeres.
2. Determinar cuál es el problema más importante relacionado con el manejo del agua en la vivienda
3. Determinar cuál es el problema por el que ellos estarían dispuestos a pagar para su solución.

CIEN SEMILLAS

Propósito.

Obtener un porcentaje aproximado de la distribución intradomiliar del ingreso y la responsabilidad financiera para el pago de los servicios de agua y/o saneamiento.

Participantes.

Hombres y mujeres representativos de la comunidad

Descripción.

- Se arman dos grupos: hombres y mujeres
- Entregar a cada grupo focal 100 semillas, las cuales representan el ingreso total de un hogar típico.
- Discutir en plenaria quienes en el hogar generan ingresos (hogares típicos). Identificar los patrones y realizar el ejercicio por cada uno de ellos, por ejemplo:
 - * Sólo el hombre.
 - * Sólo la mujer.
 - * El hombre y la mujer.
- Agrupar las semillas (dinero) de acuerdo a los porcentajes que cada miembro gana (especie o dinero), el número total de semillas indica el ingreso total por familia.
- Se realiza luego una lista de responsabilidades financieras en el hogar y las que cada uno tiene a su cargo y como contribuye (porcentaje), ejemplo los gastos personales, gastos del hogar: pago de los servicios de agua, saneamiento e higiene.
- Divididas las semillas de acuerdo a los ingresos y a las responsabilidades de cada uno. Analizar en grupo quien contribuye relativamente más al pago por agua, saneamiento e higiene, hombre o mujer, o si es proporcional a los niveles de ingreso de los miembros de la familia. Se concluye y se cuentan los resultados.

Información mínima que debe resultar.

- Patrón intradomiliar de ingreso (considerando los grupos focales)
- Patrón intradomiliar de pago por necesidades del hogar, “quién paga qué”
- Diferencias en las responsabilidades financieras entre hombres y mujeres en el hogar para asumir los costos de abastecimiento de agua, saneamiento e higiene.

Materiales.

- Cien semillas.
- Tarjetas con familias típicas.
- Tarjetas con responsabilidades financieras.

NIVELES DE SATISFACCIÓN

Objetivo

Determinar el nivel de satisfacción que tienen hombres y mujeres sobre las actividades realizadas durante el diagnóstico participativo.

Participantes: Hombres y mujeres adultos

Materiales

Papel kraft, marcadores, papel tamaño carta, tijeras o bisturí, cinta de enmascarar.

Descripción

1. Se sugiere tener dos facilitadores para desarrollar la actividad, uno para el grupo de mujeres y otro para grupo de hombres, y realizarla en un espacio abierto.
2. Se forman grupos focales de hombres y mujeres separadamente un facilitador va con los hombres y el otro con las mujeres. Sobre una línea imaginaria trazada en el piso, de aproximadamente 10 o 12 metros, el facilitador localiza cinco puntos, en el inicio, a nivel de la cuarta parte, en la mitad, en el setenta y cinco por ciento y al final de la línea. Se ubican sendos dibujos indicando "total satisfacción" (100%) mas o menos un total de satisfacción, (75%) "media satisfacción" (50%), muy poca satisfacción (25%) y nula satisfacción (0%).
3. A continuación el facilitador informa que dará lectura a conceptos sobre los que se tendrá que opinar de forma individual. De acuerdo con cada enunciado los participantes se moverán hacia el punto que sienta más adecuado frente al tema, si esta satisfecho debe localizarse en la cara feliz, si está más o menos satisfecho en el 75%, y así sucesivamente.
4. Cada facilitador en su grupo se dirigirá por separado a cada uno de los puntos señalados por cada cara, donde se ha formado un pequeño grupo, preguntará el porque su decisión y tomara notas sobre las opiniones manifestadas. La información es recogida en hojas de papel donde se señalan las escalas de calificación para cada uno de los conceptos discutidos con los grupos focales (se muestran en el anexo 1).

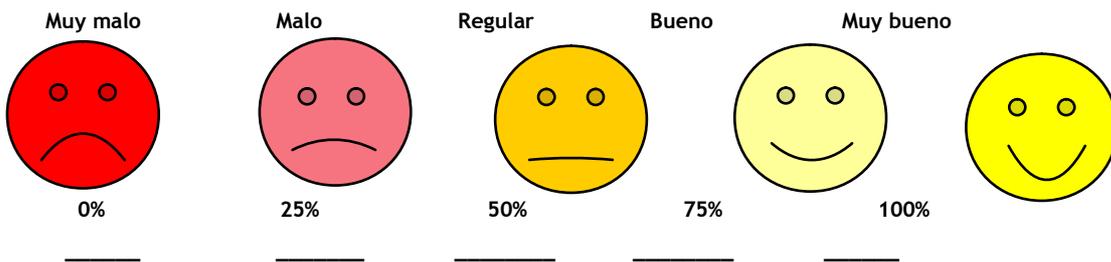
Información a obtener

- Que tan satisfechos se encuentran los participantes con las técnicas implementadas en el diagnóstico para la recolección de información.
- Que tan satisfechos se encuentran los participantes con la participación de hombres y mujeres en la fase de diagnóstico.
- Que tan satisfechos se encuentran los participantes con los resultados del diagnóstico.

Numero de participantes: Hombres___ Mujeres _____

Como se siente(n) con relación a:.....

1. Que tan satisfechos se encuentran los participantes con las tecnicas implementadas en el diagnóstico para la recolección de información'.



NIVEL SATISFACCION	%	PORQUÉ
Muy malo		
Malo		
Regular		
Bueno		
Muy bueno		

ANEXO 3. MODELO DE ENCUESTA DE DISPONIBILIDAD Y CAPACIDAD DE PAGO

Nombre del Proyecto

ENCUESTA PARA DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD Y CAPACIDAD A PAGAR POR EL SERVICIO DE _____

Buenos días/ buenas tardes,

Mi nombre es _____, hago parte del grupo de personas que está realizando una encuesta para determinar la capacidad y disponibilidad a pagar por el servicio de _____. [Identificar aquí la institución o comunidad que está realizando el estudio, así como explicar el estudio en particular](#) Por esta razón, nos gustaría hacerle unas preguntas para conocer su opinión sobre este tema. Esta información es confidencial y son importantes todas las respuestas por lo que puede contestar con toda libertad y confianza.

i. Encuesta No. _____ ii. Fecha: _____
iii. Sector: _____ iv. Vivienda No. _____
v. Hora Inicio: _____ vi. Hora finalización: _____

I. Información Socioeconómica

1. Nombre completo: _____

2. Sexo: 1. Femenino _____ 2. Masculino _____

3. Hace cuánto vive en el barrio Vista Hermosa? _____

4. 4.1. Vive en casa: 1. Propia _____ 2. Arrendada _____ 3. Otra _____
4.2. Cuál? _____

5. Es usted el jefe del hogar? 1. Si _____ (Si la respuesta es Si vaya a preg. 7)
2. No _____ (Si la respuesta es No vaya a preg. 6)

6. 6.1 Cuál es su parentesco con el jefe del hogar?
1. Cónyuge _____ 2. Hijo(a) _____ 3. Padre/Madre(a) _____ 4. Hermano(a) _____ 5. Otro _____
6.2. Cuál? _____

7. Cuántas familias hay en la vivienda? _____

8. 8.1. Cuántas personas conforman la familia (del entrevistado)? _____

1. Hombres entre 18 y 65 _____ 2. Mujeres entre 18 y 65 _____ 3. Niños (<5 años) _____
4. Niños (Entre 5 y 12 años) _____ 5. Jóvenes (Entre 13 y 17 años) _____ 6. Mayores de 65 años H ____ M ____

8.2. Cuántas personas trabajan actualmente en la familia? _____

9. Cuál es el rango de los ingresos mensuales totales del hogar?
1. Entre 0 y 200.000 _____ 2. Entre 200.001 y 434.000 _____
3. Entre 434.001 y 650.000 _____ 4. Entre 650.001 y 1.000.000 _____
5. Más de 1.000.000 _____

10. Hasta qué grado estudió usted? (seleccionar el último grado alcanzado)

10.1. Grado de estudios	10.2. Completitud de estudios	10.3. Años de estudio
1. No estudio _____		
2. Primaria _____	1. Completa _____ 2. Incompleta _____	No. años _____
3. Secundaria _____	1. Completa _____ 2. Incompleta _____	No. años _____
4. Técnico _____	1. Completa _____ 2. Incompleta _____	No. años _____
5. Universitario _____	1. Completa _____ 2. Incompleta _____	No. años _____

11. Usted está trabajando actualmente? 1. Si _____ 2. No _____ (Si la respuesta es Si vaya a preg. 13)

12. Hace cuánto está sin empleo? (Vaya a pregunta 14)

1. Nunca ha trabajado _____ 2. Años _____ 3. Meses _____ 4. Días _____ 5. Jubilado _____

13. 13.1. En qué trabaja actualmente?

- | | | | |
|-------------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| 1. Empleado privado | _____ | 2. Empleado público | _____ |
| 3. Empleado doméstico | _____ | 4. Independiente o informal | _____ |
| 5. Construcción o albañilería | _____ | 6. Motorista | _____ |
| 7. Modistería | _____ | 8. Otro | _____ |

13.2 Cuál? _____

13.3 Número de días a la semana que trabaja

- | | | | |
|--------------------|-------|---------------------------|-------|
| 1. Toda la semana | _____ | 2. Cinco días a la semana | _____ |
| 3. Dos o tres días | _____ | 4. Un (1) día a la semana | _____ |

14. Cuál es el valor de los gastos mensuales totales promedio del hogar?

- | | | | |
|---------------------|-------|------------|-------|
| Alimentación | _____ | Transporte | _____ |
| Salud | _____ | Vivienda | _____ |
| Educación | _____ | Otros | _____ |
| Servicios Públicos: | | | |
| Agua | _____ | Energía | _____ |
| Teléfono | _____ | Parabólica | _____ |
| Gas | _____ | Otro | _____ |

II. Percepción sobre el servicio

15. Se abastece del sistema de abastecimiento **NOMBRE**? 1. Si _____ 2. No _____
16. 16.1. Conoce el nombre de la fuente de la cual se abastece el sistema?
1. Si _____ 2. No _____ 16.2. Cuál es el nombre? _____
17. 17.1. Qué opina del servicio actual de abastecimiento?
1. Bueno _____ 2. Regular _____ 3. Malo _____
17.2. Porqué? _____
18. 18.1. Qué opina del manejo actual del servicio de abastecimiento?
1. Bueno _____ 2. Regular _____ 3. Malo _____
18.2. Porque? _____
19. Conoce sobre el proyecto que pretende mejorar el servicio de abastecimiento?
1. Si _____ 2. No _____
20. 20.1. En caso de adelantarse un proyecto para darle agua potable a la comunidad. Quién cree debería manejar el sistema?
1. **NOMBRE** _____ 2. JAC _____ 3. Organización comunitaria diferente a la JAC _____ 4. Otra _____
20.2. Cuál? _____
21. 21.1. Porqué piensa que esa entidad/organización debe manejar el acueducto?
1. Capacidad técnica _____ 2. Calidad en el servicio _____
3. Tradición en la prestación de servicios _____ 4. Costo del servicio _____
5. Otro _____ 21.2. Cuál? _____

III. Disponibilidad a pagar por el servicio de acueducto

DESCRIBIR AQUÍ DE MANERA CLARA LOS CAMBIOS QUE PROPONE EL PROYECTO EN EL CUAL SE ENMARCA EL ESTUDIO DE DAP Y CAP.

22. Siendo estas las condiciones, estaría usted dispuesto a pagar al mes \$XXX para que le suministre agua en las condiciones mencionadas (en la explicación de los cambios que generaría el proyecto)?
1. Si _____ 2. No _____ (Si la respuesta es Si vaya a preg. 24)
23. 23.1. Porqué no estaría dispuesto a pagar \$ XXX ACLARAR PERIODICIDAD para que se le suministre agua en las condiciones mencionadas?
1. No es necesario el servicio _____
2. Razones económicas _____
3. Debería ser pago por el estado _____
4. El servicio es costoso _____
5. Otra _____
23.2. Cuál? _____
24. Cuál es el valor máximo que estaría dispuesto a pagar por el servicio de abastecimiento de agua?
\$ _____

MUCHAS GRACIAS....

OBSERVACIONES: _____

