

## Planes de Seguridad del Agua de Consumo Humano en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

Dr. Mauricio Pardón Ojeda, Director CEPIS/OPS/OMS  
Ing. Ricardo Torres Ruiz, Asesor Regional en Calidad de Agua, CEPIS/OPS/OMS

### CONTENIDO

	<b>Página.</b>
1. Introducción	1
2. El espacio de la cuenca rural	2
3. Marco para la seguridad del agua de bebida (MSA)	4
4. Planes de Seguridad del Agua (PSA)	6
5. ¿Qué es un APPCC?	9
6. Articulación del Marco de Seguridad de Agua / Planes de Seguridad de Agua con los elementos de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos	14
7. Conclusiones y Recomendaciones	17
8. Referencias Bibliográficas	18
Anexo 1	19

**Resumen:** La gestión integrada de los recursos hídricos es una de las bases del desarrollo sostenible. Todos usamos agua, y su gestión es en consecuencia una acción y responsabilidad compartida. Es frecuente sin embargo que cada actor – bien sea como sector o como individuo, se desempeñe aislado en persecución de sus propios objetivos. Es imperativo para la gestión del agua y para el desarrollo del país que cada actuación – al perseguir sus objetivos – contribuya y fortalezca la gestión integrada del recurso hídrico. Los Planes de Seguridad del Agua (PSA) o Water Safety Plans (WSP) sintetizan uno de los objetivos principales de la Organización Mundial de la Salud en relación a la importancia del agua, el saneamiento y la higiene para la salud y el desarrollo <sup>(12)</sup>. Los PSA constituyen la forma más eficaz de garantizar sistemáticamente la seguridad del agua potable mediante un planteamiento de evaluación integral y gestión de riesgos que abarca todas las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca de captación hasta la llegada al consumidor. Este enfoque se basa en los principios y conceptos aplicados en otros sistemas de gestión de riesgos, particularmente en el sistema de barreras múltiples, el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, APPCC (HACCP, por su siglas en inglés) aplicado en la industria alimentaria y la importancia de la protección de las fuentes. La protección de las fuentes es de especial relevancia para lograr un salto cualitativo en el proceso de extracción, tratamiento, distribución y consumo del agua potable por las poblaciones. Por esto es importante generar instrumentos que permitan un trabajo inter-institucional a nivel de cuenca para desarrollar los PSA que se sumen a los instrumentos generados para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH), que no son más que un conjunto de conceptos, instrumentos y valores al servicio del desarrollo. Se propone una metodología para la articulación del Planes de Seguridad del Agua con la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en las cuencas. Se postula finalmente que esta articulación debe beneficiar las acciones sectoriales, en este caso la gestión de la calidad del agua de bebida al tiempo que fortalece la gestión integrada de agua en una cuenca.

**Palabras claves:** *Abastecimiento de Agua; Salud Pública; Planes de Seguridad del Agua (PSA); Marco de Seguridad de la Calidad del Agua (MSA); Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH); Desarrollo Sostenible; Cuencas Rurales.*

## Planes de Seguridad del Agua de Consumo Humano en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

### 1. Introducción

**1.1. Objetivo:** El presente trabajo propone un mecanismo para integrar los conceptos de los Planes de Seguridad del Agua (PSA) dentro del Marco para la Seguridad del Agua de la OMS con los instrumentos de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos GIRH en virtud de que a) No se tiene actualmente en forma explícita, y b) Se pretenden conseguir mutuos beneficios y sinergias en el desarrollo de los PSA y la GIRH.

**1.2. Antecedentes:** En marzo del 2004, la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó la nueva guía de calidad del agua de bebida en su Tercera Edición <sup>(7 y 11)</sup>. Posteriormente en el 2006 y 2008 publicó las adendas 1 y 2 respectivamente. En este año 2009 la OMS con apoyo de su Comité de Expertos se encuentra debatiendo los temas a incluir en la cuarta edición de sus Guías que espera publicar en el 2010. Las guías están dirigidas principalmente a los reguladores de agua y salud, políticos y sus asesores, para asistirlos en el desarrollo de normas nacionales y como material de consulta sobre los peligros que ofrecen determinadas sustancias químicas. Al respecto, se debe tener en cuenta que las Guías de Calidad de Agua de Bebida o Agua para Consumo Humano de la OMS es un documento que brinda pautas para elaborar la lista de concentraciones máximas para una serie de contaminantes que usualmente se encuentran en el agua de bebida y al respecto brinda una amplia información sobre los aspectos epidemiológicos, toxicológicos y de vigilancia, y en la actual versión, sobre planes de seguridad y lineamientos para su aplicación en circunstancias específicas. De relevante importancia son en el medio rural las circunstancias específicas vinculadas con el manejo del agua a nivel del domicilio, en especial con técnicas sencillas de tratamiento y almacenamiento en recipientes seguros del agua para el consumo, la higiene, la preparación de alimentos y la limpieza. La OMS señala que las mejoras de la calidad del agua en el lugar de uso reducen, por sí solas, en un tercio o más, la morbilidad debida a enfermedades diarreicas <sup>(8)</sup>.

**1.3. Alcances:** El documento se enfoca a un análisis de los componentes de un PSA en un sistema de abastecimiento de agua rural y su contexto de la cuenca rural. Resalta la necesidad de crear una articulación con la GIRH y sus instrumentos a cada paso de su implementación: al momento de su planificación inicial; creando sinergias con los programas de GIRH, aportando información operacional.

Esta dirigido a los sistemas de abastecimiento principalmente rurales, resaltando la necesidad de desarrollar PSA de mejoramiento gradual. El principio de gradualidad es importante de cara a lo propuesto para sistemas urbanos, para los cuales es necesario alcanzar los objetivos basados en salud reglamentados y el desarrollo de cada uno de los componentes de los PSA basados en la evaluación del sistema, análisis de peligros, caracterización de riesgos e identificación de puntos críticos de control, en las diferentes etapas del proceso. Esto seguido de las respectivas medidas de control que apuntan al cumplimiento de límites críticos de operación, verificables y validados dentro de un acercamiento sistémico de gestión (ISO 9001:2000) y de la metodología de la APPCC (HACCP por su sigla del inglés).

Para el análisis de la GIRH se tomarán sus elementos básicos de: políticas, legislación, institucionalidad, regulación, tecnología, factores sociales y económicos, todos desde la singular perspectiva de la cuenca y la comunidad rural. Se analiza a cada paso como los PSA al avanzar hacia sus objetivos de salud pública y calidad del servicio, contribuyen y se benefician de la GIRH en la cuenca.

## 2. El espacio de la cuenca rural

Se utiliza el marco de sostenibilidad para caracterizar la cuenca rural y los pequeños y medianos abastecimientos de agua y saneamiento presentes. El marco de sostenibilidad contempla las dimensiones sociales, ambientales y económicas - su situación y su tendencia en el proceso de desarrollo sostenible.

Física o ambientalmente una cuenca puede ser definida como un espacio de escorrentía natural de agua hacia un curso determinado. Así caracterizado, puede analizarse la producción, destino y usos del agua. El agua es normalmente producto de la precipitación como lluvia, nieve o granizo. Incluye eventualmente afloramientos de aguas subterráneas de cuencas vecinas. El agua puede almacenarse en casquetes de nieve o glaciares, fluir a través de cursos de agua y ríos, almacenarse en lagunas y percolar hacia acuíferos subterráneos que eventualmente pueden dar lugar a afloramientos o manantiales (estos últimos muy relevantes para los abastecimientos rurales de agua). Toda discusión actual sobre la producción de agua y sus regimenes de almacenamiento o flujo natural, deben considerar las fluctuaciones en el clima que serán la tónica de las décadas por venir. Las consecuencias y patrones están aun por figurar en su plenitud, pero ya son evidentes los desplazamientos de las épocas de lluvias, las concentraciones de las lluvias en espacios y tiempos causando inundaciones, las sequías, el derretimiento de los glaciares y casquetes nevados. Concomitante a esto son las alteraciones en las temperaturas incluyendo friajes y heladas.

Las diversas actividades humanas en el espacio de la cuenca rural hacen uso extensivo del recurso agua. Si bien hay un uso predominante agropecuario, están también la minería, la pequeña industria (ej. agro industria de exportación de productos de alto valor como alcachofas, café), y eventualmente plantas hidroeléctricas y el turismo (ej. turismo vivencial). Están luego los sistemas de agua y saneamiento. Los asentamientos rurales son tradicionalmente comunidades dispersas de algunos pocos cientos o miles de pobladores. Característicamente abstraen agua de las fuentes, ocasionalmente con fases de potabilización (filtración y desinfección con cloro) o simplemente almacenamiento y distribución (Ver

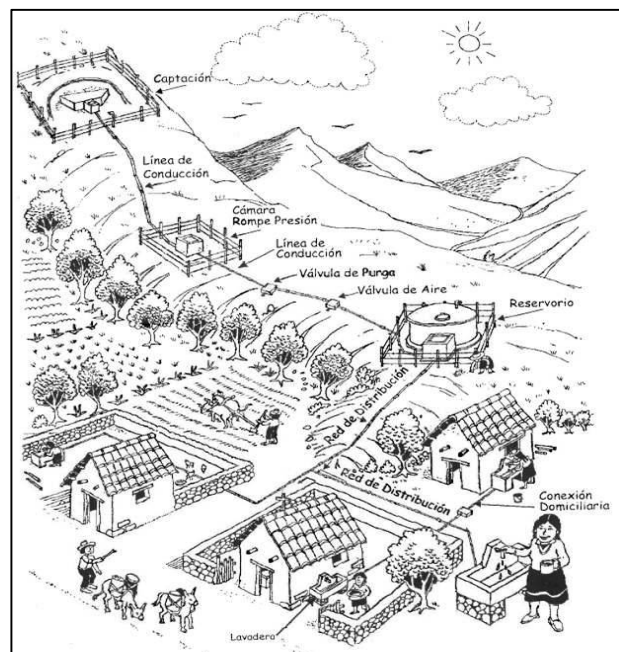


Figura 1. Sistema genérico de distribución de agua en comunidad rural

figura 1). Dependiendo del tamaño pueden incluir un alcantarillado y raramente un sistema de tratamiento de aguas residuales operativo. Es más común la disposición in-situ de excretas mediante letrinas o pozos sépticos. Es común que la concepción, diseño y construcción, y/o la operación, administración y mantenimiento presenten deficiencias que conspiran contra una calidad adecuada de los servicios para los pobladores rurales. Las diferentes actividades humanas generan crecientemente desechos y contaminación: sustancias químicas, pesticidas, materia orgánica, residuos sólidos y patógenos. La agricultura puede utilizar dos terceras partes del recurso; el abastecimiento de agua potable es un segundo uso consumativo que en la mayoría de las legislaciones de los países relativas al agua, es priorizado y puede usar un orden de magnitud de agua mayor que la pequeña minería e industria. La generación hidroeléctrica devuelve las aguas turbinadas al cauce mas tiene un impacto con sus embalses y regulación de flujos. La tendencia general es su deterioro en calidad y cantidad del recurso hídrico.

La economía de las cuencas rurales es predominantemente extractiva y asociada a las actividades productivas mencionadas. La producción agropecuaria – la fuente de empleo e ingresos predominante para la mayoría de la población, se da en diversos pisos ecológicos de la cuenca. Es una práctica ancestral que brinda seguridad relativa a las familias en la eventualidad de que la producción de un piso falle, especialmente debido al clima y por extensión al agua. Es válido generalizar diciendo que la “población económicamente activa” es en efecto toda la población. Niños y niñas, mujeres y adultos mayores y de tercera edad. Los hombres jóvenes migran con mayor facilidad. Los ingresos de familias pobres rurales son incrementados con transferencias de programas sociales, en oportunidades en efectivo como el programa JUNTOS en el Perú pero que encuentra símiles en otros países. La economía de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento está basada en tarifas limitadas para la operación y mantenimiento. Salvo cambios significativos socio-económicos, las cuencas rurales tienden a la descapitalización.

Los patrones sociales en una cuenca rural están dominados por elementos culturales; el agua es central como elemento de la producción y de interrelación entre las gentes (ej. los trabajos comunales en los canales de riego). El uso del agua conlleva prácticas ancestrales; las propuestas de institucionalidad moderna deben conciliarse con derechos consuetudinarios implantados a través del tiempo. Los actores productivos (campesinos agrícolas, minas, industrias, hidroeléctricas), ONGs y autoridades (Gobierno Regional, Alcaldías, líderes comunitarios, el cura) en la cuenca rural tienen objetivos diversos que deben conciliarse en aras de una gestión integrada y sostenible del recurso hídrico y del suelo. Las Juntas Administradoras de Agua Potable y Saneamiento, constituidas con los proyectos de agua potable rural reflejan la estructura de poder, organización y conflictos de la comunidad. Normalmente constituidos por un presidente, un secretario, un tesorero y un responsable por la operación y mantenimiento. En general los esquemas – así sean rotados y por elección en la comunidad – no generan los equilibrios que una sana separación de funciones conlleva. Simplemente, uno por uno, los sistemas no poseen la masa crítica mínima para generarla. Lo que hace más importante la participación de agentes externos que brinden capacitación y apoyo a las comunidades para operar, mantener y administrar los sistemas rurales y las pequeñas localidades. La cuenca rural es especialmente vulnerable a cambios en las dinámicas productivas y el cambio en el clima, ambos con efectos directos en la calidad y volúmenes de agua disponibles. La migración y descapitalización social y económica son una tendencia.

En resumen, la cuenca rural enfrenta retos sociales, ambientales y económicos que su viabilidad y desarrollo sostenible. Muchos de estos retos están íntimamente asociados con el agua. La gestión integral de los recursos hídricos por cuencas es un instrumento probado y explícito en la normatividad nacional. Adicionalmente el agua para consumo humano es priorizada en la misma normatividad y los servicios seguros y sostenibles de abastecimiento de agua y saneamiento son la única garantía de hacer realidad esta prioridad. Un instrumento orientado a garantizar la seguridad y sostenibilidad de los servicios de agua de bebida son precisamente los PSA que introduciremos en la siguiente sección junto con los mecanismos para articularla con la GIRH en una cuenca.

### 3. Marco para la Seguridad del Agua de Bebida (MSA)

La tercera edición de las Guías de Calidad del Agua de Bebida de la OMS del año 2004, establece que la calidad del agua de bebida puede ser controlada mediante la protección combinada de la fuente de agua, los procesos de tratamiento, la gestión de la distribución y el manejo del agua a nivel casero.

El control de la calidad de agua bajo este nuevo concepto se conoce como aseguramiento de la calidad del agua, y demanda un control microbiano y químico, requiriendo el desarrollo de planes de gestión que deben ser convertidos por los abastecedores de agua en “Planes de Seguridad del Agua” (PSA).

De esta manera, el proceso de control de la calidad del agua a diferencia de lo tradicional se convierte en una actividad preventiva, antes que correctiva y consta de cinco componentes <sup>(3)</sup>:

- Objetivos basados en salud y establecidos en función de la evaluación de los aspectos de salud;
- Evaluación del sistema para determinar si el agua suministrada satisface los objetivos de salud;
- Monitoreo operacional de las medidas de control;
- Gestión de los planes de seguridad del agua, la que documenta la evaluación del sistema, los planes de monitoreo y las acciones emprendidas en condiciones normales u ocasionales, entre otros; y
- Vigilancia que verifica que todo lo anterior opera apropiadamente

La Figura 2 visualiza la interrelación de los cinco componentes que aseguran la calidad del agua de bebida:

Figura 2.- Interrelación de componentes para el aseguramiento del agua de bebida



Fuente: Adaptado de las Guías de Calidad del Agua de la OMS – 2004

Los objetivos basados en salud es una decisión política y establecida por la más alta autoridad de salud en consulta con los abastecedores y consumidores, reflejándose en leyes reglamentos y normas técnicas. (Ver Tabla 1)

**Tabla 1. ¿Que significa “Objetivos Basados en Salud” para el proveedor del servicio de agua potable?**

Tipo de objetivo	Naturaleza del objetivo	Aplicaciones típicas	Evaluación	Interpretación del proveedor del servicio de agua para los Planes de Seguridad del Agua
<b>Resultado en la salud</b>				
Con base en la epidemiología	Reducción en la incidencia o prevalencia de enfermedades detectadas	Peligros microbiológicos o químicos con carga de enfermedad alta relacionados con el agua	Vigilancia de la salud pública y epidemiología analítica	La calidad del agua, el desempeño y los objetivos tecnológicos deberán ser interpretados por el proveedor del servicio de agua
Con base en la evaluación del riesgo	Nivel de riesgo tolerable de los contaminantes en el agua potable, absoluta o como una fracción de la carga total de todas las exposiciones	Peligros microbiológicos o químicos en situaciones donde la carga de morbilidad es baja no puede medirse directamente.	Evaluación cuantitativa de riesgos.	
<b>Calidad del Agua</b>				
	Valor guía aplicado a la calidad del agua	Constituyentes químicos encontrados en fuentes de agua	Medición periódica de los constituyentes químicos clave para evaluar el cumplimiento con los valores guías pertinentes	Pueden interpretarse para los constituyentes químicos que tienen sus efectos mediante la exposición crónica y ser vigilados fácilmente. Para otros constituyentes químicos y microbiológicos se requerirá sean interpretados por el proveedor del servicio de agua ya sea en los objetivos de desempeño o tecnológicos.
	Valores guía aplicados en procedimientos de prueba para materiales y químicos	Aditivos químicos y sub-productos	Procedimientos de pruebas aplicados a los materiales y químicos para evaluar su contribución a la exposición del agua potable tomando en cuenta las variaciones en el tiempo.	
Tipo de objetivo	Naturaleza del objetivo	Aplicaciones típicas	Evaluación	Interpretación del proveedor del servicio de agua para los Planes de Seguridad del Agua
<b>Desempeño</b>				
	Metas de desempeño genéricas para la remoción de grupos de microbios	Contaminantes microbianos	Evaluación del cumplimiento a través de los sistemas de evaluación y monitoreo operativo	Puede ser aplicado directamente por el proveedor del servicio de agua en cuanto a la especificación de diseño del sistema donde las tecnologías son seleccionadas basándose en su capacidad para alcanzar las metas de desempeño.
	Metas de desempeño específicos para la remoción de grupos de microbios	Contaminantes microbianos	Una evaluación individual procedería como arriba, revisada por la autoridad en salud pública; luego se procedería como anteriormente	
	Valores guía aplicados a la calidad del agua	Umbrales químicos con efecto en la salud que varían ampliamente (e.g. metales, pesticidas)	Evaluación del cumplimiento a través de los sistemas de evaluación y monitoreo operativo	
<b>Tecnología específica</b>				
	Autoridades nacionales explican procesos específicos para dirigir adecuadamente los constituyentes con efectos sobre la salud (e.g. genérico/modelo de planes de seguridad del agua para una cuenca no protegida)	Constituyentes con efectos sobre la salud en pequeñas municipalidades y suministros de agua comunitarios.	Evaluación del cumplimiento a través de los sistemas de evaluación y monitoreo operativo	Puede ser aplicado directamente por el proveedor del servicio del agua mediante el cumplimiento de los requisitos tecnológicos

Fuente: Adaptado del Manual (en borrador) sobre Planes de Seguridad del Agua de la OMS – 2007

#### 4. Planes de Seguridad del Agua (PSA)

- 4.1. Concepto:** Es un planteamiento integral basado en la evaluación y manejo del riesgo para la salud para optimizar la seguridad del agua potable y un enfoque sistémico, de base científica en el manejo del riesgo, para optimizar la seguridad del agua potable desde la cuenca de captación hasta su llegada al consumidor, con el fin de proteger la salud de la población. El PSA es un sinónimo de inocuidad que asegura la calidad sanitaria del agua, ayudando a evitar que peligros físicos, químicos, microbianos y organolépticos, pongan en riesgo la salud del consumidor o el rechazo del agua, a través de sistemas de control orientados a la prevención, en lugar de solo un análisis del producto final, lo que configura un propósito muy específico vinculado con la salud de la población <sup>(5)</sup>.
- 4.2. Objetivo:** El objetivo principal de un PSA es el aseguramiento de las buenas prácticas de abastecimiento de agua de bebida a través de la minimización de la contaminación de las fuentes de agua, la reducción o el retiro de la contaminación por medio de procesos de tratamiento (barreras); y la prevención de la contaminación durante el almacenamiento, la distribución y la manipulación del agua a nivel intradomiciliario. Estos objetivos son igualmente aplicables a los grandes y pequeños sistemas de abastecimientos de agua de bebida, así como a pequeñas instalaciones (hoteles y hospitales) e incluso a nivel casero;
- 4.3. Componentes de un PSA:** El PSA se ejecuta en función de los objetivos de salud establecidos para cada sistema. Comprende la evaluación del sistema, el diseño del monitoreo operacional y la gestión, incluyendo la documentación y comunicación. Está basado en principios y conceptos de: a) estrategia de barreras múltiples; b) análisis de peligros y puntos críticos de control, APPCC (HACCP, por su sigla en inglés); y c) enfoque sistémico de gestión <sup>(4)</sup>.

**Evaluación del Sistema:** Determina si la cadena del sistema de abastecimiento de agua potable como un todo, puede suministrar agua de la calidad requerida para el cumplimiento de los objetivos basados en salud; evalúa el sistema de abastecimiento haciendo una valoración del peligro, caracterizando el riesgo e identificando y priorizando medidas de control; y valida la veracidad de la información de base.

**Monitoreo Operacional:** Proceso de observaciones planificadas o mediciones para evaluar si las medidas de control, establecidas en función de límites críticos, en el sistema de agua están funcionando correctamente. (Basado en observaciones simples o pruebas rápidas, en lugar de pruebas microbianas o químicas complejas que hacen parte de la validación – obtención de evidencias - y verificación – chequeo del producto final). El Monitoreo depende de establecer los principios de ‘qué’, ‘cómo’, ‘cuándo’ y ‘quién’. En la mayoría de los casos, el monitoreo rutinario se basará en simples ensayos u observaciones, tales como la turbiedad y cloro residual o la integridad estructural, en vez de pruebas microbianas o químicas complejas. Las pruebas complejas se aplican generalmente como parte de las actividades de validación y verificación, y no en el monitoreo operacional o los límites críticos.

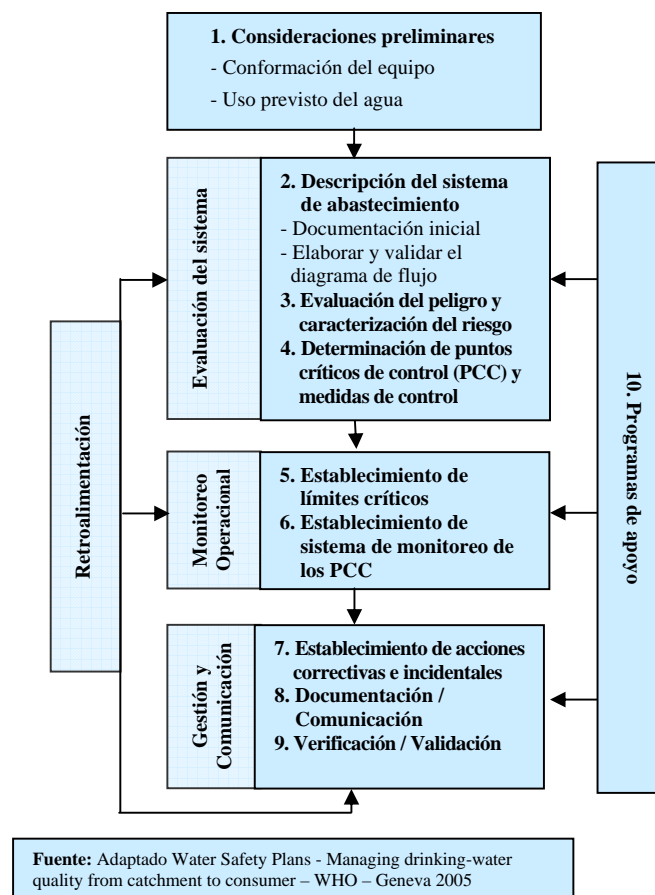
**Planes De Gestión, documentación y comunicación:** Describe las acciones a ser tomadas bajo condiciones de operación normal o eventuales; documenta la evaluación del sistema

(incluyendo actualización y mejoramiento), así como los planes de supervisión; comunica y ejecuta programas de apoyo.

La documentación se realiza sobre todos los aspectos vinculados con la gestión de la calidad del agua potable, describiéndose los procedimientos y las actividades ejecutadas; la comunicación es un mecanismo que involucra al consumidor y al proveedor del servicio de agua de bebida, por el cual este último comunica al consumidor la calidad del agua suministrada, aceptando sugerencias y la participación de la comunidad.

Para desarrollar los PSA y sus componentes, tendríamos que vigilar el cumplimiento de los 10 pasos, presentados en la Figura 3, dentro de los cuales se encuentran los 3 componentes esenciales ya revisados, de: Evaluación del Sistema, Monitoreo Operacional y de Gestión, descritos en la Figura 2.

**Fig. 3 - Pasos para desarrollar los PSA:**



**4.4. Beneficios de un PSA:** Los beneficios del PSA se traducen para el prestador del servicio en una reducción de reclamos y para la supervisión oficial, en un menor número de las inspecciones y de ahorro de recursos, y para el consumidor en la posibilidad de disponer de agua inocua. A su vez, los beneficios del PSA se traducen en: a) ordenamiento integral y detallado de riesgos; b) priorización y aplicación de medidas de control; y c) sistema

organizado y estructurado para reducir al mínimo las fallas de la gestión, mediante la aplicación de planes de contingencia para responder a fallas del sistema y a peligros imprevistos.

**4.5. Implementando un PSA en un Sistema Rural de Abastecimiento de Agua:** Los sistemas pequeños de abastecimiento de agua y más en el medio rural son los más vulnerables para la contaminación del agua y con mayor facilidad salen de operación. En la Región de Latinoamérica y el Caribe, la mayor proporción de personas que acceden a agua no segura se encuentran en las áreas rurales que son servidas por sistemas pequeños de agua.

Ciertamente es más complicado aplicar los procedimientos estandarizados en el Manual de Planes de Seguridad del Agua de OMS <sup>(1, 12)</sup> a los sistemas rurales y de pequeñas comunidades. A diferencia de los sistemas urbanos de agua, sí la evaluación de riesgos indica que no se pueden alcanzar los objetivos internacionales/nacionales basados en salud, entonces estos objetivos de salud deberán utilizarse para adaptarlos en un PSA mejorado gradualmente. De acuerdo con la OMS <sup>(10)</sup> la utilización de un PSA de mejoramiento gradual representará un alto riesgo de protección de la salud pública, hasta que:

- Se alcancen las necesidades de la comunidad
- Se maximice el uso de los recursos disponibles y,
- Se mantenga un amplio apoyo, empoderamiento y responsabilidad de la comunidad.

Los sistemas de agua en pequeñas comunidades rurales requieren de apoyo externo e independiente de nivel nacional, departamental y/o local en varias áreas como:

- Entrenamiento y educación;
- Asesoramiento técnico;
- Apoyo financiero y de gestión;
- Monitoreo del servicio y de la calidad del agua; y
- Vigilancia y evaluación independiente.

El desarrollo inicial de un plan de seguridad involucra diversas tareas señaladas en el siguiente listado. Cada tarea en el desarrollo del plan de seguridad es en sí un mejoramiento en la gestión de los abastecimientos pequeños de agua y pueden ser revisados o actualizados en cualquier momento.

- |           |  |
|-----------|--|
| Tarea 1 - | Comprometer a la comunidad y reunir el equipo  |
| Tarea 2 - | Identificar los objetivos de la comunidad  |
| Tarea 3 - | Describir el abastecimiento de agua de la comunidad  |
| Tarea 4 - | Identificar riesgos potenciales y eventos peligrosos y evaluar los riesgos   |
| Tarea 5 - | Desarrollar e implementar un plan para alcanzar todos los objetivos basados en salud o un plan gradual de mejoramiento |
| Tarea 6 - | Documentar los procedimiento de gestión  |
| Tarea 7 - | Establecer y/o participar en monitoreo y vigilancia  |
| Tarea 8 - | Participar o establecer programas de apoyo   |
| Tarea 9 - | Planificar revisiones periódicas   |

En los sistemas comunitarios rurales, debe darse especial atención en el diseño del PSA y la valoración de los Puntos Críticos de Control, al manejo intradomiciliario del agua, por considerar su manejo de especial riesgo de contaminación microbiológica. Especial atención deberá darse al tratamiento del agua en el domicilio en circunstancias en que no se conozca bien la calidad del agua que se utiliza o sabiendo que la misma no es apta para su consumo. De igual manera al almacenamiento seguro del agua de manera a reducir el riesgo de que ésta se contamine o re-contamine. Diversas técnicas de tratamiento pueden citarse: el hervor, la filtración, la desinfección química o solar, la floculación para eliminar la turbidez y otras técnicas. Para el almacenamiento seguro pueden utilizarse recipientes de boca estrecha, con filtros y cubiertas de protección y dispositivos de dispensación, como grifos o llaves de paso <sup>(9)</sup>.

## 5. ¿Qué es un APPCC? (HACCP por su sigla en inglés)

El APPCC es el acrónimo para resumir la metodología de “Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control”, que inicialmente fuera desarrollada por la industria procesadora de alimentos para garantizar la seguridad y calidad de los alimentos (*Codex Alimentarius*, 1993). Es un enfoque preciso para la identificación de problemas en puntos críticos desde el inicio hasta el final del proceso, para monitorear e identificar los pasos para solucionar algún evento atípico. Estos problemas puntuales son referidos como Puntos Críticos de Control. El proceso APPCC permite al operador del sistema identificar los límites para cada punto crítico de control identificado; para establecer los requisitos de vigilancia; evaluar la información y tomar la acción correctiva. El concepto del Plan APPCC es regular las actividades de sentido común para garantizar que las acciones correctas sean tomadas a tiempo, un buen control del registro y verificación de los resultados sean ejecutados lo más pronto posible. El sistema, por lo tanto, se encuentra en revisión y modificación permanente para adaptar áreas de riesgo no incluidas, y/o cambios en los riesgos a tiempo <sup>(6)</sup>.

Existen otras estrategias de gestión muy conocidas (la serie ISO y los Planes de Seguridad del Agua de la OMS) utilizadas en la gestión ambiental. Estas pueden abarcar mucho más que los procesos de operación y son usualmente bastante caras para cumplir y obtener la acreditación. Estas incluyen, pero no están limitadas a, programas ISO 9001/14001, plan de gestión de emergencia, programa de mantenimiento, etc. El APPCC tiende a brindar un enfoque que puede ser cumplido por las municipalidades, grandes o pequeñas, y puede ser mejor manejado financieramente. Los resultados son, entre otras cosas, mejoramiento en la calidad del agua, fiabilidad, estética, responsabilidad a los consumidores y una disminución en el número y frecuencia de incidentes.

Para garantizar la propuesta “de la cuenca al consumidor” para la gestión de la calidad del agua potable, los requisitos deberán incluir el nexo con otras organizaciones u autoridades en la cuenca: La preparación del Plan APPCC es mucho más que el personal para las instalaciones de tratamiento del agua.

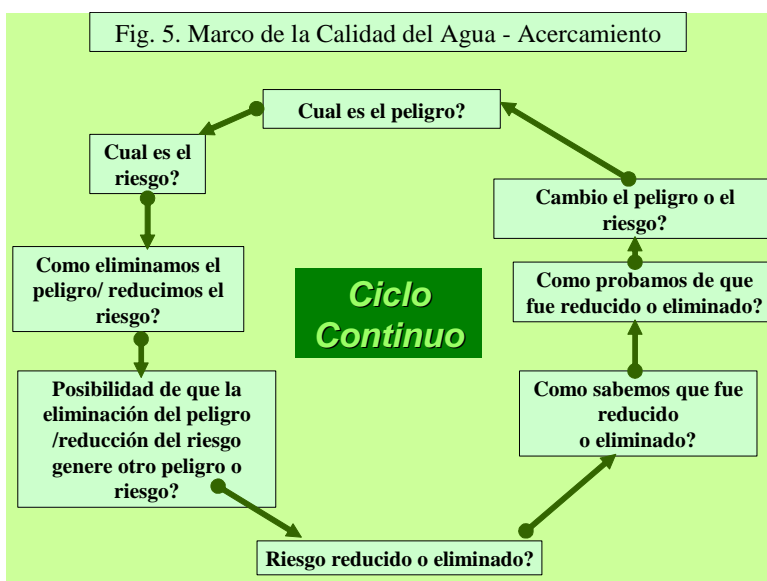
Cada sistema de agua potable será diferente y requerirá la familiarización del personal. Por ejemplo, si la municipalidad toma agua de ambas fuentes superficial y subterránea, se debe desarrollar un plan para cada sistema hasta llegar al punto de tratamiento si este es común para ambos. Cada sistema es único y debe ser tratado como tal.

La Figura 4 proporciona una visión de los siete principios generales en el proceso de APPCC en el orden que son realizados. Esta sección central ha sido desarrollada como base para el desarrollo del plan APPCC para cada segmento de un sistema de agua potable, siguiendo la propuesta multi barreras.

El elemento clave del PSA, aplicando la metodología del APPCC, para prevenir los peligros a nivel de cuenca, captación, tratamiento, distribución y consumidor es la identificación de los *Puntos Críticos de Control (PCC)*, de modo que al ejercer control sobre estos puntos se logra que los problemas de calidad puedan ser detectados y corregidos antes que el producto salga para su distribución y/o consumo, minimizando el análisis por muestreo del agua en el sistema de distribución, el cual lo diferencia del control total de calidad, que es más reactivo que preventivo.



5.1. **Análisis de Peligros, Evaluación de Riesgos y Eventos Peligrosos:** En términos generales existen innumerables peligros y eventos peligrosos que pueden ocurrir pero que no están bajo el control del operador. Los peligros que no pueden ser controlados deben ser vigilados, y estar preparados para predecir y reaccionar ante el evento. Estos estarán normalmente fuera del Plan APPCC. Los peligros son usualmente discutidos en términos de si son biológicos, químicos, o físicos y si es posible que ocurran o no y con qué frecuencia. En el Anexo 1 (Cuadros 1 al 4) se dan varios ejemplos de los tipos de peligros y los eventos peligrosos asociados en la cuenca, en el sistema de tratamiento, en la red de distribución y en las instalaciones del consumidor final. No son exhaustivos.



El manejo efectivo de riesgos requiere de la identificación de los peligros potenciales, sus fuentes y sucesos peligrosos potenciales y una evaluación del nivel de riesgos que presenta cada uno, las causas y la magnitud de estos. Dentro de este contexto, es importante

evaluar en cada etapa del sistema la variación del nivel, causa y magnitud del riesgo en un ciclo continuo, de acuerdo a lo representado en la Figura 5.

Los riesgos potenciales o eventos peligrosos pueden afectar el proceso del tratamiento de agua y el sistema de distribución e influir en la calidad del producto. Las tablas presentadas más abajo brindan ejemplos pero no son exhaustivos. Las condiciones locales pueden influir en la presencia y incidencia de los eventos de riesgo o peligrosos.

Las Tablas se presentan de la siguiente manera: Tabla 2 relativa a la cuenca y la Tabla 3, relativa a la planta de tratamiento y los sistemas de distribución y almacenamiento; estos son los lugares donde los riesgos y los eventos peligrosos pueden ocurrir. A pesar de que el efecto en la planta de tratamiento de agua puede variar en magnitud dependiendo de la distancia entre el evento y la planta o la capacidad del río para mitigar el “evento de contaminación”, por ejemplo, los listados en los cuadros se presentan para ayudar al responsable del tratamiento de agua para anticipar qué podría degradar la calidad del agua tratada y prevenir potencialmente que pueda ocurrir su deterioro.

Para facilitar la identificación de efectos potenciales asociados con los riesgos o eventos peligrosos, los listados en los cuadros se relacionan a códigos para los diversos contaminantes. Generalmente, los contaminantes son referidos en cuatro categorías, que son:

B: Biológico (contaminantes microbiales: patógenos, algas, etc.).

Q: Químico (contaminantes químicos: metales, pesticidas orgánicos, fertilizantes, etc.).

F: Físico (sólidos, turbiedad, color, olor, etc.).

Estos se describen detalladamente en las Tablas 2 y 3. Sin embargo, existen otros riesgos/eventos peligrosos que pueden ser catalogados como “otros”. Estos incluyen, pero no están limitados a: inundaciones, problemas de seguridad, fallas de energía, pandemias, fallas en represas, falla de equipos, pérdida de presión de agua, fallas en el control de supervisión y adquisición de información, etc. <sup>(6)</sup>

**Riesgos biológicos:** Debido a su habilidad para propagar rápidamente enfermedades severas, los microorganismos causantes de enfermedades son el mayor riesgo para los consumidores. Consecuentemente, como los servicios de abastecimiento de agua potable trabajan para controlar todos los riesgos relacionados con el agua potable, las medidas para controlar el riesgo biológico no deben estar comprometidas. El control de riesgos biológicos tiene preeminencia sobre la preocupación en el uso del cloro y la creación de subproductos de desinfección. Los riesgos biológicos por enfermedades de transmisión hídrica incluyen organismos bacterianos, virales y parásitos. Estos organismos están comúnmente asociados con residuos fecales humanos y otros animales, y algunos pueden producirse naturalmente en el ambiente. A pesar de que la mayoría de bacterias no son patogénicas, los patógenos tales como el E.coli O157, la Legionella, el Campilobacter, la Salmonella, la Shigella y el Vibro Colarae, como los de mayor significancia, están comúnmente asociados con las enfermedades de transmisión hídrica. Los virus de preocupación son, pero no están limitados a Enterovirus, Hepatitis A y E, Rotavirus y Norovirus. Los Protozoarios de preocupación incluyen a la Giardia, Entamoeba Histolítica, y Criptosporidium; estos son contaminantes comunes en cuerpos naturales de agua superficial. La mayoría de patógenos de transmisión hídrica son removidos o inactivados mediante medidas de control apropiadas tales como:

dosificación de cloro y filtración. Las medidas de control post-tratamiento deben incluir mantenimiento de cloro residual en los sistemas de distribución.

**Riesgos químicos:** Los riesgos químicos en el agua potable pueden provenir de la fuente de agua o de los químicos utilizados en el tratamiento, o ser causados por otras fuentes dentro del sistema de distribución. Principalmente para cuencas rurales deben observarse los agroquímicos y los metales. Los riesgos químicos pueden evitarse o manejarse implementando medidas de control apropiadas tales como la protección de la fuente, controles en equipos de dosificación, procesos de tratamiento y procesos de optimización.

**Riesgos físicos:** Los riesgos físicos pueden resultar de la contaminación y/o procedimientos deficientes en diferentes puntos de la cadena desde la fuente hasta el consumidor, así como por tormentas y avenidas. Las partículas son el riesgo físico más común asociado con el agua potable y son de interés ya que podrían transportar con ellos riesgos microbiológicos e interferir en la eficiencia del sistema de desinfección. La vigilancia de los niveles de turbiedad es una actividad precursora esencial como medida de control en el sistema de tratamiento. Las medidas de control en la fuente pueden incluir barreras vegetativas o zonas de amortiguación en todas las interfaces agua/tierra. Si se producen sedimentos en el agua subterránea debido a propiedades de formación natural, sería necesario filtrarla. Están por supuesto también los daños asociados con desastres naturales como inundaciones, sequías, terremotos, vulcanismo, etc.

**Tabla 2: Gestión de la Cuenca por la Empresa de Abastecimiento de Agua**

<b>SECTOR 1: AGRICULTURA</b>	Biológico (B)	Químico (Q)	Físico (F)
Diseminación de abono Uso de fertilizantes Uso de plaguicidas Erosión por escorrentía Animales en los ríos	B   B B	Q Q Q Q	F
<b>SECTOR 2: INDUSTRIA</b>			
Derrames Fugas Uso de bio-sólidos Minería	B B B	Q Q Q Q	
<b>SECTOR 3: RECREACIÓN</b>			
Campamentos Natación Navegación	B B	Q	F
<b>SECTOR 4: TRANSPORTE</b>			
Accidentes Estaciones de gasolina		Q Q	
<b>SECTOR 5: USO DE TIERRAS</b>			

Sistemas sépticos	B	Q	
Residuos domésticos		Q	
Horticultura		Q	
Aguas pluviales	B	Q	F
Deforestación	B	Q	F
Comercial			
<b>SECTOR 6: MUNICIPAL</b>			
Planta de tratamiento de aguas residuales	B	Q	F
Descargas de aguas residuales (by pass)	B	Q	F
Deforestación	B	Q	F
Aguas pluviales	B	Q	F
<b>SECTOR 7: EVENTOS</b>			
Inundaciones	B	Q	F
Sequías	B	Q	F
Incendios		Q	F
Terremotos	B		F

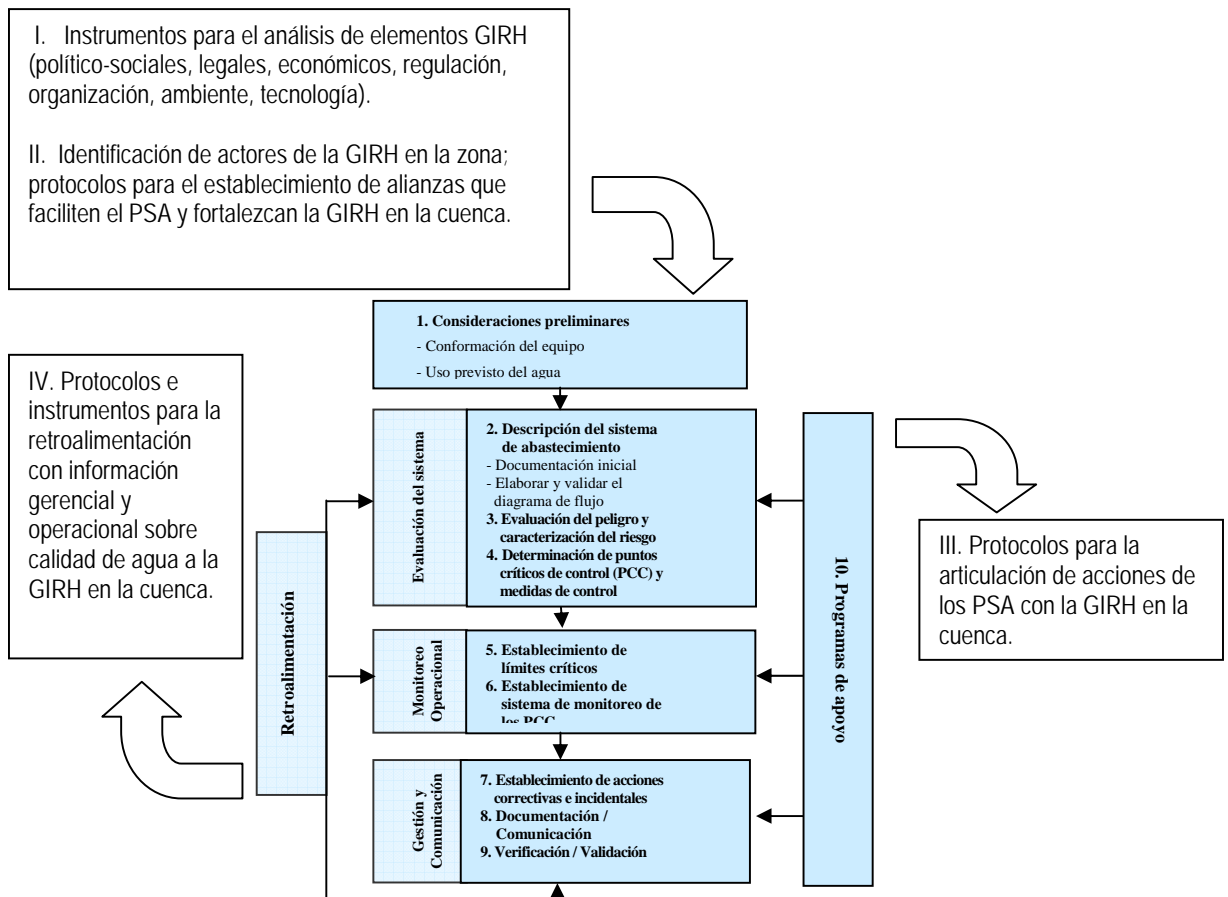
**Tabla 3: Planta de Tratamiento de Agua y la Gestión de Distribución y Almacenamiento por la Empresa de Abastecimiento de Agua**

	Biológico (B)	Químico (Q)	Físico (F)
<b>FALLA DEL EQUIPO</b>			
Falla en la energía (general, sector)	Posible efecto general		
Falla en dosificación (químicos)			
Falla en el bombeo (ajuste de flujo)			
Falla en mantenimiento (biofilms, corrosión, etc.)			
Fallas múltiples simultáneas			
Pérdida de presión	Infiltración en el sistema de distribución		
Falla en el refuerzo de desinfección	B		F
Falla en la represa o dique	Posible efecto general		
Pérdida de comunicación			
Falla en la tubería de agua	B		F
<b>FALLA EN EL PROCESO QUÍMICO (FUERA DE CONTROL / + o -)</b>			
Pre-oxidación	B	Q	
Coagulación/Floculación/Sedimentación	B	Q	F
Filtración	B	Q	F
Post-oxidación	B	Q	F
Desinfección	B	Q	
Ajuste de la composición química		Q	F
Desinfección (en reservorios, en camiones de agua)	B	Q	
Materiales de lixiviación		Q	F
<b>MISCELÁNEA</b>			
Falla física de los filtros (piso)			
Envío de químico equivocado			
Derrame de un químico en la planta			
Contaminación cruzada/ retro-sifonaje en la planta			
Agua con óxido			
Recursos humanos (huelgas, frustración, etc.)	Posible efecto general		
Roedores y otros animales en el reservorio	Posible efecto general		
Reflujo	B	Q	F

## 6. Articulación del Marco de Seguridad de Agua / Planes de Seguridad de Agua con los elementos de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos.

La GIRH es un conjunto de conceptos, instrumentos y valores al servicio del desarrollo <sup>(2)</sup>. Es un mapa de ruta – un objetivo hacia el que se debe construir en las diferentes cuencas, sujeto a los imperativos de sus actores y a los niveles de producción imperantes y/o deseados, y a la ecología de la zona. En la construcción y desarrollo de la GIRH se incluye una serie de elementos políticos, sociales, legales, organizacionales, regulatorios, económicos, tecnológicos y ambientales. Se proponen 4 instrumentos y protocolos de articulación como se muestra en la Figura 6 y se detallan a continuación.

**Figura 6. Uso del flujograma (□) de implementación de los PSA para detallar los instrumentos y protocolos para su articulación con la GIRH**



### I. Instrumentos para el análisis de elementos constitutivos de la GIRH

Postulamos como un principio de política para los MSA/PSA su articulación con la GIRH en la zona o la cuenca, y sin desvirtuar sus objetivos que el MSA/PSA se nutra de la institucionalidad de la GIRH y fortalezca su desarrollo. Operativamente se contempla la evaluación y gerencia de los elementos de la GIRH siguiendo la estrategia de evaluación de riesgos y control de puntos críticos. En detalle:

- a) Se toma como unidad de análisis cada elemento de la GIRH: político – social – organización – regulación – legal – económico – técnico – ambiental;
- b) Se analiza cada elemento desde la perspectiva básica del Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control: ¿cuál es el riesgo? - ¿cómo se maneja? - ¿cómo se verifica el control?
- c) Se utiliza la metodología de análisis FODA: Fortalezas y Debilidades internas del PSA y las Amenazas y Oportunidades que brinda la GIRH para el PSA. Por ejemplo una “amenaza” de la GIRH en lo social es que las condiciones de salud pública en una cuenca no estén priorizadas y que no exista asociación epidemiológica con la calidad del agua. Una oportunidad es que exista una institucionalidad GIRH establecida en la cuenca.

Para el manejo de cada “punto crítico de control” se hace un FODA básico: “fortalezas” de MSA/PSA para el manejo de “amenazas” de la GIRH, y “oportunidades” de la GIRH para el manejo de las “debilidades” del MSA/PSA. Por ejemplo en lo social: El análisis y los objetivos de salud pública explícitos en el MSA son incorporados en la GIRH. De no existir esta, son asumidos por el M de Salud quien asume rol de liderazgo. Ejemplos: cólera en los 90’s, parasitosis en la selva. O en lo económico: El PSA promueva el pago de tarifas reales como medio de eficiencia (sistema de agua) y protección ambiental (tratamiento de aguas residuales). El ejemplo puede extenderse a otros ámbitos de la gestión del agua en la cuenca.

Se define el medio de verificación. Por ejemplo en lo político: Participación del Ministerio de Salud en las deliberaciones del GIRH; políticas de salud son integrales a la gestión institucional en la cuenca;

- d) Se incorpora este análisis, acciones y definiciones en el protocolo de trabajo del PSA.

## **II. Identificación de actores de la GIRH en la zona; protocolos para el establecimiento de alianzas que faciliten el PSA y fortalezcan la GIRH en la cuenca.**

Es elemental a todo proyecto la identificación de los actores que afectan o se ven afectados por sus actividades. En esta etapa los actores a caracterizar son aquellos directamente asociados a la GIRH en la cuenca. La gestión del agua en el Perú está actualmente en una etapa de transición institucional, pero a manera de ejemplo: para las cabeceras de cuenca están INRENA y el Gobierno Regional; en la zona media baja IRH-ATDR, OSINERGMIN, MINCETUR, DIGESA, Ministerio del Ambiente, SENAMHI, INADE, PRONAMACHS; y para el litoral DICAPI y DIGESA. Estos son actores que debieran ser involucrados en los grupos de decisión y grupos técnicos para la elaboración de los PSA en cualquier contexto de cuenca, sea esta que involucre una comunidad rural o una urbana.

Así como es importante saber quienes son, es vital entender sus funciones y sus objetivos individuales. El FODA básico descrito en (I) dará derroteros para las alianzas necesarias y posibles de los PSA. Recordemos que los actores líderes del PSA incluyen a la JAAS o EPS local, el Ministerio de Salud y la SUNASS. Estos estarán sentados en las mesas de trabajo para la gestión del agua en la cuenca y serán parte integral de sus discusiones. Compartirán información y participarán en la toma de decisiones hacia los altos objetivos de salud pública en la zona y para garantizar las fuentes de agua necesarias para los servicios. La participación y las alianzas pueden

ser individuales a cada servicio de agua, o de necesidad colectiva para partes o el conjunto de la cuenca.

Los productos de estos dos primeros elementos (I y II) complementan el análisis y propuestas de I. – *Consideraciones Preliminares* del flujograma PSA en la Figura 3.

### **III. Protocolos para la articulación de acciones de los PSA con la GIRH en la cuenca.**

Claramente esta articulación va a ser específica a cada PSA. Se puede generalizar que las acciones en la cuenca orientadas a garantizar la calidad y cantidad de agua son de interés de los PSA. En virtud de que este trabajo trata sobre localidades rurales, el tema del alcantarillado, su vertimiento a cursos de agua y el tratamiento de las aguas residuales no es tratado en profundidad en este ensayo pero constituye un tema mayor para cuencas con presencia de ciudades o metrópolis. Debería también constituirse en un elemento de análisis en el continuo ciclo de mejoramientos sanitarios, cuando los sistemas rurales se transformen y amplíen por el crecimiento y desarrollo de sus poblaciones.

### **IV. Protocolos e instrumentos para la retroalimentación con información gerencial y operacional sobre calidad de agua a la GIRH en la cuenca.**

Existen muchos elementos de información en los PSA que pueden ser útiles a la gestión de la cuenca y cada caso determinará prioridades. Deseamos enfatizar en este espacio un elemento primordial: la calidad y cantidad de agua adecuada en la fuente, ahora y en el mediano plazo. Respaldados por objetivos legítimos de salud pública y amparados en la Ley General de Aguas, N° 17752<sup>1</sup>, los responsables del PSA deben reportar y discutir periódicamente en el seno de la autoridad de cuenca, la calidad de agua en las fuentes, los orígenes de la contaminación y sus tendencias que puede provenir de actividades mineras, agrícolas, de los propios alcantarillados aguas arriba, y acometer corporativamente las acciones correctivas requeridas. Evidencia epidemiológica es válida, más no esencial para las acciones imperativas orientadas al control de la contaminación.

En resumen – los protocolos aludidos complementan los elementos de análisis aludidos en el flujograma de los PSA. Las conclusiones de estos análisis complementarios se integran al programa de trabajo. La cultura del PSA (derivada a su vez del APPCC o HACCP por su sigla en inglés) de documentar y evaluar la eficacia de las acciones propuestas inicialmente se hace extensiva a estas acciones de articulación del PSA con la GIRH de la cuenca. Y esto incluye el precepto de que la articulación beneficia los objetivos del Plan a la vez que fortalece la GIRH en la cuenca.

---

<sup>1</sup> La Ley General de Aguas, N° 17752 - Art. 27° del Perú, define el orden de preferencia en el uso de las aguas, y en primer lugar - “las necesidades primarias y abastecimientos de poblaciones”. El actual Proyecto de Ley en discusión en el Congreso preserva este orden de preferencia.

## **7. Conclusiones y Recomendaciones.**

La discusión siguiente debe reparar en el hecho de que este análisis está referido a cuencas y comunidades rurales, y como tal contempla las singularidades socio económico y ambiental propias de este escenario tal como fue caracterizado en el Acápite 2.

- A. Los servicios de agua y saneamiento tienen un rol significativo para la gestión integrada de recursos hídricos en una cuenca. La Ley General de Aguas, N° 17752 define la prioridad del agua para consumo humano al discutir su jerarquía de usos y como tal, los abastecedores de agua, los reguladores y el Ministerio de Salud desempeñan un rol primordial en la mesa de trabajo de la GIRH. Adicionalmente, los servicios de agua y saneamiento pueden ser un contaminador principal en la cuenca a raíz de las descargas de aguas residuales – especialmente si estas no son tratadas. El servicio de agua es en todo caso una parte interesada principal en cuanto a la calidad y la cantidad de agua en las fuentes. Y reiteramos aquí que los Planes de Seguridad del Agua, PSA son instrumentales para la seguridad y sostenibilidad de los servicios de agua para la población.
- B. Hemos demostrado que la articulación entre los PSA y la GIRH se da en una forma natural. Esto a nivel de las consideraciones preliminares para la constitución de un PSA donde se analiza y reflexiona sobre la fuente y el ecosistema, se identifican actores y alianzas y se define una estrategia para la articulación del PSA con la GIRH. Subsecuentemente al implementar el PSA y a nivel de los Programa de Apoyo se aprovecha las acciones pertinentes de la GIRH, por ejemplo las acciones para limitar la contaminación minera o agroquímica. Finalmente en la retro alimentación con énfasis en la comunicación de dos vías en las mesas de trabajo de la GIRH. La gestión social del agua por cuencas es el camino para lograr consenso.
- C. Se ha demostrado que la articulación de los PSA con la GIRH es beneficiosa para ambos. Los PSA pasan a tener injerencia y participación directa en las discusiones sobre la fuente de agua. Tiene así la posibilidad de incidir sobre aspectos socio-económicos, ambientales, regulatorios e institucionales asociados con el manejo del agua en la cuenca. Para la GIRH la inclusión de la dimensión de la salud pública y de la calidad de vida y desarrollo que conllevan los servicios de agua y saneamiento es de vital importancia.
- D. Esta es una primera aproximación en la definición de instrumentos para la articulación de los PSA con la GIRH. Claramente se requiere llegar de estos conceptos a programas reales en el terreno y utilizarlos en proyectos piloto a fin de refinar sus propuestas. Se requiere también trabajar en las normas y reglamentos vigentes en el país a fin de incorporar los preceptos de los PSA, e instituirlos en todo el ciclo de proyecto de los servicios de agua y saneamiento. Esto es importante en si mismo y vital para legitimar la articulación de los PSA con la gestión integrada del recurso hídrico a nivel de las cuencas.

## 8. Referencias Bibliográficas:

1	Godfrey, Sam and Howard, Guy. WSP for urban piped water supplies in developing countries. WEDC, Loughborough University, England. 2004 <a href="http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/godfrey.pdf">http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/godfrey.pdf</a>
2	Pardón, Mauricio. La problemática de la calidad del agua: una perspectiva socio-técnica al control de la contaminación. 2008. <a href="http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/problematika.pdf">http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/problematika.pdf</a>
3	Rojas, Ricardo. Marco para la seguridad de la calidad de agua de bebida. HDT-101. Jun/2006. <a href="http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/hdt/HDT101/hdt101.pdf">http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/hdt/HDT101/hdt101.pdf</a>
4	Rojas, Ricardo. Planes de Seguridad del Agua (PSA). HDT-100. Mar/2006. <a href="http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/hdt/HDT100/hdt100.pdf">http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/hdt/HDT100/hdt100.pdf</a>
5	Torres, Ricardo. Importancia de los planes de seguridad del agua. Mar/2006 <a href="http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/foro4/19%20marzo/safe/importancia.pdf">http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/foro4/19%20marzo/safe/importancia.pdf</a>
6	CWWA. Water Safety Plans for Municipal Drinking Water Systems. Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) Plan for the Source, Treatment and Distribution of Drinking Water in Canada" - Guidance Document. Format: Hard copy" <a href="http://www.cwwa.ca/publicationorder_e.asp">http://www.cwwa.ca/publicationorder_e.asp</a>
7	OMS. Guías para la Calidad del Agua de Bebida, 3ª. Edición, Vol. I: Recomendaciones (OMS, 2004) <a href="http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html">http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html</a>
8	OMS. Lucha contra las enfermedades transmitidas por el agua en los hogares. Red Internacional para la promoción del tratamiento y almacenamiento seguro del agua doméstica. Ginebra, 2007. <a href="http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/combating/combating.html">http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/combating/combating.html</a>
9	OPS/CEPIS. Guía para el mejoramiento de la calidad del Agua a nivel casero. UNATSABAR, Lima, 2005. <a href="http://www.bvsde.paho.org/bvsatp/e/tecnoapro/documentos/agua/167met-mejor.caliagua.pdf">http://www.bvsde.paho.org/bvsatp/e/tecnoapro/documentos/agua/167met-mejor.caliagua.pdf</a>
10	WHO. Draft Manual for Water Safety Plans for Small Community Water Supplies. Feb/2009
11	WHO. Guidelines for Drinking-water Quality 3rd Edition Volume 1: Recommendations (WHO, 2004) <a href="http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd63/gdwq0506/gdwq0506.html">http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd63/gdwq0506/gdwq0506.html</a>
12	WHO. Water Safety Plans: managing drinking-water quality from catchment to consumer <a href="http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd63/wsp170805.pdf">http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd63/wsp170805.pdf</a>

## ANEXO 1

**Cuadro 1. Peligros típicos que afectan a las fuentes de captación**

<b>Ejemplos de peligros en fuentes de captación (cuencas hidrográficas)</b>	
<b>Suceso peligroso (fuente de peligro)</b>	<b>Peligro asociado</b>
Fenómenos meteorológicos y climáticos	Inundación Cambios en la calidad del agua
Variaciones estacionales	Cambios en la calidad del agua de alimentación
Geología	Arsénico Fluoruro Plomo Pozos de infiltración (entrada al sistema de agua superficial)
Agricultura	Contaminación microbiológica Plaguicidas Nitrato Abono con estiércol líquido o sólido Desecho de cadáveres de animales
Explotación forestal	Plaguicidas Hidrocarburos aromáticos policíclicos (fuegos)
Industria (incluidos los emplazamientos de antiguas industrias y las industrias abandonadas)	Contaminación química y microbiológica Posible pérdida de agua de alimentación debido a su contaminación
Minería (incluidas las minas abandonadas)	Contaminación química
Transporte: carreteras	Plaguicidas Sustancias químicas derramadas en accidentes de tráfico
Transporte: líneas de ferrocarril	Plaguicidas
Desarrollo urbanístico	Escorrentía
Viviendas: fosas sépticas	Contaminación microbiológica
Mataderos	Contaminación orgánica y microbiológica
Fauna	Contaminación microbiológica
Usos recreativos	Contaminación microbiológica
Demanda de agua para otros usos	Cantidad insuficiente
Almacenamiento de agua cruda	Toxinas y floraciones de algas, eutrofización
Acuífero no confinado	Cambios inesperados en la calidad del agua
Deficiente impermeabilización de la toma de agua de pozo.	Entrada de agua superficial

<b>Ejemplos de peligros en fuentes de captación (cuencas hidrográficas)</b>	
<b>Suceso peligroso (fuente de peligro)</b>	<b>Peligro asociado</b>
Revestimiento de pozo-sondeo corroído o incompleto	Entrada de agua superficial
Inundación	Cantidad y calidad suficientes de agua cruda

**Cuadro 2 - Peligros típicos asociados al tratamiento**

<b>Ejemplos de peligros en el tratamiento</b>	
<b>Suceso peligroso (fuente de peligro)</b>	<b>Peligro asociado</b>
Cualquier peligro no controlado o atenuado en la cuenca de captación	Los señalados en el cuadro de peligros en la cuenca de captación
Suministro eléctrico	Interrupción del tratamiento / agua no desinfectada
Capacidad de las instalaciones de tratamiento	Sobrecarga de la instalación de tratamiento
Desinfección	Fiabilidad Subproductos de la desinfección
Mecanismo de derivación	Tratamiento inadecuado
Avería del tratamiento	Agua no tratada
Uso en el tratamiento de materiales y sustancias químicas no aprobados	Contaminación del sistema de abastecimiento de agua
Uso en el tratamiento de sustancias químicas contaminadas	Contaminación del agua
Obstrucción de filtros	Eliminación insuficiente de partículas
Profundidad insuficiente del medio filtrante	Eliminación insuficiente de partículas
Seguridad deficiente / vandalismo	Contaminación / corte de suministro
Fallo de instrumentación	Pérdida de control
Inundación	Inutilización total o parcial de instalaciones de tratamiento
Fuego / explosión	Inutilización total o parcial de instalaciones de tratamiento

**Cuadro 3- Peligros típicos en una red de distribución**

<b>Ejemplos de peligros en la red de distribución</b>	
<b>Suceso peligroso (fuente de peligro)</b>	<b>Peligro asociado</b>

<b>Ejemplos de peligros en la red de distribución</b>	
<b>Suceso peligroso (fuente de peligro)</b>	<b>Peligro asociado</b>
Cualquier peligro no controlado o atenuado en el tratamiento	Los señalados en el cuadro de peligros en el tratamiento
Rotura de tubería	Entrada de contaminación
Fluctuaciones de la presión	Entrada de contaminación
Intermitencia del suministro	Entrada de contaminación
Apertura y cierre de válvulas	Perturbación de depósitos por la inversión o modificación del flujo Ingreso de agua contaminada
Uso de materiales no aprobados	Contaminación del sistema de abastecimiento de agua
Acceso de terceros a las tomas de agua	Contaminación por el contra-flujo Perturbación de depósitos por el aumento de flujo
Conexiones no autorizadas	Contaminación por el contra-flujo
Embalse de servicio abierto	Contaminación por la fauna salvaje
Embalse de servicio con fugas	Entrada de contaminación
Acceso no protegido a embalse de servicio	Contaminación
Seguridad / vandalismo	Contaminación
Terreno contaminado	Contaminación del agua por el uso de tubería inadecuada

**Cuadro 4 - Peligros típicos que afectan en los lugares de consumo**

<b>Ejemplos de peligros en los lugares de consumo que afectan a los servicios de abastecimiento</b>	
<b>Suceso peligroso (fuente de peligro)</b>	<b>Peligro asociado</b>
Cualquier peligro no controlado o atenuado en la distribución	Los señalados en el cuadro de peligros en la distribución
Conexiones no autorizadas	Contaminación por el contra-flujo
Tuberías de plomo	Contaminación por plomo
Tuberías de servicio de plástico	Contaminación por derrame de petróleo o disolventes