



# ÍNDICE DE ACUEDUCTOS SEGUROS



**GUÍA DEL EVALUADOR Y HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN**

**Elisa Giménez y Altagracia González**  
EQUIPO CONSULTOR

# CONTENIDO

<b>TABLA DE ILUSTRACIONES</b>	<b>2</b>
<b>SIGLAS/ACRÓNIMOS</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>5</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
<b>2. PROPÓSITO Y OBJETIVOS</b>	<b>9</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA</b>	<b>11</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO</b>	<b>12</b>
Definición del Objeto de Evaluación	15
Clasificación del Acueducto según el Índice de Acueductos Seguros	18
Variables a Evaluar	20
Interrelación entre Componentes, Perspectivas de Vulnerabilidad, Capacidades y Resiliencia	26
Modelo matemático	27
Limitaciones de la Metodología	32
<b>5. CUESTIONES GENERALES</b>	<b>34</b>
Equipo de Evaluación. Selección y Perfil de los Evaluadores	34
Organización y Rol del Equipo de Evaluación	35
Material Necesario para la Evaluación	37
Fases y Tiempos de la Evaluación	38
<b>6. DESCRIPCIÓN DE FORMULARIOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>40</b>
Descripción de Formularios	40
Formulario 1: Características del Acueducto	43
Formulario 2: Cuestionario de Evaluación	45
<b>7. RECOMENDACIONES</b>	<b>127</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>130</b>
<b>9. ANEXOS</b>	<b>132</b>
Anexo 1   Formulario 1. Características del Acueducto.	132
Anexo 2   Formulario 2. Cuestionario de Evaluación.	132
Anexo 3   Plantilla Priorización de Recomendaciones.	132
Anexo 4   Manual para el uso de dispositivos móviles con Open Data Kit (ODK).	132

## TABLA DE ILUSTRACIONES

<i>Figura 1. Acueducto como Sistema</i>	15
<i>Figura 2. Clasificación de los componentes del Acueducto</i>	18
<i>Figura 3. Clasificación por Secciones de los componentes críticos y del componente “Administración y Organización” dentro de los componentes Funcionales.</i>	19
<i>Figura 4. Perspectivas de vulnerabilidad</i>	23
<i>Figura 5. Dimensiones de Resiliencia</i>	24
<i>Figura 6. Interrelación entre componentes y Atributos (Vulnerabilidad y Resiliencia)</i>	26
<i>Figura 7: Ponderación de los tres grandes grupos de componentes.</i>	30
<i>Figura 8. Rangos de valoración del Índice de Acueductos Seguros</i>	31
<i>Figura 9. Organigrama de Equipo Evaluador. Sub- Grupos de Evaluación</i>	36
<i>Figura 10. Formulario 2: Cuestionario de evaluación. Casillas de Selección</i>	42
<i>Figura 11. Tabla de priorización de Recomendaciones de la Evaluación</i>	129

## SIGLAS/ACRÓNIMOS

**ACP-UE** | África, Caribe, Pacífico - Unión Europea

**CARIFORUM** | Conjunto de países del Foro de Estados de los Países de ACP del Caribe.

**GdR** | Gestión del Riesgo

**ISCERD** | Índice de Seguridad en Centros Educativos de República Dominicana

**INAPA** | Instituto Nacional de Agua Potable y Alcantarillados

**CORAAs** | Corporaciones de Acueductos y Alcantarillados

**AECID** | Agencia de Cooperación Española Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

**UNICEF** | Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

**OPS** | Organización Panamericana de la Salud

**ONG** | Organizaciones No Gubernamentales

**PNUD** | Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

**INE** | Instituto Nacional de Estadística

**UNISRD** | Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de Naciones Unidas

**NIAC** | Consejo Consultor Nacional de Infraestructura de los Estados Unidos

**ASOCAR** | Asociación Comunitaria de Agua



## AGRADECIMIENTOS

El equipo consultor quiere agradecer a todas las personas y entidades que han apoyado el proceso de creación del Índice de Acueductos Seguros, así como reconocer la contribución y el importante trabajo realizado tanto en el proceso de revisión de los cuestionarios como en las evaluaciones piloto desarrolladas durante la validación final de la herramienta.

Gracias al esfuerzo conjunto de múltiples profesionales y entidades ha sido posible desarrollar esta Guía para la Evaluación de la Seguridad y la Resiliencia de los Sistemas de Agua del país. Y por todo ello, nuestro más sincero agradecimiento:

**A los profesionales e instituciones que participaron en las entrevistas iniciales y aportaron su conocimiento en los talleres participativos, así como a los profesionales que han brindado apoyo técnico en el proceso de elaboración del Índice:**

- Raquel Peña y Mario Grullón, Equipo del proyecto “Fortalecimiento de las estructuras organizativo-funcionales de la gestión de riesgo ante desastres en República Dominicana” | Ministerio de la Presidencia.
- Mercedes García Marín, Responsable de Proyectos | Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).
- Marco Giraldo, Consultor Independiente.
- Ana Moyano, Consultora Independiente.
- Esther Reyes, Directora de Acueductos Rurales | Instituto Nacional de Agua Potable y Acueductos (INAPA).
- Elvira Segura, Pedro de León, Dionisio Ayala, Freddy Poché. Equipo técnico del Instituto Nacional de Agua Potable y Acueductos (INAPA).
- Fausto Doñé, Responsable Acueducto Valdesia-Santo Domingo | Corporación de Acueductos y Alcantarillado de Santo Domingo, (CAASD).
- Jesús Rodolfo García, Responsable Acueducto Barrera de Salinidad - Santo Domingo | Corporación de Acueductos y Alcantarillado de Santo Domingo, (CAASD).
- Luís Emilio Roa, Alba Heredia y Pedro Gómez | Dirección Nacional de Salud Ambiental del Ministerio de Salud Pública MISPAS.
- Mjrko Rennola, Consultor UNICEF.
- Milagros Yost, Directora del Programa de Gestión de Riesgos del Ministerio de Educación.
- Gustavo Lara, Director General | Cruz Roja Dominicana.
- **Grupo de Agua y Saneamiento**
- Jorge Durand, Consultor en Agua, Saneamiento e Higiene | Apoyo técnico en la adaptación del Índice a formato digital (ODK).
- Grupo de Agua, Saneamiento e Higiene (GASH) | Revisión y seguimiento del Índice.

**A las Corporaciones de Agua y Alcantarillado y su personal técnico, por su activa participaron en las evaluaciones piloto:**

Instituto Nacional de Agua Potable y Alcantarillados. Oficina de San Juan. Acueducto San Juan:

- Ing. Pablo Nova | Encargado Regional de Operación, INAPA San Juan.
- Ing. Milciades Encarnación | Encargado de Tratamiento San Juan, INAPA San Juan.
- Ing. Prospero Medina | Encargado Tratamiento Regional, INAPA San Juan.
- Juan Cordero | Encargado Obra de Toma, INAPA San Juan.
- Nicolás Alcántara | Encargado De Cloro y Muestreado, INAPA San Juan.
- Aquiles Gracia | Operador de la Planta Potabilizadora, INAPA San Juan.
- Ing. Elvira Segura | Encargada Depto. de Gestión Ambiental y Riesgos, INAPA Central.
- Arq. Ana Rosa Mejía | Depto. de Gestión Ambiental y Riesgos, INAPA Central.
- Ing. Héctor Batista | Técnico de Diseño de Obras, INAPA Central.
- Ing. Laura Lissette Guerrero | Enc. Depto. de Cooperación Internacional de la Dirección de Planificación y Desarrollo, INAPA Central.

Corporación de Agua y Alcantarillado de Puerto Plata (CORAAPLATA) - Acueducto Puerto Plata:

- Ing. Miraida Vargas | Enc. De Ingeniería.
- Ing. Carlos José Antonio | Enc. De Fiscalización.
- Ing. Próspero Cambero | Enc. Planta de tratamiento.
- Marielys Vargas | Enc. Sub. División de alcantarillado y Asistente del Ing. Próspero Cambero.
- Ing. Leandro de Peña | Enc. De Operaciones.
- Ing. Nairobi Alcequiez | Enc. Planificación.
- Ing. Melisa Ferreira | Técnica de Planificación.
- Ing. José Pérez Frómata | Medio Ambiente, Puerto Plata

Corporación de Agua y Alcantarillado de Santiago (CORAAASAN) - Acueducto Nibaje:

- Ing. Manuel Cordero | Coordinador Técnico (PEDSA)
- Ing. Rafael Valerio | Enc. Dpto. Producción y Calidad
- Sr. Gabriel Diaz | Enc. Mant. Eléctrico
- Arq. Jovan Artilles | Enc. Dpto. Mantenimiento Redes
- Ing. Gerson Minaya | Analista Operacional Dpto. Balance de Agua
- Ing. Elwin Rodriguez | Enc. Dpto. Operación de Redes
- Ing. Aglisberto Castellanos | Enc. Dpto. Operación y Mantenimiento Redes Zonas Periféricas
- Ing. Elizabeth Vásquez | Enc. Div. Protección Integral
- Lic. Jacquelin Cruz | Coordinadora Administrativa Gerencia Operación y Mant. AP
- Lic. Maritza Baez | Enc. Dpto. Control de Calidad AP

Además, nos gustaría agradecer la labor de Laura Lissette Guerrero (INAPA) en la coordinación de múltiples reuniones institucionales, así como su apoyo y el de Elvira Segura, Yara Feliz, Rafaela Rodriguez, Lesbia Baez y Jaqueline Cruz en la coordinación de los 3 talleres consultivos celebrados en Santo Domingo, San Juan de la Maguana y Santiago de los Caballeros.

# 1. INTRODUCCIÓN

El *Índice de Acueductos Seguros* se desarrolla en el marco del Proyecto para el Fortalecimiento de las Estructuras Organizativo-Funcionales de la Gestión de Riesgo ante Desastres en República Dominicana. Este proyecto es **coordinado por el Ministerio de la Presidencia de República Dominicana, con el auspicio financiero de la Unión Europea** y constituye uno de los componentes del Programa de Gestión de Desastres Naturales ACP-UE en el CARIFORUM dentro del sector de preparación y prevención de desastres.

El tercer resultado del citado proyecto tiene por objetivo reforzar la resiliencia de la infraestructura vital (hospitales, escuelas y suministros hídricos) en tres de los municipios más vulnerables del país, para reducir el riesgo generado por fenómenos naturales y antrópicos. Es en este contexto donde se enmarca el desarrollo una metodología homologada y unificada que permita evaluar los niveles de vulnerabilidad y seguridad de los sistemas de abastecimiento de agua en República Dominicana.

Esta metodología se desarrolla en línea con otras herramientas que contribuyen al objetivo de reforzar la resiliencia en infraestructura vital y han sido desarrolladas previamente en la Región o en República Dominicana, como son el Índice de Seguridad en Centros Educativos de República Dominicana (ISCERD) o el Programa de Hospitales Seguros.

Esta herramienta se desarrolla en colaboración con el Instituto Nacional de Agua Potable y Alcantarillado (INAPA) y las ocho Corporaciones de Acueductos y Alcantarillado (CORAAs) existentes en el país, a través de un proceso de consulta y validación articulado con talleres participativos y evaluaciones piloto en los acueductos seleccionados en los tres municipios del país, San Juan de la Maguana, Santiago de los Caballeros y San Felipe de Puerto Plata.

El primer paso que se llevó a cabo para la creación de la herramienta fue una línea de base con las herramientas existentes en esta materia, a través de un análisis sistemático de diferentes guías.

Del material recopilado para el desarrollo de la línea de base se seleccionaron y analizaron diez documentos, por su contenido en relación al tema. Entre ellas se analizaron cuatro guías/herramientas técnicas para la reducción de la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable ante desastres. Además, se analizaron dos guías/herramientas desarrolladas

inicialmente a nivel regional por OPS y UNICEF, el Índice de Seguridad Hospitalaria y el Índice de Seguridad en Centros Educativos respectivamente. Ambos índices han sido adaptados por el Ministerio de Salud y por el Ministerio de Educación en República Dominicana respectivamente.

Y por último se eligieron cuatro guías de interés por la base teórica de gestión de riesgos que plantean, entre ellas, el documento desarrollado en República Dominicana en el marco de un proyecto DIPECHO, llevado a cabo por la Asamblea de Cooperación por la Paz, Intermon Oxfam y Plan llamado “Análisis de riesgos de desastres y vulnerabilidades en la República Dominicana, que constituye el Documento País 2009 (y sus actualizaciones).

Todos los documentos consultados y analizados en esta primera fase de creación del Índice de Acueductos Seguros pueden encontrarse en la sección de bibliografía de este documento. Además, el análisis y sistematización de la información extraída en cada una de las guías puede encontrarse en el documento *“Índice de Acueductos Seguros: Línea de Base, Herramientas y Prácticas existentes.”*

## 2. PROPÓSITO Y OBJETIVOS

El objetivo del Índice de Acueductos Seguros es disponer de un instrumento que permita evaluar y conocer las vulnerabilidades y capacidades de los sistemas de agua ante las diferentes amenazas de origen natural y antropogénico presentes en el República Dominicana, para así poder articular diferentes medidas que permitan aumentar su resiliencia, y por ende su seguridad ante desastres.

En este sentido, los propósitos principales del Índice son dos:

1. **La orientación en toma de decisiones**, a través del análisis y priorización de las recomendaciones extraídas como resultado del proceso evaluativo.
2. **La mejora del acueducto**, a través de un mejor conocimiento del sistema de agua y sus propiedades.

El proceso evaluativo permite identificar, no solo deficiencias, sino también fortalezas existentes en los sistemas de agua analizados. Tanto el análisis de vulnerabilidades, como el análisis de capacidades y de la resiliencia del sistema permite mejorar el conocimiento del mismo, y con ello aplicar medidas que permitan mejorarlo para aumentar así su nivel de seguridad y resiliencia. Estas medidas pueden estar encaminadas a la inclusión de nuevos procesos dentro del sistema, a la aplicación de medidas de protección con intervención directa sobre la infraestructura del sistema o al refuerzo y priorización de procesos que ya existían.

La herramienta de evaluación está diseñada para orientar y facilitar la toma de decisiones de las instituciones competentes, a través del análisis y priorización de las recomendaciones fruto de la evaluación. El objetivo no es tener un análisis de rigurosidad científica sobre las vulnerabilidades (de la vulnerabilidad física, por ejemplo), sino disponer de información lo suficientemente robusta como para poder analizarla, compararla (entre diversos acueductos), priorizarla y finalmente visibilizarla para poder tomar decisiones sustentadas que permitan articular medidas concretas de mitigación y preparación, clave para el proceso de mejora de la resiliencia de infraestructura vital del país. Con esto se quiere resaltar las limitaciones técnicas del proceso evaluativo, y la necesidad de realizar estudios técnicos específicos y en profundidad cuando el propio proceso lo identifique y recomiende.

El resultado de la evaluación no es estático, sino que la herramienta permite monitorear la evolución de la seguridad de los acueductos en el tiempo. Se dispone así de una herramienta

de Evaluación de la Seguridad de los Acueductos estandarizada en República Dominicana, hecho que facilita la caracterización de todos ellos en base los mismos parámetros de valoración, permitiendo así establecer una comparación entre acueductos y priorización de medidas concretas de manera rápida y eficaz.

El **objetivo de un sistema de agua** es proveer a la población un servicio de **abastecimiento de agua de manera continua y con la calidad y cantidad suficientes**, tanto en condiciones normales como en condiciones de emergencia. Cuando se habla de población se refiere tanto a individuos y hogares, como a otros sistemas dependientes de este servicio como son, entre otros, los hospitales, los centros educativos o los albergues de emergencia, es decir la infraestructura vital del país.

En este sentido, es importante recordar la importancia que tiene el adecuado mantenimiento de las líneas vitales, como son el agua, la electricidad o el combustible y el impacto negativo que su irrupción puede tener sobre otros sistemas como el educativo y el de salud. La gestión de las limitaciones ocasionadas en un sistema de agua (y en la provisión de su servicio) por los efectos de un desastre, son también objeto (o responsabilidad) del sistema, y por ello la gestión y mejora de su seguridad ante diferentes amenazas una prioridad.

Esta Guía pretende ser el eje vertebrador del Índice de Acueductos Seguros, permitiendo al lector y al evaluador entender las bases del Índice y los diferentes procesos para su aplicación.

Los **objetivos de la Guía de Acueductos Seguros** son:

1. Acotar el objeto de evaluación, en este caso los Acueductos y su clasificación.
2. Establecer los criterios de evaluación y los estándares para cada uno de los componentes y criterios.
3. Orientar a los equipos evaluadores en el proceso de evaluación de los acueductos a través de:
  - Descripción del Marco Teórico en el que está basado la herramienta. (Clasificación de componentes, variables, modelo matemático, etc.)
  - Descripción de los formularios, fuentes de verificación y técnicas necesarias para su aplicación.
  - Descripción de los pasos a seguir para poder llevar cabo la evaluación (Antes, Durante y Después).
4. Orientar a los equipos evaluadores en la identificación de recomendaciones y en el uso de la información arrojada por la evaluación para la mejora y toma de decisiones.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA

La guía de Evaluación de Seguridad de Acueductos está formada por cuatro secciones clave.

La **primera sección** (apartado 4) está dedicada a la descripción del Marco Teórico en el que está basada la metodología de Evaluación de Acueductos Seguros. En esta sección se introducen los fundamentos teóricos que sustentan la metodología y se describen las variables de evaluación que la integran, así como el modelo matemático utilizado. Además, se acota el objeto de evaluación, es decir los componentes que forman un Acueducto y su clasificación.

La **segunda sección** (apartado 5) está dedicada a los procedimientos y otros aspectos clave a tener en cuenta para la evaluación, es decir, la descripción de los equipos evaluadores, su organización, las actividades que se deben de llevar a cabo de manera previa a la evaluación, el material necesario, la coordinación general, etc.

En la **tercera sección** (apartado 6) se detallan todas las preguntas que forman parte de los formularios, los valores y estándares contemplados en su respuesta y las fuentes de verificación y técnicas para para completarlas.

Y en la **cuarta sección** (apartado 7) se propone la metodología para la formulación y priorización de recomendaciones para facilitar la toma de decisiones y las acciones de mejora, como resultado del proceso evaluativo.

Finalmente se anexa el Índice de Acueductos Seguros preparado para ser utilizado en formato papel y otros documentos clave.

La guía cuenta con 4 anexos principales:

1. Los formularios que forman parte del Índice de acueductos Seguros (Anexos 1 y 2).
2. Plantilla para la introducción y priorización de recomendaciones (Anexo 3).
3. Una guía para la instalación, puesta a punto y uso de los formularios a través de dispositivos móviles (teléfonos o tablets) con el programa Open Data Kit (ODK) (Anexo 4).

## 4. MARCO TEÓRICO

El objetivo de la herramienta es evaluar el grado de seguridad de los acueductos ante cualquier tipo de amenaza presente en la República Dominicana.

Se entiende seguridad como un concepto inversamente proporcional al concepto de riesgo, y por ello se utilizan para el cálculo del Índice de Seguridad los conceptos relacionados con la Gestión del Riesgo, GdR en adelante.

Riesgo, Amenaza, Grado de Exposición (o coeficiente de impacto), Desastre, Vulnerabilidad, Capacidad, y Resiliencia son conceptos utilizados en esta guía de manera frecuente, y en los cuales está basado el marco teórico que sustenta el Índice de Seguridad.

Se detalla a continuación la definición de cada uno de ellos, necesaria para la comprensión de su uso en las diferentes fórmulas de la metodología. Las definiciones han sido extraídas de la publicación realizada por la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de Naciones Unidas (UNISRD) en 2009<sup>1</sup>:

**Riesgo** | La combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas.

**Evaluación del Riesgo** | Una metodología para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de vulnerabilidad que conjuntamente podrían dañar potencialmente a la población, la propiedad, los servicios y los medios de sustento expuestos, al igual que el entorno del cual dependen.

**Amenaza** | Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales

**Grado de Exposición (Coeficiente de Impacto)** | La población, las propiedades, los sistemas u otros elementos presentes en las zonas donde existen amenazas y, por consiguiente, están expuestos a experimentar pérdidas potenciales.

---

<sup>1</sup> Traducción al español y validación de la terminología se realizó por UNISRD-Panamá con expertos regionales en el campo de la reducción del riesgo de desastres.

*Comentario: Las medidas del grado de exposición pueden incluir la cantidad de personas o los tipos de bienes en una zona. Estos pueden combinarse con la vulnerabilidad específica de los elementos expuestos a una amenaza en particular con el fin de calcular los riesgos cuantitativos relacionados con esa amenaza en la zona bajo estudio.*

**Desastre** | Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos.

**Vulnerabilidad** | Las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza.

**Capacidad** | La combinación de todas las fortalezas, los atributos y los recursos disponibles dentro de una comunidad, sociedad u organización que pueden utilizarse para la consecución de los objetivos acordados.

**Resiliencia** | La capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas.

**El Índice de Acueductos Seguros permite obtener un valor del nivel de Seguridad de los Acueductos frente a una o varias amenazas, así como determinar la Resiliencia del mismo.**

Se han separado los dos conceptos, porque, aunque están estrechamente relacionados, se considera que su distinción aumenta la riqueza del análisis.

La **medición del Nivel de Seguridad** se realiza en base a los conceptos teóricos de Gestión del Riesgo, siendo este (el riesgo) directamente proporcional a la vulnerabilidad, la probabilidad de amenaza y el grado de exposición de una comunidad o sistema, e inversamente proporcional a las capacidades del mismo.

La **medición de la Resiliencia** permite especificar ciertos atributos o cualidades que un sistema de agua debería tener para ser considerado resiliente. El sistema puede tenerlos todos, sólo alguno o ser más fuerte en algunos de ellos. Esto nos va a permitir caracterizar de manera más extensa el sistema, además de categorizarlo con un Índice de Seguridad Alto, Medio o Bajo (ya sea por sistema completo o por grupo de componentes).

Se han elegido 4 atributos, cualidades o capacidades dentro del concepto de sistema resiliente para los Acueductos Seguros. Se considera un acueducto resiliente aquel que tiene capacidad de **resistir, adaptarse, prepararse y recuperarse** de un potencial evento que resulte del impacto de una amenaza, ya sea natural o antrópica.

Se verá más adelante las especificidades de cada una de estas cuatro capacidades o atributos relacionados con la Resiliencia. Como se puede ver en las definiciones del UNISRD, se define resiliencia como la capacidad de resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas.

Otras definiciones más específicas de resiliencia de sistemas o infraestructura vienen dadas por organizaciones como el Consejo Consultor Nacional de Infraestructura de los Estados Unidos (NIAC), que define la eficacia de una infraestructura resiliente como su habilidad para **anticipar, absorber, adaptarse y/o recuperarse rápidamente** de un potencial evento irruptor. Siendo en este caso la infraestructura el conjunto de instalaciones y equipos que forman parte de la infraestructura física, los servicios provistos a la comunidad por la infraestructura, la gente que usa los servicios y la organización que gestiona la propia infraestructura. Una definición y concepto de infraestructura muy parecido al adoptado en esta guía.

Se procede a continuación a definir el sistema a evaluar, es decir el objeto de evaluación, las variables que influyen en la evaluación y el modelo matemático o metodología para cálculo del Índice de Acueductos Seguros.

## DEFINICIÓN DEL OBJETO DE EVALUACIÓN

Un Acueducto está formado por componentes de diversa naturaleza, y es también el objetivo de esta guía describirlos y clasificarlos según diferentes características. La descripción de los componentes facilitará la comprensión de los formularios, y la clasificación en función de diversas características de sus componentes facilitará el proceso de evaluación y la selección de los perfiles de los evaluadores, consiguiendo así un proceso de evaluación más eficaz y eficiente.

Dentro del concepto de acueducto se incluyen los siguientes componentes (Figura 1):

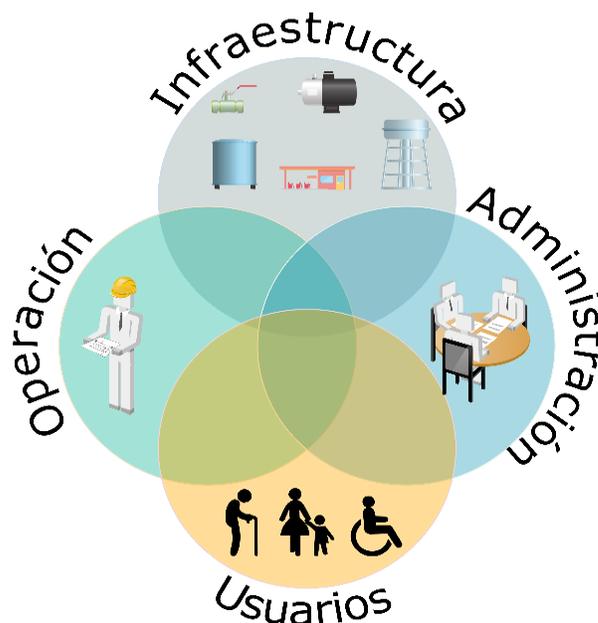


Figura 1. Acueducto como Sistema

- 1. Infraestructura y equipamientos**, que a su vez se clasificaran como **componentes Críticos y Secundarios** dentro del Índice. Se explica esta clasificación más adelante.
- 2. Administración y Gestión** del sistema y servicio de abastecimiento agua, que a su vez se clasifican dentro de los **componentes Funcionales**.
- 3. Operación del sistema:** Bajo la Operación se introducen las labores de monitoreo y alerta en caso de algún problema en el funcionamiento del servicio, mantenimiento del sistema y sus componentes y calidad. En definitiva, asegurar un abastecimiento de calidad, continuo y suficiente de agua potable. En el Índice de Acueductos Seguros la operación del sistema estará incluida tanto en **los componentes críticos como en los funcionales**.
- 4. Usuarios:** Individuos, Hogares, Hospitales, Escuelas, Albergues, etc. Los usuarios están incluidos dentro de los **componentes Funcionales**.

A diferencia de otros sistemas evaluados con herramientas similares (Hospitales, Escuelas), los acueductos se caracterizan por tener una estructura “descentralizada” es decir, cada componente crítico del sistema puede estar ubicado en zonas diferentes, incluyendo municipios e incluso provincias diferentes. Este hecho implica que los componentes del sistema pueden estar sometidos a diferentes amenazas, siendo las vulnerabilidades relacionadas con el entorno (exposición, suelos, pendientes, etc.) también diferentes. Esta característica de los acueductos

influye de manera decisiva en la metodología de evaluación del nivel de seguridad de los acueductos.

Se ha establecido en esta guía una clasificación de los acueductos en función de su tamaño y del tipo de componentes que los integran. Ésta no es una clasificación oficial a nivel del país, pero ayuda al evaluador a entender los diferentes tipos de acueductos con los que cuenta República Dominicana:

### **1. Acueductos Múltiples**

Son instalaciones de grandes dimensiones, diseñados para abastecer a una gran cantidad de usuarios que pueden estar localizados en distintos municipios y provincias.

Sus fuentes de abastecimiento, principalmente son las presas, lo cual representa una mayor garantía de continuidad del servicio a los usuarios, que ríos, campos de pozos, etc.

Un acueducto múltiple cuenta con los siguientes componentes (de la fuente de agua en adelante): Obra de toma, línea de aducción, planta de tratamiento (incluye laboratorios), área de almacenamiento de agua (incluye tanques y torre anti-ariete) y red de distribución.

La gestión de este tipo de acueducto puede ser estatal o privada, o una combinación de ambas.

### **2. Acueductos Medianos**

Son instalaciones de menor tamaño en comparación con las de los acueductos múltiples, que han sido diseñadas para el abastecimiento de agua en un municipio.

Sus fuentes de abastecimiento principales son: ríos, campos de pozos, etc.

A partir de la fuente de abastecimiento, un acueducto mediano cuenta con los siguientes componentes: Obra de toma, línea de conducción, planta de tratamiento (incluye laboratorios), área de almacenamiento de agua (incluye tanques y ventosas) y red de distribución.

La gestión de este tipo de acueducto puede ser estatal o privada, o una combinación de ambas. En República Dominicana son gestionadas mayormente por el estado.

### 3. Acueductos Comunitarios

Son instalaciones de menor tamaño que han sido diseñadas para el abastecimiento de agua de una comunidad, las dimensiones de éstos pueden variar de acuerdo al tamaño de la comunidad, densidad poblacional, fuentes disponibles, etc.

Estos acueductos, que por su tamaño a veces son llamados mini-sistemas pueden abastecerse de manantiales, ríos, pozos, etc.

Los componentes principales a partir de la fuente de agua son: obra de toma, línea de aducción, tanque de almacenamiento, línea de conducción y red de distribución. Normalmente y en la mayor parte de ellos, no hay área de tratamiento, ya que se utilizan preferiblemente los manantiales en alguna montaña dónde no hay cruce de animales ni personas y en la mayoría de los casos sólo requiere la aplicación de cloro para que el agua esté apta para el consumo humano. Esta opción es de muy bajo costo porque se procura que todo el sistema funcione por gravedad.

En caso de no haber manantiales se explora la posibilidad de conseguir agua en el sub-suelo, este tipo de acueducto funciona por bombeo, lo que requerirá un costo adicional en la operación por el suministro de energía.

En República Dominicana muchos de estos acueductos comunitarios o mini - sistemas han sido construidos por ONG ´s y en su mayoría cuentan con la aprobación del Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados, que se encarga de identificar en la comunidad beneficiaria qué líderes de la comunidad pueden capacitarse para conformar la Asociación Comunitaria de Agua (ASOCAR), a la cual una vez capacitada y debidamente constituida el INAPA hace la transferencia de responsabilidad para la auto-gestión del acueducto.

Existen en el país otras herramientas para el análisis de los riesgos a los que están sometidos los acueductos comunitarios, como son los Planes de Gestión de Riesgo en los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento, creados por INAPA.

Es por ello que el Índice de Acueductos Seguros está **orientado especialmente a la evaluación de los acueductos que se corresponden con la definición de Acueductos Múltiples y Medianos.**

## CLASIFICACIÓN DEL ACUEDUCTO SEGÚN EL ÍNDICE DE ACUEDUCTOS SEGUROS



Como se ha explicado anteriormente un acueducto está formado por su infraestructura y equipamientos, la operación del sistema (operación y mantenimiento), la gestión y administración del mismo y los usuarios, es decir, la población finalmente abastecida. Estos elementos se clasifican dentro del Índice de Acueductos Seguros dentro de 3 grandes grupos de componentes. La clasificación de los mismos se realiza en función del grado en el que comprometen el funcionamiento global del sistema (acueducto) y el tipo de función que realizan:

Figura 2. Clasificación componentes del Acueducto.

**1. Componentes Críticos:** Comprometen de manera directa el funcionamiento del Acueducto y su capacidad para abastecer agua segura en condiciones aceptables de calidad, cantidad y continuidad. Este grupo está formado por los componentes físicos que forman parte de la línea por la que transcurre el agua desde su captación hasta que llega al usuario final. Éstos son:

- Fuente de Agua
- Obra de Toma
- Líneas de Aducción y Conducción
- Planta Potabilizadora
- Tanques de Almacenamiento
- Red de Distribución
- Red Eléctrica

**2. Componentes Secundarios:** Comprometen el funcionamiento global del acueducto, pero no lo hacen de manera directa, es decir son necesarios para el funcionamiento de los componentes críticos o de apoyo a la gestión por parte de los componentes funcionales. Éstos son:

- Red de Comunicaciones

- Red de Accesos Componentes
- Edificaciones Medianas y Menores

**3. Componentes Funcionales:** Están relacionados con la operación, la administración y la gestión del servicio de agua y mantenimiento de la infraestructura que forma parte del sistema. Al igual que los componentes críticos, su mal funcionamiento podría comprometer de manera directa el funcionamiento del Acueducto. Éstos son:

- Operación y Mantenimiento
- Administración y Organización
- Usuarios

A su vez, algunos grupos de componentes (Críticos y Funcionales) se subdividen en diferentes secciones. Cada sección está formada finalmente por un número determinado de preguntas del cuestionario.

En este caso sólo los componentes Críticos y los componentes Funcionales están subdivididos en secciones. Y dentro de los componentes funcionales, sólo el componente “Administración y Organización” está subdividido en secciones. Las diferentes secciones de ambos grupos se muestran en la siguiente figura (Figura 3):



**Figura 3.** Clasificación por Secciones de los componentes críticos y del componente “Administración y Organización” dentro de los componentes Funcionales.

## VARIABLES A EVALUAR

A continuación, se muestran y describen las variables que forman parte de la metodología para el cálculo del Índice de Seguridad de los Acueductos y definición de la Resiliencia de los mismos. Se detallan las variables que forman parte del cálculo del Índice, así como las generadas por él.

Los conceptos de Nivel de Riesgo y Nivel de Seguridad, inversamente proporcionales, se encuentran detallados en las siguientes fórmulas. A continuación, se detallan las variables que los integran. Como se ha explicado anteriormente, la **medición del Nivel de Seguridad** se realiza en base a los conceptos teóricos de Gestión del Riesgo, siendo este (el riesgo) directamente proporcional a la vulnerabilidad, la probabilidad de amenaza y el grado de exposición de una comunidad o sistema, e inversamente proporcional a las capacidades del mismo.

$$\text{Nivel de Riesgo} = \frac{\text{Probabilidad de Ocurrencia (A)} \times \text{Vulnerabilidades (V)}}{\text{Capacidades (C)}} \times \text{Coef. Impacto (CI)}$$

$$\text{Nivel de Seguridad} = \frac{1}{\text{Nivel de Riesgo}}$$

### • PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE AMENAZA (A)

La probabilidad de ocurrencia de una amenaza se determina al contestar las cuestiones relativas a las amenazas presentes en el *Formulario 2*. Su valor puede ser Alto, Medio o Bajo.

La valoración de la probabilidad de ocurrencia de amenaza (A) se establece en función de:

- Mapas de amenazas existentes y validados.
- Relación de eventos históricos.
- Conversaciones y entrevistas con la población que vive en comunidades cercanas al acueducto, etc.

Las amenazas contempladas en esta guía son las siguientes:



**Terremoto o Sismo**



**Sequía**



**Inundación**



**Epidemia**



**Deslizamiento**



**Contaminación química o biológica**



**Ciclón Tropical,  
Huracán, Tornado**



**Incendio**



**Tsunami o  
Marejada Ciclónica**



**Robo o Vandalismo**

**Fuente Imágenes:** Plan de Emergencias INAPA (2014)

Existen otras amenazas específicas a las que podrían estar expuestos los componentes de un acueducto, pero éstas han sido las seleccionadas tras el proceso de validación realizados a través de los talleres participativos de Julio de 2016 (San Juan de la Maguana, Santiago de los Caballeros y Santo Domingo). Esto quiere decir que algunas de las amenazas seleccionadas representan a otras amenazas similares con consecuencias similares sobre el acueducto. Dentro de “Ciclón Tropical, Huracán” estarían incluidas también las tormentas tropicales, los fuertes vientos, un tornado, etc. Las susceptibilidades de los componentes de un acueducto son comunes a un gran número de amenazas, y el objetivo es conocer el nivel de seguridad global del acueducto y la resiliencia a cualquier tipo de amenaza.

- **COEFICIENTE DE IMPACTO (CI):**

El coeficiente de Impacto hace referencia a la severidad o grado de exposición a la amenaza por parte de la población que es abastecida por el acueducto. Está directamente relacionado con los usuarios finales del sistema, en definitiva, con la severidad y el grado de consecuencias que tendría el colapso del Acueducto en términos de cantidad, calidad y continuidad del servicio de agua.

El número de personas abastecidas por un acueducto está relacionado con la infraestructura vital dependiente del mismo, es decir con el número de hospitales, escuelas y albergues de emergencia que también son abastecidos por el acueducto, y deberían seguir siéndolo en caso de la ocurrencia de un desastre. Es por ello que se considera necesario incluir un coeficiente de impacto que “penalice” aquellos acueductos que tengan gran cantidad de infraestructura vital dependiente de su funcionamiento.

Ante la dificultad en algunos casos de conocer por parte del acueducto el número de hospitales, centros de salud, escuelas y albergues que abastecen, se ha decidido utilizar el número de hogares abastecidos como indicador *proxy*. Esto quiere decir que, a partir de un número de población abastecida, el Índice de Acueductos Seguros será corregido por un coeficiente que penalizará de manera gradual aquellos acueductos que abastezcan una población mayor de 10.000 hogares y más de 50.000 hogares.

En consecuencia, la puntuación necesaria para ser considerado como un acueducto de Seguridad Media o Seguridad Alta será cada vez más estricta, es decir, se multiplicará el Índice de Seguridad por un coeficiente que reducirá levemente la puntuación, y con ello la valoración del acueducto. Más adelante se detallarán los Coeficientes de Impacto existentes para cada una de las dimensiones del acueducto (en función de la población abastecida).

La valoración del coeficiente se establece en función de Número de Hogares a los que abastece el Acueducto, disponible a través de la pregunta 223 del componente “Usuarios” del grupo de Componentes Funcionales del Formulario 2 del Índice de Acueductos Seguros.

## • VULNERABILIDAD (V):

Las **Vulnerabilidades** son parte de la ecuación del Índice de Seguridad del Acueducto. Su valoración se determinará al contestar las cuestiones del *Formulario 2* relativas a las diferentes perspectivas de vulnerabilidad de los diferentes componentes de un acueducto. Se establecen 5 perspectivas diferentes:

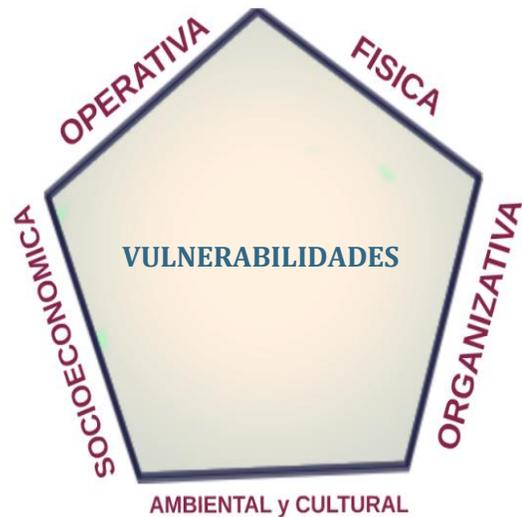


Figura 4. Perspectivas de vulnerabilidad

1. **Física** | Vulnerabilidad relacionada con los materiales y estructura de los elementos que forman parte de los componentes del acueducto. Está relacionada con su capacidad y condiciones actuales para resistir el impacto de un evento determinado.
2. **Operativa** | Vulnerabilidad relacionada con la capacidad útil de cada componente para operar tras el impacto de un evento determinado, asegurando el servicio de agua mínimo establecido en condiciones de cantidad, calidad y continuidad.
3. **Organizativa** | Vulnerabilidad relacionada con la capacidad organizativa de la Institución proveedora del servicio de agua para prepararse, mitigar y responder las emergencias provenientes del impacto de un evento determinado.
4. **Ambiental y Cultural** | Vulnerabilidad relacionada con las condiciones ambientales y culturales de la zona de influencia del acueducto.
5. **Socioeconómica** | Vulnerabilidad relacionada con la capacidad socio-económica de los usuarios del servicio de agua potable, y en algún caso de los administradores del mismo, cuando éstos son la misma comunidad.

La valoración de las Vulnerabilidades se establece, para cada componente, en función de:

- Planos del acueducto
- Entrevistas, grupos de discusión
- Documentación y Planes de emergencia existentes.
- Observación y visita técnica

## • CAPACIDAD (C)

Las **Capacidades** son también parte de la ecuación del Índice de Seguridad del Acueducto. Su valoración se determinará al contestar las cuestiones del *Formulario 2* relativas a las diferentes capacidades de los componentes Funcionales del Acueducto (Administración, Coordinación, Operación, Usuarios, etc.). Su valor puede ser Alto, Medio o Bajo.

La valoración de las Capacidades se establece en función de:

- Entrevistas, grupos de discusión.
- Documentación y Planes de emergencia existentes.
- Observación y visita técnica

## • RESILIENCIA (R)

Define las cualidades específicas y necesarias de un sistema de agua para ser considerado resiliente a cualquier amenaza. Se define por un conjunto de atributos, cualidades o

capacidades necesarias en el sistema para considerarlo resiliente, y se puede establecer en función de una valoración cualitativa.



Figura 5. Dimensiones de Resiliencia

Se han elegido 4 atributos, cualidades o capacidades dentro del concepto de sistema resiliente para los Acueductos Seguros. Se considera un acueducto resiliente aquel que tiene capacidad de **resistir, adaptarse, prepararse y recuperarse** de un potencial evento que resulte de una amenaza.

A continuación se describen las cualidades o capacidades que en esta guía se consideran necesarias en un sistema para considerarlo Resiliente son<sup>2</sup>(Figura 5):

<sup>2</sup> *Resilient Frame*. Acción Contra el Hambre | *Systems Measures of Water Distribution System Resilience*. United States Environmental Protection Agency.

- **Capacidad de Adaptación** | Capacidad para gestionar o mantener funciones básicas y las estructuras de forma adecuada para la situación futura. Dentro de la capacidad de adaptación, se incluye por ejemplo la capacidad de redundancia del sistema.
- **Capacidad de Resistencia** | Capacidad para soportar o absorber los impactos repentinos o crónicos. Se puede decir que es la cualidad inversa a la vulnerabilidad física de los componentes.
- **Capacidad de Preparación** | Capacidad para hacer frente a interrupciones temporales mientras se minimizan los daños y costos de riesgo.
- **Capacidad de Recuperación** | Capacidad para restaurar o recuperarse después de un evento.

La valoración de las cualidades/atributos/capacidades de la “Resiliencia del Acueducto” se establece en función de:

- Valoración de diversas preguntas del cuestionario relacionadas con cada una de las cualidades necesarias para tener un Acueducto Resiliente. Éstas están ya predefinidas. Cada pregunta del Formulario 2 tiene asociada una Resiliencia específica.

## INTERRELACIÓN ENTRE COMPONENTES, PERSPECTIVAS DE VULNERABILIDAD, CAPACIDADES Y RESILIENCIA

Para entender mejor como se interrelacionan las diferentes variables entre sí (Vulnerabilidades, Capacidades y Resiliencia con los diferentes componentes y grupos de componentes de un acueducto), se ha desarrollado la siguiente Figura 6<sup>3</sup>, donde se muestra qué componentes (pertenecientes a un grupo de componentes) van a ser valorados por las diferentes perspectivas de vulnerabilidad (ya que no todas las perspectivas aplican a todos los componentes) y por las diferentes dimensiones de la resiliencia (la capacidad de resistencia será valorada en los componentes físicos del sistema, pero no en otros, por ejemplo).

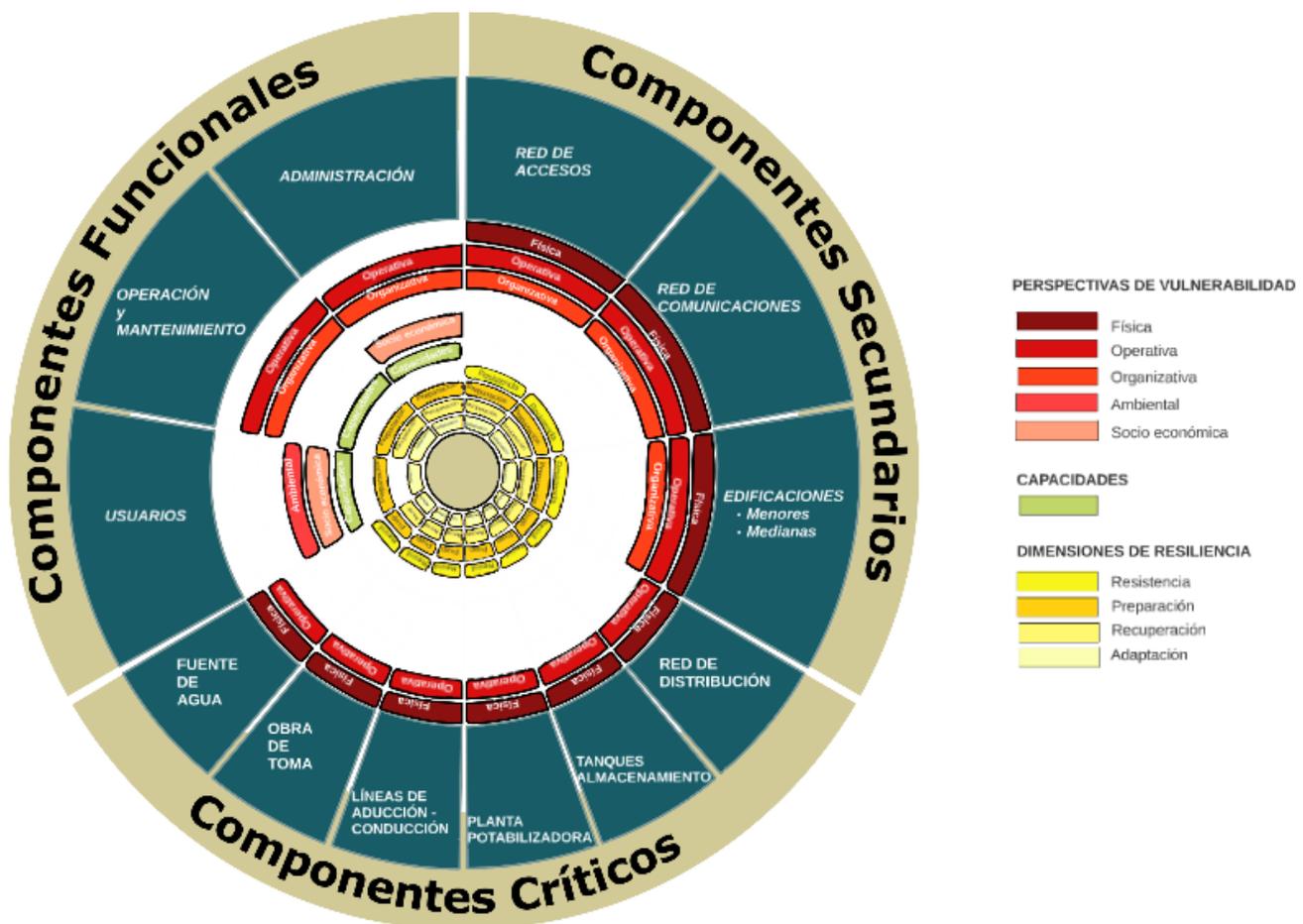


Figura 6. Interrelación entre componentes y Atributos (Vulnerabilidad y Resiliencia).

<sup>3</sup> Realización propia basada en el esquema reflejado en la Guía de Arup International Development. *City Resilience Framework. City Resilience Index*. Reino Unido; Rockefeller Foundation; 2014

## MODELO MATEMÁTICO

A continuación, se explica el modelo matemático utilizado para el **cálculo del Índice de Seguridad** en función de las respuestas obtenidas en la lista de verificación del *Formulario 2* y el Coeficiente de Impacto obtenido en el *Formulario 1*.

A través del formulario 2 se evalúa la seguridad de los tres grupos de componentes: críticos, secundarios y funcionales. El cuestionario valora diversos aspectos de cada grupo de componentes (materiales utilizados y estado de la estructura, estudios realizados durante su construcción, suelos y ubicación, protección, redundancia del sistema, planes y políticas de prevención y preparación de desastres y de emergencias, presupuestos de gestión de riesgos, planes de mantenimiento, etc.). La seguridad se mide en función del nivel de vulnerabilidad y resiliencia con el que se valoran los aspectos mencionados: Alto, Medio o Bajo.

**El formulario 2 está formado por un total de 223 preguntas.** Las 10 primeras están relacionadas con el riesgo de amenaza (Alto, Medio y Bajo) y el resto (213) con el grado de seguridad de cada componente. Hay que tener en cuenta que en estos dos casos el valor de Alto, Bajo y Medio son inversos, ya que en el primero se está hablando de Riesgo y en el segundo de Seguridad.

Una vez se han evaluado todas las preguntas de la lista de verificación (Formulario 2), ya sea en papel o través del dispositivo móvil con la aplicación ODK (Open Data Kit), los datos se ingresan en la hoja de cálculo (de manera manual si la evaluación se ha hecho en papel y de manera automática si la evaluación se ha hecho utilizando el ODK).

Esta hoja de cálculo asigna directamente los pesos establecidos para cada componente, consensuados y asignados previamente, en función de su importancia o peso en la seguridad del sistema global. La asignación de pesos se realizó de manera participativa y consensuada en los Talleres celebrados en Santo Domingo en julio de 2016, y se aplican los mismos para todos los acueductos del país.

Se describe a continuación el **funcionamiento de la herramienta de cálculo y los pesos asignados a cada uno de los componentes:**

1. **CADA SECCIÓN QUE FORMA UN COMPONENTE CRÍTICO** (estado de la estructura, suelos y ubicación, diseño y materiales, protección y mantenimiento, redundancia y recuperación) **Y QUE FORMA PARTE DE UN COMPONENTE FUNCIONAL** (capacitaciones, planes y políticas de prevención

y preparación, coordinación, sistemas de información y alerta, presupuestos y fondos de gestión del riesgo) TIENE UN PESO PONDERADO DENTRO DEL COMPONENTE, Y LA SUMA DE LOS RESULTADOS DE TODAS LAS SECCIONES DENTRO DEL COMPONENTE SUMA SIEMPRE 100%.

- Una sección siempre está formada por varias preguntas. Cada pregunta dentro de la sección de cada componente vale lo mismo, es decir 100/Nº preguntas por sección.
- Las ponderaciones de cada sección son las siguientes:

SECCIONES COMPONENTES CRÍTICOS*	PONDERACIÓN
Estado de la estructura y materiales	25 %
Diseño y materiales utilizados	20 %
Suelos y ubicación	10 %
Protección y mantenimiento	15 %
Redundancia	15 %
Recuperación	10 %
Otras cuestiones específicas	5 %

\*Componentes Críticos: Obra de Toma, Línea de Conducción, Planta Potabilizadora, Tanques de Almacenamiento y Red de Distribución

SECCIONES COMPONENTE ADMINISTRACIÓN Y ORGANIZACIÓN. COMPONENTES FUNCIONALES	PONDERACIÓN
Capacitaciones	20 %
Planes y políticas de prevención y preparación	20 %
Coordinación	20 %
Sistemas de información y alerta	20 %
Presupuestos y fondos de gestión del riesgo	20 %

Los componentes Secundarios (Comunicaciones, Red de accesos y edificaciones menores y medianas) no tienen secciones.

2. A SU VEZ CADA COMPONENTE, DENTRO DE CADA GRUPO DE COMPONENTES, TAMBIÉN TIENE ASIGNADO UN PESO PONDERADO EN FUNCIÓN DE LA IMPORTANCIA O CRITICIDAD DE DICHO COMPONENTE EN RELACIÓN CON EL GRUPO. De nuevo la suma de los resultados de todos los componentes que están dentro de un grupo suma siempre 100%

- Las ponderaciones de cada componente son las siguientes:

COMPONENTES CRÍTICOS	PONDERACIÓN
Contexto y estudios	5 %
Fuente de agua	10 %
Obra de toma	25 %
Línea de aducción - conducción	20 %
Planta potabilizadora	20 %
Tanques de almacenamiento	5 %
Red de distribución	15 %

COMPONENTES SECUNDARIOS	PONDERACIÓN
Comunicaciones	15 %
Accesos obra de toma	25 %
Accesos línea de aducción - conducción	10 %
Accesos planta potabilizadora	20 %
Accesos tanques de almacenamiento	15 %
Edificaciones menores y medianas	15 %

COMPONENTES FUNCIONALES	PONDERACIÓN
Operación y mantenimiento	40 %
Organización y administración	40 %
Usuarios	20 %

3. POR ÚLTIMO, CADA GRUPO DE COMPONENTES (CRÍTICOS, SECUNDARIOS Y FUNCIONALES), TAMBIÉN TIENE UN PESO PONDERADO DENTRO DEL GLOBAL DEL ACUEDUCTO. El grupo de componentes críticos tiene un 50 % del peso, el grupo de secundarios un 15 % del peso y el grupo de funcionales un 35 % del peso.

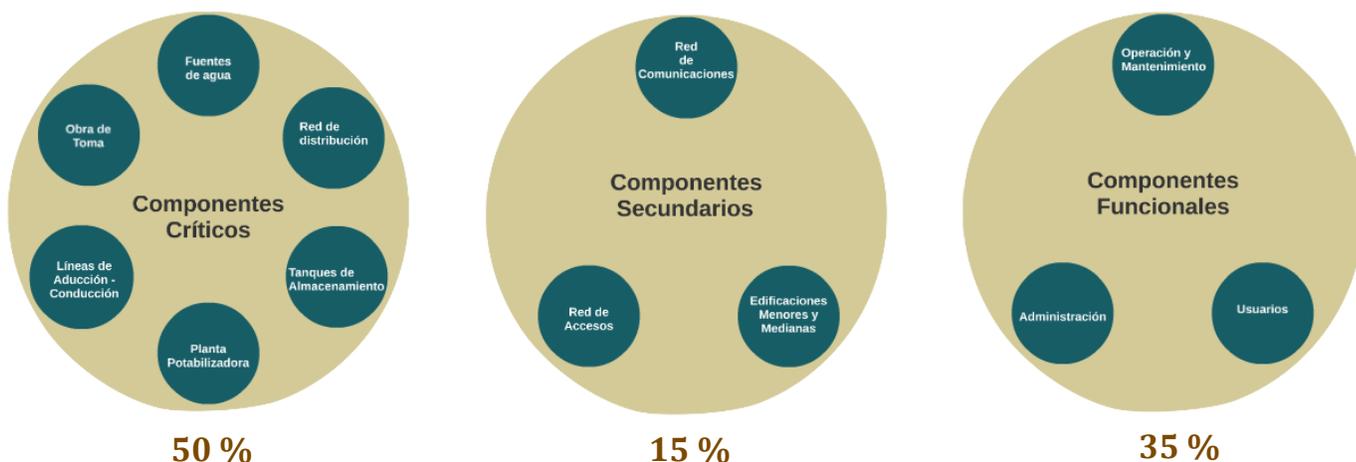


Figura 7: Ponderación de los tres grandes grupos de componentes.

5. DE LA SUMA DE LOS RESULTADOS PONDERADOS DE LOS 3 GRUPOS, SE OBTIENE EL NIVEL DE SEGURIDAD DEL ACUEDUCTO en función de Probabilidad de ocurrencia de amenazas en la zona del Acueducto, sus Vulnerabilidades y su Resiliencia a las mismas.
6. EL VALOR TOTAL SE NORMALIZA PARA QUE, INDEPENDIEMENTE DEL NÚMERO DE VARIABLES, EL RESULTADO SIEMPRE QUEDE ENTRE 0 Y 1, SIENDO 1 EL NIVEL MÁS ALTO DE SEGURIDAD Y 0 EL NIVEL MÁS BAJO. Esta normalización permite tener un factor comparativo, siempre entre 0 y 1, entre todos los acueductos evaluados.
7. POR ÚLTIMO, PARA OBTENER EL ÍNDICE GLOBAL DE SEGURIDAD, SE NECESITA APLICAR EL COEFICIENTE DE IMPACTO, es decir, el grado de exposición de los usuarios en caso de fallo del sistema. El coeficiente de Impacto se extrae de su casilla en el Formulario 1. Una vez aplicado, se obtiene el Índice Global de Seguridad del Acueducto. El coeficiente de Impacto (CI) depende de la población abastecida (pregunta 223):
- CI 1 : Menos de 10.000 hogares → CI 1 = 1
  - CI 2 : Entre 10.000 y 50.000 hogares → CI 2 = 0.95
  - CI 3 : Mas de 50.000 hogares → CI 3 = 0.85

$$\text{Índice Global de Seguridad} = \text{Índice de Seguridad} \times \text{CI}$$

8. EL ÍNDICE GLOBAL DE SEGURIDAD SE PUEDE MOSTRAR DISGREGADO EN LOS SIGUIENTES NIVELES:

- Índice Global de Seguridad del Acueducto.
- Índice de Seguridad de cada grupo de componentes.
  - Índice de Seguridad de los componentes Críticos.
  - Índice de Seguridad de Secundarios.
  - Índice de Seguridad de Funcionales.
- Índice de Seguridad de cada componente (Obra de toma, Tanques de almacenamiento, Red eléctrica, Organización y Administración, etc.). En este caso no se muestra el índice sino los porcentajes de Seguridad Alta -Media -Baja de cada uno de ellos. De esta manera se puede desagregar el índice y ver en más detalle los resultados de cada componente.

9. A continuación, se muestran los RANGOS DE VALORACIÓN ASOCIADOS A LOS DIFERENTES ÍNDICES DE SEGURIDAD POSIBLES, Y SU DEFINICIÓN:

Rango	Índice Seguridad	Definición
0,67 - 1	<b>ALTO</b>	Se requiere continuar las acciones de mejora de la seguridad y resiliencia del sistema aunque probablemente el acueducto puede cumplir con los mínimos de calidad, cantidad y continuidad del servicio de abastecimiento de agua y probablemente continúe funcionando después del impacto de un evento.
0,36 - 0,66	<b>MEDIO</b>	Se requieren medidas de mejora de la seguridad y resiliencia del sistema en el corto plazo, ya que el nivel de seguridad del acueducto puede potencialmente poner en riesgo la continuidad, cantidad y calidad del servicio de abastecimiento agua durante y después del impacto de un evento, poniendo así en riesgo a sus usuarios.
0 - 0,35	<b>BAJO</b>	Se requieren medidas de mejora de la seguridad y resiliencia del sistema en un plazo inmediato, ya que los niveles de seguridad no son suficientes para cumplir con los mínimos de calidad, cantidad y continuidad del servicio de abastecimiento de agua durante y después de un impacto de un evento, poniendo así en riesgo a sus usuarios.

Figura 8. Rangos de valoración del Índice de Acueductos Seguros

En el caso del **Cálculo de la Resiliencia**, se procede de manera similar, con la diferencia de que en el modelo no se aplica la ponderación por pesos, ni se desagrega por componente o grupo de componentes. Se entiende que cualquier sistema está formado por diversos componentes que interactúan entre sí para conseguir una función, y la resiliencia debe describir el funcionamiento del sistema, y no de sus componentes<sup>4</sup>. Así, se define y se muestra para cada dimensión de la Resiliencia (Resistencia, Adaptación, Preparación y Recuperación) el nivel asociado a cada componente (Alto, Medio, Bajo) a través de porcentajes.

Del mismo modo se analiza finalmente el **nivel de Vulnerabilidad** del Sistema, de manera desagregada para cada una de las perspectivas de vulnerabilidad contempladas en la evaluación (Física, Operativa, Ambiental, Organizativa, y Socio-Económica).

## LIMITACIONES DE LA METODOLOGÍA

El Índice de Acueductos Seguros no sustituye a ninguna evaluación estructural del acueducto. Los resultados obtenidos por la evaluación del Acueducto responden a una revisión sistemática del mismo, desde el punto de vista de la seguridad y la resiliencia de sus componentes a diferentes amenazas presentes en el país. Permite visibilizar vulnerabilidades y priorizar medidas de mejora, pero no es un estudio probabilístico.

Aunque se ha intentado desarrollar una herramienta lo más robusta posible, tanto a nivel técnico como desde el punto de vista de la teoría de la evaluación, se describen a continuación algunas de las limitaciones de la metodología.

El marco temporal para la realización de la Evaluación de Acueductos Seguros no permite el desarrollo de un estudio en profundidad, pero si visibilizar la necesidad de diferentes estudios técnicos en algunos de los componentes de los acueductos. Además, la no existencia o falta de acceso a los planos del acueducto en algunos casos (por no existir, por ser demasiado antiguos, por ser ilegibles, etc.) o la imposibilidad de acceder a algunos de sus componentes (por estar enterrados, por ejemplo) podrían limitar la objetividad en algunas de las respuestas, existiendo el riesgo de cierto sesgo por parte del equipo evaluador en el proceso.

Se han tomado medidas para reducir este riesgo. Por un lado, la cantidad de preguntas realizadas reduce el riesgo de influencia en el resultado de las preguntas que no se han podido

---

<sup>4</sup> 2015, Agencia de protección ambiental de EEUU. *Systems Measures of Water Distribution System Resilience*

confirmar con total objetividad (observación del componente por parte de un experto cualificado). El Índice es el resultado del tratamiento matemático de 223 preguntas, con diferentes ponderaciones cada una de ellas.

Por otro lado, se propone un equipo de evaluación mixto, es decir, formado por personas internas y externas a la institución y acueducto evaluado. Este hecho permite por un lado dotar al proceso evaluativo con objetividad e independencia gracias a la parte del equipo externo al acueducto, y por otro lado provee acceso a información de calidad sobre el acueducto (histórico, experiencia, perfiles técnicos específicos), pudiendo reducir así el impacto de no poder acceder a información relativa a algunos componentes del mismo.

Por último, el Índice de Acueductos Seguros está orientado a la evaluación de acueductos múltiples y medianos (según la clasificación de esta guía), pero no específicamente para la evaluación de acueductos comunitarios. Esto se debe a la extensión y nivel de detalle de la herramienta de evaluación, que quedaría en algunos casos sobredimensionada para la evaluación de un acueducto comunitario. Existen otras herramientas en el país, como los Planes de Gestión de Riesgo en los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento, creados por INAPA, que se han desarrollado de manera más específica para el análisis de riesgos de acueductos comunitarios.

Sin embargo, hay que señalar que en la herramienta de evaluación se encontrarán preguntas relacionadas con los sistemas comunitarios y las Asociaciones Comunitarias de Agua (ASOCARes), ya que existen Acueductos Medianos en los que una parte de los mismos pueden ser gestionados por ASOCARes. En estos casos aplicarían las preguntas relacionadas con los acueductos comunitarios.

## 5. CUESTIONES GENERALES

### EQUIPO DE EVALUACION. SELECCIÓN Y PERFIL DE LOS EVALUADORES

La evaluación de Acueductos Seguros se realiza con un **equipo de evaluación mixto y multidisciplinar**. Un equipo de evaluación mixto requiere evaluadores externos a la institución y al acueducto evaluado y evaluadores internos que formen parte de la institución. Ambos perfiles, tanto los externos como los internos, deben haber sido entrenados y formados en el Índice de Acueductos Seguros, a través de la formación correspondiente.

El equipo evaluador además ha de ser multidisciplinar, es decir, ser especialista en diversas disciplinas.

El equipo (parte interna y parte externa) debe estar formado por perfiles especializados en las siguientes áreas:

- Ingenieros civiles
- Geólogos
- Hidrogeólogos
- Expertos en construcción
- Especialistas en sismología y diseño de estructuras sismo resistentes en sistemas de agua.
- Ingeniero electromecánico
- Gestor Ambiental
- Especialista en gestión del riesgo y medidas de mitigación y prevención en acueductos.
- Tecnicos de los departamentos de administración y Operaciones de la Institución Proveedora del Servicio.
- Miembros de las ASOCARES.

En total el **equipo evaluador** estará formado por un mínimo de nueve evaluadores. Cinco evaluadores externos y cuatro evaluadores internos. Sin embargo, este número puede ser mayor, siempre en función de la extensión acueducto y de las consideraciones propias de la institución que opera el acueducto, que puede determinar que algún técnico con un perfil determinado participe de manera adicional por parte de la institución.

En cuanto a personal del acueducto que formará parte del equipo evaluador (evaluadores internos), deberá haber al menos uno interno por cada uno de los sub-grupos de evaluación.

Además, en la evaluación participará el personal del acueducto que trabaje y tenga experiencia suficiente en cada uno de los componentes evaluados. Este personal participará en la evaluación, pero no será parte del equipo evaluador. Esta participación será puntual.

Deben participar en la evaluación, al menos:

- Director/a del Acueducto
- Encargados/as de los diferentes componentes del acueducto (Obra de toma y línea de aducción, planta potabilizadora, tanques de almacenamiento y red de distribución)
- Operarios de los diferentes componentes evaluados
- Personal del departamento de administración y departamento comercial
- Personal del departamento de Recursos Humanos
- Responsable de Planes de Emergencia /Prevención

El equipo de coordinación será el encargado solicitar el personal que acompañará al equipo de evaluación en las diversas fases del proceso evaluativo y de informar al Equipo de Dirección del Acueducto la planificación de su participación y el rol del personal que participe en la evaluación.

**La selección del equipo evaluador se debe realizar de manera conjunta entre la Institución Reguladora de las Evaluaciones (Institución Reguladora del Programa de Acueductos Seguros) y el Acueducto evaluado.** El Acueducto evaluado deberá seleccionar a los evaluadores internos, siempre que éstos hayan sido previamente formados en el Índice de Acueductos Seguros.

## ORGANIZACIÓN Y ROL DEL EQUIPO DE EVALUACIÓN

El equipo de evaluación estará formado por un/a coordinador/a del equipo y 8 o 9 evaluadores, En total habrá un mínimo de 9 evaluadores,

El/la coordinador/a de la evaluación será siempre externo al acueducto. En función de las dimensiones del equipo, puede ser sólo una persona, o podría tener un apoyo a través de un asistente en la coordinación, formando así el equipo de coordinación. Esta asistencia se haría por una persona que también deberá estar formada en el Índice de Acueductos Seguros.

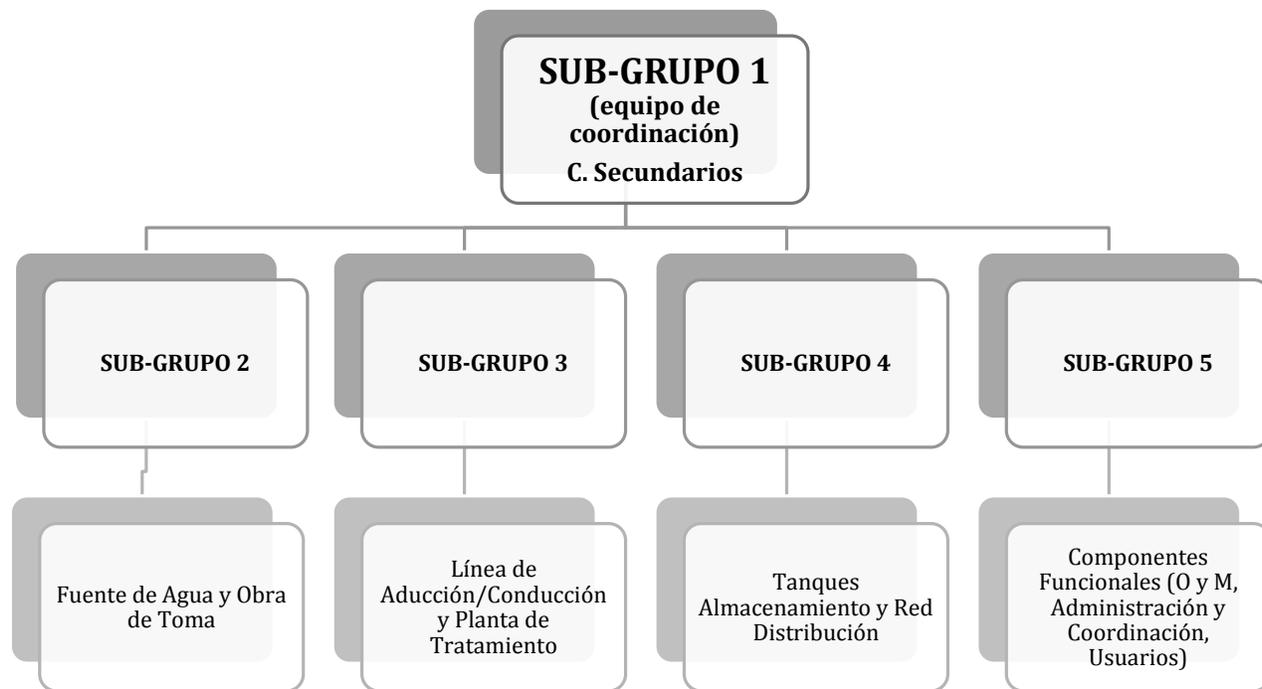
El equipo de coordinación siempre será el encargado de todos los contactos con la Dirección del acueducto evaluado y con la Institución Reguladora de las evaluaciones (Fase 1).

El equipo de coordinación será el responsable de la planificación de la evaluación, preparación del material y participará en la selección de los evaluadores. Además, proveerá al resto de evaluadores con los instrumentos de evaluación necesarios.

Además, el equipo de coordinación será responsable del cálculo final del Índice de Acueductos seguros y liderará y facilitará la sesión dedicada a la propuesta y priorización de recomendaciones, así como la presentación final de los resultados al Equipo de Dirección del acueducto (Fase 5). Por último, se responsabilizará de coordinar la capitalización de las recomendaciones (Fase 4) y la composición del informe de evaluación final (Fase 6), siempre con la colaboración y participación de todo el equipo evaluador.

La evaluación se organizará según 5 sub-grupos, que estarán presentes durante todo el proceso evaluativo. Cada grupo se encargará de la evaluación y propuesta de recomendaciones de mejora de los componentes que hayan sido asignados a su grupo. En el día de trabajo de campo (Fase 3) todos los sub-grupos podrán trabajar de manera paralela.

Se presenta en la Figura 9 los componentes y responsabilidades de casa uno de los 5 sub-grupos de evaluación:



**Figura 9.** Organigrama de Equipo Evaluador. Sub- Grupos de Evaluación

## MATERIAL NECESARIO PARA LA EVALUACIÓN

El equipo evaluador deber asegurar el siguiente material durante todo el proceso evaluativo:

1. Índice de Acueductos Seguros. Guía del Evaluador.
2. Mapa de la zona.
3. Último Documento País.
4. Mapas de amenazas disponibles (Código sísmico R-001, INAPA, Documento País).
5. Plan de emergencias de INAPA (2014).
6. Mapas geológicos de la zona del acueducto.
7. Estudios de Microzonificación de la zona si están disponibles.
8. Plano esquemático del Acueducto.
9. Ficha técnica del Acueducto.
10. Tablet o dispositivo móvil con la aplicación de software libre Open Data Kit (ODK Collect) instalada.
11. Cuestionario del Índice de Acueductos Seguros: Formulario 1 y formulario 2 (En papel u ODK).
12. Libreta de notas, bolígrafo y tablero de oficio.
13. Teléfono Celular.
14. Cámara fotográfica.
15. Grabadora si hay disponible.
16. Cinta métrica.
17. Calculadora.
18. Computadora

Otros elementos podrían ser solicitados por parte del coordinador/a de la evaluación. Se recomienda vestimenta adaptada para el terreno, teniendo en cuenta que algunos de los componentes pueden estar ubicados en zonas de difícil acceso.

## FASES Y TIEMPOS DE LA EVALUACIÓN

El proceso evaluativo tiene una duración de tres días y medio. En caso de acueductos ubicados en una gran extensión, se podría extender el proceso de evaluación 1 día en el trabajo de campo. Se ha dividido la Evaluación en seis fases:

### 1º Fase: Planificación | 1 mes antes de la evaluación | Equipo Coordinador

La fase de planificación comprende los siguientes pasos:

- Contacto con el Director del ente operador del Acueducto.
- Envío de información relativa a la evaluación (Información sobre los Objetivos de la evaluación, información sobre el rol del personal del Acueducto durante la evaluación, propuesta de fechas de evaluación, etc.).

### 2º Fase: Preparación de la Fase de Campo e Información Preliminar | 1 día | Todo el equipo, liderado por equipo coordinador.

La fase de preparación del Trabajo de Campo comprende los siguientes pasos:

- Reunión con el equipo evaluador
- Conformación de subgrupos de evaluación y distribución de Grupos de componentes.
- Preparación de formularios y búsqueda de información preliminar
- Realización de Formulario 1 - Características del Acueducto
- Comienzo Formulario 2 - Contexto y Amenazas

### 3º Fase: Trabajo de campo | 1 día (con posibilidad de extender a 2 en caso de ser necesario) | Todo el equipo, dividido en Sub-grupos.

Realización de Formulario 2, paralelamente por subgrupos

- Visita acueducto (observación, revisión de planos y entrevistas).
- Entrevistas a personas clave comunidades entorno acueducto.
- Reuniones en Oficinas de Institución gestora del servicio.
- Realización de Formulario 2 (cuestionario de evaluación)
- Propuesta de recomendaciones paralelamente a la realización del Formulario 2.

**4º FASE: Consolidación del Índice de Acueductos Seguros y propuesta de Recomendaciones**

| 1 día | Todo el equipo, liderado por equipo coordinador.

- Reunión equipo y puesta en común de información recolectada durante el trabajo de campo.
- Cálculo del Índice en función de resultados (en caso de haberse realizado con dispositivos móviles).
- Análisis de las recomendaciones de mejora propuestas y primera clasificación por prioridades.
- Formulario - Recomendaciones

**5º Fase: Presentación de Resultados | 1/2 día | Todo el equipo, liderado por equipo coordinador.**

- Presentación de resultados al Equipo de Dirección del Acueducto e Institución Gestora del servicio. Priorización participativa de recomendaciones de mejora.

**6º Fase: Envío Informe Final | 15 días posterior a la presentación de resultados | Equipo Coordinador.**

## 6. DESCRIPCIÓN DE FORMULARIOS DE EVALUACIÓN

La herramienta consta de dos formularios, y ambos pueden ser completados en papel o de manera digital a partir de un dispositivo móvil (Tablet o Móvil) a través de la aplicación Open Data Kit (ODK). Existen 2 formularios diferentes:

El primero es un formulario inicial que contiene las características generales y técnicas del acueducto, y puede ser rellenado casi completamente antes de visitar el Acueducto, a través de la coordinación adecuada con la institución encargada de la gestión del servicio de agua.

El segundo formulario, es el cuestionario de evaluación y del que se extrae el Índice de Seguridad del Acueducto.

INFORMACIÓN GENERAL:	
Entidad Gestora:	Sistema de San Juan y Juan Herrera
Nombre del Acueducto:	San Juan de los Rios
Municipio:	San Juan y Juan Herrera
Categoría:	
INFORMACIÓN TÉCNICA - SERVIDOR DE ABASTECIMIENTO	
Tipo de Acueducto:	
Materia prima:	
Capacidad de producción:	
Número de usuarios:	
Número de pozos:	
Número de tuberías:	
Número de válvulas:	
Número de bombas:	
Número de tanques:	
Número de depósitos:	
Número de tuberías de distribución:	
Número de tuberías de servicio:	
Número de tuberías de riego:	
Número de tuberías de drenaje:	
Número de tuberías de ventilación:	
Número de tuberías de protección:	
Número de tuberías de limpieza:	
Número de tuberías de mantenimiento:	
Número de tuberías de reparación:	
Número de tuberías de emergencia:	
Número de tuberías de seguridad:	
Número de tuberías de control:	
Número de tuberías de monitoreo:	
Número de tuberías de diagnóstico:	
Número de tuberías de prevención:	
Número de tuberías de mitigación:	
Número de tuberías de recuperación:	
Número de tuberías de restauración:	
Número de tuberías de rehabilitación:	
Número de tuberías de renovación:	
Número de tuberías de reemplazo:	
Número de tuberías de sustitución:	
Número de tuberías de actualización:	
Número de tuberías de modernización:	
Número de tuberías de optimización:	
Número de tuberías de mejora:	
Número de tuberías de desarrollo:	
Número de tuberías de crecimiento:	
Número de tuberías de expansión:	
Número de tuberías de diversificación:	
Número de tuberías de integración:	
Número de tuberías de coordinación:	
Número de tuberías de colaboración:	
Número de tuberías de cooperación:	
Número de tuberías de asociación:	
Número de tuberías de alianza:	
Número de tuberías de consorcio:	
Número de tuberías de sociedad:	

FORMULARIO 1

Evaluación	
Se cuestionará en todos los momentos de una visita para registrar la presencia o ausencia de los siguientes componentes del acueducto de acuerdo al estado de cada uno de ellos. Marque con una X la presencia o ausencia de cada uno de los componentes del acueducto de acuerdo al estado de cada uno de ellos.	
1. ¿Existen planes de gestión de riesgos?	
2. ¿Existen planes de mantenimiento preventivo y correctivo?	
3. ¿Existen planes de emergencia?	
4. ¿Existen planes de capacitación para el personal?	
5. ¿Existen planes de monitoreo y control de calidad del agua?	
6. ¿Existen planes de inspección y mantenimiento de la infraestructura?	
7. ¿Existen planes de actualización de la infraestructura?	
8. ¿Existen planes de modernización de la infraestructura?	
9. ¿Existen planes de optimización de la infraestructura?	
10. ¿Existen planes de mejora de la infraestructura?	

FORMULARIO 2

## DESCRIPCIÓN DE FORMULARIOS

### Formulario 1: Información y Características Generales del Acueducto

En este formulario se introducen la información relativa a la identificación del acueducto y sus características:

- Ubicación y Nombre
- Entidad gestora del acueducto
- Tipo de acueducto
- Componentes y tipo de componentes
- Capacidad de producción en condiciones normales

- Condiciones de calidad del agua en situación normal.
- Número y tipo de Usuarios: en este caso se tiene en cuenta el número de hogares, Escuelas, Hospitales y Albergues en caso de emergencia.
- Datos comerciales.

## Formulario 2: Cuestionario de Acueductos Seguros

En este formulario se encuentra el cuestionario con las 223 preguntas relativas a las amenazas y a la seguridad ante desastre de los tres grupos de componentes del Acueducto. Como se ha explicado anteriormente, estos tres grupos son los siguientes:

1. **Críticos:** Fuente de agua, Obra de Toma, Línea de Conducción, Planta de Tratamiento, Tanques de almacenamiento, Red de Distribución y todos los elementos que los componen, incluyendo los equipos de bombeo, tuberías, conexiones, etc.
2. **Secundarios:** Red de comunicaciones (teléfonos, radios, etc.), vías de acceso a los componentes, y pequeñas y medianas edificaciones (casetas, almacenes, etc.)
3. **Funcionales:** Administración, gestión y operación de las instituciones encargadas del servicio de agua en cada caso y los usuarios del sistema (población abastecida).

El cálculo del Índice se ha explicado en el apartado “Modelo Matemático”, y como puede verse por la fórmula, solo se aplicarán en el cálculo las variables presentes en el formulario 2.

## Instrucciones para el uso de la Lista de Verificación, Formulario 2.

A continuación, se muestran las “normas” de uso del cuestionario de evaluación, así como los aspectos básicos del mismo:

- Hay 4 secciones en el formulario, cada una de ellas formadas por sub-secciones, normalmente relativas a cada uno de los componentes del grupo, según la Figura 1.
- El formulario se debe rellenar en el orden de aparición de las preguntas, y seguir las instrucciones de cada una de ellas.
- Hay que rellenar todas las preguntas (en caso de No Aplicar, se completara la casilla NA. Pero esta opción debe aplicarse SÓLO en caso de no existir el elemento por el que se pregunta).
- Todas las preguntas están formadas por un título, una descripción, 4 casillas posibles para responder a la pregunta (a la derecha) y un apartado de observaciones correspondiente.

10. Accesos - Obra de Toma		Nivel Seguridad				Técnica			Fuente	
Nº	Pregunta	NA	A	M	B	Obs	En	O y OE	Doc	
	<b>Rutas de Acceso alternativa</b> Identificar el nivel de Seguridad relacionado con rutas alternas para el acceso a las estructuras de la obra de toma									
166	A: Existen mas de dos rutas posibles para llegar a las instalaciones de la obra de toma, y al menos una de ellas es poco vulnerable (bien asfaltada, en zona no inundable, con verja de protección, etc.) a ser obstruida. M: Existen mas de una ruta posibles para llegar a las instalaciones de la obra de toma, y al menos una de ellas es poco vulnerable (bien asfaltada, en zona no inundable, con verja de protección, etc.) a ser obstruida. B: solo existe una ruta de acceso a la obra de toma y es muy vulnerable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			O y OE	Doc	Planos / fotos zona

**Figura 10.** Formulario 2: Cuestionario de evaluación. Casillas de Selección

- La asignación de valores para responder a las preguntas se realiza en función de los estándares establecidos en la misma descripción de la pregunta. Cada pregunta se puede responder como:

- **NE/NA:** No existe / No aplica
- **A:** Alto
- **M:** Medio
- **B:** Bajo

En cada pregunta se establecen los estándares que marcan cada nivel de seguridad (o de riesgo en caso de las amenazas).

- En la parte derecha del cuestionario se pueden ver dos casillas relativas a las **técnicas de evaluación y las fuentes de información**. En cuanto a las técnicas, se proponen las siguientes:

- **EN:** Entrevista
- **O y OE:** Observación y Opinión del Experto
- **Doc.:** Documentación (consulta de documentación específica)

A cada una de las preguntas del cuestionario podrían aplicar las tres técnicas, sólo una o dos de ellas.

En cuanto a las fuentes de información, se indica en cada pregunta algunas fuentes de información que deberían ser consultadas para poder responder a la pregunta. Pero en cada acueducto puede haber variaciones relativas a estas fuentes.

## FORMULARIO 1: CARACTERÍSTICAS DEL ACUEDUCTO

Se muestra a continuación el contenido del Formulario 1, relativo a las características del acueducto. Este Formulario debe completarse durante la Fase 2 de la evaluación.

### FORMULARIO 1 | Características del Acueducto

#### Información General:

INFORMACIÓN GENERAL	
Nombre Acueducto:	
Provincia:	
Municipio:	
LOCALIDAD:	
GESTIONADO POR:	

#### Información Técnica - Servicio de Abastecimiento

SERVICIO DE ABASTECIMIENTO	
N° de Hogares:	
N° de personas a la que abastece:	
N° Usuarios del sistema (con instalaciones)	
N° Usuarios facturados (hogares con factura emitida/mes)	
N° usuarios (hogares) facturas pagadas	
Hospitales (N° hospitales):	
Albergues (N° albergues):	
Escuelas (N° escuelas):	
Litros /per/día (por normativa):	
Litros totales/día (teóricos):	
Litros totales/día (reales):	
Selección del Coeficiente de Impacto:	

## Información Técnica - Características Técnicas del Acueducto

CARACTERISTICAS SISTEMA	
Tamaño acueducto (múltiple, medio, comunitario):	
Tipo de captación (gravedad, bombeo, mixto):	
Fuente de Agua:	
Tipo captación:	
Planta Tratamiento: <i>Nombrar los procesos de tratamiento que forman la planta potabilizadora.</i>	
Líneas de aducción conducción: <i>Cuántas, diámetros y materiales</i>	
Tanques almacenamiento: <i>Cuántos, capacidad y material</i>	
Uso de químicos: <i>listado</i>	
Pasos aereos	
Equipos de bombeo (componentes y tipos): <i>Bomba vertical / horizontal / sumergible</i>	

## FORMULARIO 2: CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN

A continuación, se procede a listar todas las preguntas que forman parte del Formulario 2, dónde se encontrará la siguiente información:

- Grupo de Componentes (Crítico, Secundario o Funcional).
- Componente (Obra de Toma, Planta Potabilizadora, Accesos, etc.). 17 componentes en total.
- Secciones (Estado de la estructura, protección y mantenimiento, redundancia, etc.)
- Número y Título de la pregunta (223 preguntas).
- Descripción de la pregunta
- Descripción de estándares (Alto, Medio y Bajo)

Se trata del cuestionario de evaluación que cumplimentará el equipo de evaluación en la 3ª Fase de la Evaluación (Trabajo de Campo). Cada pregunta tiene una primera parte introductoria que tiene por objetivo orientar al evaluador en la selección de la respuesta. En el Anexo 2 se puede encontrar el Formulario 2 completo, para ser usado durante la evaluación.

### 1. AMENAZAS

Se considerarán en todas las respuestas de esta sección la provincia o provincias (municipio, municipios) que alberguen al menos un componente del acueducto de estudio. La palabra "zona" hace referencia a la provincia, municipio o comunidad. Dependerá de la información disponible y se deberá priorizar la información relativa al menor nivel administrativo posible.

#### 1. Sismos

De acuerdo al mapa de amenazas de la zona y el análisis geológico del suelo, marcar el grado de amenaza en que se encuentra el acueducto. Se deben considerar la magnitud (Escala de Richter) e intensidad (Escala de Mercalli modificada) máximas, frecuencia y periodos de recurrencia de eventos sísmicos que se hayan dado anteriormente en la zona.

**A:** Zona de alta o muy alta Sismicidad (zona I)

**M:** Zona de mediana sismicidad (zona II)

## 2. Deslizamiento

De acuerdo al mapa de amenazas de la zona y el histórico de eventos, identificar si existe riesgo de deslizamiento por diferentes causas sobre algunos de los componentes del Acueducto (componentes localizados en terrenos con pendientes o taludes inestables, suelos arcillosos, componentes con cimentaciones muy superficiales)

**NA:** Ningún componente está en zona de riesgo de deslizamiento

**A:** El riesgo de deslizamiento sobre alguno de los componentes críticos del sistema es Alto

**M:** El riesgo de deslizamiento sobre alguno de los componentes críticos del sistema es Medio

**B:** El riesgo de deslizamiento sobre alguno de los componentes críticos del sistema es Bajo

## 3. Tsunamis / Marejada Ciclónica

De acuerdo al mapa de amenazas y otros eventos ocurridos anteriormente en la zona identificar el nivel de amenaza de tsunamis o marejadas que puedan afectar algún componente del acueducto, ya sean originados por actividad sísmica, volcánica o submarina. Se debe analizar también si hay componentes ubicados en zona de inundación histórica por marejadas altas.

**NA:** Ningún componente está en zona de riesgo por tsunami o marejada

**A:** El riesgo de Tsunami o Marejada Ciclónica sobre alguno de los componentes críticos del sistema es Alto

**M:** El riesgo de Tsunami o Marejada Ciclónica sobre alguno de los componentes críticos del sistema es Medio

**B:** El riesgo de Tsunami o Marejada Ciclónica sobre alguno de los componentes críticos del sistema es Bajo.

## 4. Inundación

De acuerdo al mapa de amenazas y el histórico de eventos de la zona, identificar si existe riesgo de inundación por diferentes causas sobre algunos de los componentes del Acueducto (teniendo en cuenta toda su extensión). Componentes ubicados en cauce del río o terrazas inundables, al borde de terrazas en parte cóncavas de meandros, en zonas bajas de una llanura de inundación, al borde ríos o quebradas con huellas de inundación.

**NA:** No existe riesgo de inundación sobre la zona del acueducto

**A:** Algún componente del acueducto ubicado en zona inundable.

**M:** Algún componente del acueducto ubicado en zona inundable, pero se toman medidas de adaptación y transformación que le permiten continuar en operación.

**B:** Los componentes del sistema ubicados en terrenos no inundables.

## 5. Sequía

De acuerdo al mapa de amenazas y el histórico de eventos de la provincia, identificar si existe riesgo de sequía y de escasez de agua especialmente en la zona donde se ubica la fuente de agua del acueducto.

**NA:** No existe riesgo de sequía sobre la zona del acueducto.

**A:** Estadísticas alta de probabilidad de afectación por uno o más efectos asociados a la sequía en zona de ubicación de la fuente de agua.

**M:** Estadísticas media de probabilidad de afectación por uno o más efectos asociados a la sequía en zona de ubicación de la fuente de agua.

**B:** Estadísticas baja de probabilidad de afectación por uno o más efectos asociados a la sequía en zona de ubicación de la fuente de agua.

## 6. Huracán / Ciclón Tropical/ Tormenta tropical / Tornado

De acuerdo al mapa de amenazas de la provincia, el mapa de vientos y el histórico de eventos, identificar si existe riesgo de huracán, teniendo en cuenta también el historial de eventos de la zona.

**NE/NA:** No existe riesgo de Huracán o Ciclón Tropical en la zona.

**A:** Estadísticas alta probabilidad de afectación por uno o más efectos asociados a huracanes, ciclones, etc. en zona de ubicación de algún componente del acueducto.

**M:** Estadísticas media de probabilidad de afectación por uno o más efectos asociados a huracanes ciclones, etc. en zona de ubicación de algún componente del acueducto.

**B:** Estadísticas baja de probabilidad de afectación por uno o más efectos asociados a huracanes ciclones, etc. en zona de ubicación de algún componente del acueducto.

## 7. Epidemia (donde el agua sea el vector/medio de transmisión)- cólera, diarrea severa, amebas, dengue, malaria, zika, etc.

De acuerdo al mapa de amenazas de la provincia y el historial de epidemias de la zona, identificar si existe riesgo de epidemias en las que el agua del acueducto pueda ser vector o vía de transmisión.

**A:** Datos epidemiológicos de la zona de influencia del acueducto reflejan aumento de ocurrencia en el número de casos de enfermedades de transmisión hídrica (Diarreas, Cólera, amebas, etc.) en comparación con años anteriores.

**M:** Datos epidemiológicos de la zona de influencia del acueducto reflejan la estabilización de ocurrencia en el número de casos enfermedades de transmisión hídrica (Diarreas, Cólera, amebas, etc.) en comparación con años anteriores.

**B:** Datos epidemiológicos de la zona de influencia del acueducto reflejan una disminución en enfermedades de transmisión hídrica (Diarreas, Cólera, amebas, etc.) en comparación con años anteriores.

## **8. Contaminación por vertidos tóxicos (biológicos, químicos o nucleares)**

De acuerdo al mapa de amenazas de la provincia y el histórico de eventos, identificar si existe riesgo de contaminación química o peligros de vertidos tóxicos por diferentes causas sobre algunos de los componentes del Acueducto (tuberías de petróleo en cuenca, peligro de derrame de camiones en cuenca, redes de alcantarillado no seguro, etc.)

**A:** Industrias localizadas en el área de influencia de las fuentes de abastecimiento del acueducto presentan riesgo de derrame de vertidos peligrosos (o no cuentan con planes de regulación ni plantas de tratamiento para controlar los vertidos tóxicos).

**M:** Industrias localizadas en el área de influencia de las fuentes de abastecimiento del acueducto podrían presentar riesgo de derrame de vertidos peligrosos, pero cuentan con control los vertidos tóxicos.

**B:** No hay Industrias localizadas en el área de influencia de las fuentes de abastecimiento del acueducto o las que hay no presentan riesgo (cuentan con planes de regulación actualizados y plantas de tratamiento para controlar los vertidos tóxicos con el mantenimiento adecuado)

## **9. Incendios**

De acuerdo al mapa de amenazas y el histórico de eventos, de la provincia, identificar si existe riesgo de incendio por diferentes causas sobre algunos de los componentes del Acueducto. Tener en cuenta también en esta pregunta los materiales inflamables presentes dentro del acueducto que pueda convertirse en detonantes en un momento determinado, como por ejemplo el cloro gas.

**A:** Existe una alta presencia de estaciones de combustibles, fábricas, paso de tuberías de combustible, cilindros de gas, subestaciones de electricidad etc. en el área de influencia de alguno de los componentes del acueducto.

**M:** Existe una presencia moderada de estaciones de combustibles, fábricas, paso de tuberías de combustible, cilindros de gas, subestaciones de electricidad etc. en el área de influencia de alguno de los componentes del acueducto.

**B:** Existe una baja presencia de estaciones de combustibles, fábricas, paso de tuberías de combustible, cilindros de gas, subestaciones de electricidad etc. en el área de influencia de alguno de los componentes del acueducto.

## 10. Robos y vandalismo

De acuerdo a los mecanismos de seguridad integrados en los componentes del acueducto, el acceso a los mismos y la vigilancia del acueducto en general, determinar el grado de seguridad del acueducto ante robo o destrucción de ciertos componentes o parte de componentes del acueducto.

**A:** No existen ni mecanismos de seguridad ni de vigilancia en el acueducto. El riesgo de robo o vandalismo es muy alto.

**M:** Existen mecanismos de seguridad o de vigilancia, pero no ambos conjuntamente. El riesgo de robo o vandalismo es medio.

**B:** Existen mecanismos de seguridad y vigilancia suficientes como para considerar una probabilidad de vandalismo y robo muy baja.

# COMPONENTES CRÍTICOS

## 2. CONTEXTO GENERAL

### 11. Desconcentración de componentes

Evaluar el nivel de integridad del acueducto en caso de eventos producidos por diferentes amenazas, en función de la desconcentración de sus componentes (captación, tratamiento, tanques de almacenamiento, estaciones, etc.) en áreas de alto Riesgo.

**A:** Solo el 30 % de los componentes comparten área de riesgo.

**M:** Entre el 30 % y el 50 % de los componentes comparten área de riesgo.

**B:** Más del 50 % de los componentes comparten área de riesgo.

### 12. Normativa de construcción

Estructurales demuestran que laboratorios, almacenes de materiales, edificios de oficinas, planta potabilizadora, tanques de almacenamiento, etc., han sido construidos bajo normas antisísmicas vigentes.

**A:** Planos de construcción adecuados a norma sísmica de referencia y normativa aplicada en estructuras y equipamientos. (Acueducto construido en base a norma actualizada después de 2011).

**M:** Se cuenta con los planos de construcción del acueducto, pero no es clara la aplicación de normativa sísmica de referencia. (Acueducto construido en base a normas publicadas entre 1979 y 2011).

**B:** No se cuenta con planos de construcción del acueducto o acueducto construido en base a normativa anterior a 1979.

### 13. Estudios geotécnicos del suelo

Valorar si existen y se han usado estudios geotécnicos e investigaciones complementarias para la localización y construcción de los elementos clave del acueducto (bocatoma, tanques de almacenamiento, planta potabilizadora, área de la red de distribución). Y conocer así el nivel de seguridad ante riesgos de subsuelos lodosos y frágiles.

**A:** Acueducto construidos en base a estudios geotécnicos y un perfil histórico del lugar.

**M:** Acueducto construidos sin la realización de estudios geotécnicos, pero se han tomado en cuenta los datos históricos de la zona.

**B:** Acueducto construidos sin la realización de estudios geotécnicos ni perfil histórico del lugar.

#### 14. Calidad del Agua

Se analizan y registran las características físicas-químicas y bacteriológicas del agua en el acueducto.

**A:** Se cuenta con laboratorios bien equipados y con los reactivos necesarios para realizar las pruebas de laboratorio y se realizan los análisis de manera periódica y adecuada.

**M:** Se cuenta con laboratorios bien equipados, pero en ocasiones faltan reactivos para realizar las pruebas de laboratorio o no se realizan los análisis de manera periódica y adecuada.

**B:** No se cuenta con los medios necesarios para realizar las pruebas de laboratorio.

#### 15. Medición de niveles

¿Se analizan y registran las fluctuaciones del nivel freático según la estación del año y los cambios de aforo?

**A:** Se cuenta con mecanismos de medida de nivel freático y/o aforo de caudales.

**M:** Se cuenta mecanismos de medida de nivel freático y/o aforo de caudales, pero en ocasiones faltan o no se realizan de forma regular

**B:** No se cuenta con los medios necesarios para realizar medida de nivel freático y aforo de caudales

#### 16. Estudio Ambiental

Identificar si el Acueducto posee Estudio ambiental, según política de Medio Ambiente

**A:** Acueducto ha sido construido en base a estudio medioambiental realizado conforme a las normas vigentes.

**M:** Acueducto posee estudios medioambientales que no han sido respetados rigurosamente.

**B:** No se ha realizado estudio medioambiental para la construcción del acueducto.

### 3. FUENTE DE AGUA

#### 17. Redundancia

Identificar y analizar las fuentes alternas de Abastecimiento de Agua, Municipales o Privadas, que puedan ser utilizadas en casos de desastres.

**A:** Existen fuentes alternas de abastecimiento de agua, se tienen los permisos correspondientes para el uso de la fuente y el acueducto cuenta con la capacidad de adaptación para operar desde otra fuente.

**M:** Existen fuentes alternas de abastecimiento de agua y se han realizado los trámites de los permisos correspondientes para el uso de la fuente, pero el acueducto no cuenta con la capacidad de adaptación para operar desde otra fuente.

**B:** No existen fuentes alternas de abastecimiento de agua y el acueducto no cuenta con la capacidad de adaptación para operar desde otra fuente.

## 18. Protección de la fuente

Identificar si existen medidas de protección en la fuente y el entorno a la captación, tales como reforestación, caracterización de amenazas antropogénicas hacia la fuente, cerco perimetral, etc.

**A:** Existe un plan de medidas de protección en la fuente y el entorno a la captación al cual se da el debido cumplimiento.

**M:** Hay un plan de medidas de protección en la fuente y el entorno a la captación, pero no se da el debido cumplimiento o no hay un plan de protección, pero se da protección de manera no periódica.

**B:** No hay un plan medidas de protección en la fuente y el entorno a la captación

## 19. Mantenimiento

Identificar si se realiza regularmente mantenimiento en las estructuras de protección (captaciones, casetas, etc.)

**A:** Hay un plan de mantenimiento de la obra de captación y del área de toma de la fuente de agua, al cual se da el debido cumplimiento.

**M:** Hay un plan de mantenimiento de la obra de captación y del área de toma de la fuente de agua, pero no se da el debido cumplimiento o no hay un plan de mantenimiento, pero se da protección de manera no periódica.

**B:** No hay un plan de mantenimiento ni de la obra de captación ni del área de toma de la fuente de agua y se da mantenimiento de manera esporádica u ocasional.

## 20. Fuentes de Aguas Superficiales

Identificar si en las Fuentes de Aguas Superficiales se realizan análisis físicos-químicos y bacteriológicos de la calidad del agua.

**A:** Se cuenta con laboratorios bien equipados y con los reactivos necesarios para realizar todas las pruebas de laboratorio que requiere la fuente y los análisis se realizan con frecuencia óptima.

**M:** Se cuenta con laboratorios bien equipados, pero en ocasiones faltan reactivos o no son funcionales para realizar las pruebas de laboratorio que requiere la fuente, o no se hacen los análisis de manera frecuente.

**B:** No se cuenta con los medios necesarios para realizar las pruebas de laboratorio que requiere la fuente o no se hacen los análisis en la fuente de agua.

## 21. Fuentes Subterráneas

Identificar si en las Fuentes Subterráneas se considera la topografía de la cuenca de la captación, naturaleza del suelo, posibles focos de contaminación interna y externa y usos.

**A:** Se ha tomado en cuenta para la selección de la fuente la topografía de la cuenca de captación, naturaleza del suelo y posibles focos de contaminación.

**M:** Se ha tomado en cuenta para la selección de la fuente la topografía de la cuenca de captación y naturaleza del suelo, pero informes indican posibles focos de contaminación.

**B:** No hay evidencia de que para la selección de la fuente han sido tomados en cuenta la topografía de la cuenca de captación y naturaleza del suelo, así como posibles focos de contaminación.

## 22. Caudal demandado - diseño acueducto

Identificar el nivel de seguridad del acueducto en relación con la capacidad de la fuente para mantener el caudal demandado, aún en tiempos de estiaje. Es decir, identificar si el acueducto fue diseñado para abastecer las necesidades de la población abastecida, incluso en época de estiaje.

**A:** El acueducto fue diseñado para las necesidades de la población abastecida. Existen estudios hidrológicos y los resultados de aforos de la fuente y estadística pluviométrica de la zona indican que el caudal demandado se mantendrá aún en época de estiaje.

**M:** No hay estudios hidrológicos, pero los resultados de aforos de la fuente y estadística pluviométrica de la zona indican que el caudal de ésta se reducirá en torno a un 40% en época de estiaje, lo que permitirá que el acueducto continúe, pero con algún déficit.

**B:** El acueducto NO fue diseñado para las necesidades de la población abastecida. NO Existen estudios hidrológicos Resultados de aforos de la fuente y estadística pluviométrica de la zona indican que el caudal de ésta se reducirá en un 60 % o más en época de estiaje.

## 23. Protección de taludes

Evaluar la existencia de taludes con cortes verticales y poca protección vegetal en la zona de emplazamiento de la fuente de agua, que pudieran desplazarse con un movimiento telúrico o lluvias abundantes.

**A:** No hay taludes o los terrenos en el entorno de la fuente de agua tienen un corte en ángulo menor o igual a 45 grados, están reforestados adecuadamente o se le ha construido alguna obra de mitigación para contener derrumbes como: encache de piedras, muros de gaviones, muros de contención de hormigón armado, etc.

**M:** Los terrenos en el entorno de la fuente de agua tienen un corte en ángulo de 45 grados, pero están deforestados o no protegidos con alguna obra de mitigación para contener derrumbes como: encache de piedras, muros de gaviones, muros de contención de hormigón armado, etc. O son mayores de 45° pero protegidos con hormigón armado.

**B:** Los terrenos en el entorno de la fuente de agua tienen cortes mayores de 45 grados o verticales y están deforestados y no protegidos con hormigón armado.

## 24. Sedimentos

Identificar si la fuente de agua puede verse afectada por un aumento repentino o paulatino de los sedimentos en su cauce por efecto de un seísmo, deslizamientos, inundación, tormenta tropical, gran crecida del río u otros. Tener en cuenta el historial de eventos ocurridos y los efectos sobre la fuente de agua en el pasado, la naturaleza de la fuente de agua y el entorno en el que se encuentra (tipo de suelo, protección de la fuente, etc.)

**A:** No hay riesgo o la fuente de agua puede verse afectada por aumento del volumen de sedimentos, pero el acueducto está preparado y diseñado para su recepción, sin la necesidad de poner el acueducto fuera de servicio o en el caso de tener que salir fuera de servicio, el tiempo empleado para su recuperación es menor que límite de riesgo (es decir, existe almacenamiento suficiente para abastecer a la población durante esas horas).

**M:** La fuente de agua puede verse afectada por un aumento del volumen de sedimentos y comprometer en algún caso el funcionamiento del acueducto. En caso de grandes lluvias o crecida es necesario poner el acueducto fuera de servicio entre 2 y 3 días, hasta que se restablecen las condiciones del agua.

**B:** La fuente de agua puede verse afectada por un volumen de sedimentos mayor del aceptado por la obra de toma y planta potabilizadora del acueducto. En caso de grandes lluvias o crecida es necesario poner el acueducto fuera de servicio más de 3 días, hasta que se restablecen las condiciones del agua.

## 25. Creación de Lodos

En caso de deslizamiento o inundación en el área de influencia de la fuente de agua, evaluar la seguridad de la obra de captación frente a posibles avalanchas de lodo provenientes de la obstrucción de los cauces de los ríos.

**A:** Por las características y los tipos de suelo de la cuenca de los ríos, la seguridad de las obras de captación frente a avalanchas es alta.

**M:** Por las características y los tipos de suelo de la cuenca de los ríos, la seguridad de las obras de captación frente a avalanchas es media.

**B:** Por las características y los tipos de suelo de la cuenca de los ríos, la seguridad de las obras de captación frente a avalanchas es baja.

## 26. Calidad del Agua / Contaminación química o biológica

En caso de inundación, deslizamiento, sequía, epidemia determinar el nivel de seguridad frente a la alteración de la calidad del agua debido al arrastre de componentes químicos o biológicos que pudieran contaminar la fuente de agua, el aumento de concentración de patógenos en caso de sequía, la intrusión salina o el aumento de turbiedad del agua. Tener en cuenta el historial de eventos y efectos sobre la fuente de agua y el entorno de la misma. (Si existen fosas sépticas no protegidas, defecación al aire libre, procesos industriales, tuberías de petróleo, vuelco de camiones con materiales tóxicos, etc.)

**A:** No hay fuentes de contaminación o existen fuentes de contaminación química o biológica, pero están protegidas y a una distancia suficiente para no ser susceptibles de arrastre a la fuente de agua. Además, hay bajas probabilidades de alteración de la calidad del agua por sequía o epidemias.

**M:** Existen fuentes de contaminación química o biológica protegidas, pero se encuentran muy cercanas a la fuente de agua. Además, hay probabilidad media de alteración de la calidad del agua por sequía o epidemias.

**B:** Existen fuentes de contaminación química y/o biológica y no están protegidas y se encuentran muy cercanas a la fuente de agua. Además, hay bajas probabilidades de alteración de la calidad del agua por sequía o epidemias.

## 27. Disminución drástica del caudal

Identificar el nivel de seguridad de la fuente de agua ante la disminución drástica del caudal de la fuente de agua por razones de sequía, cambio del curso de los ríos (por efecto de tormentas tropicales), sismos, sobreexplotación de acuíferos, etc.

**A:** Existe alguna probabilidad de reducción de caudal, pero la reducción no es drástica y se mantiene siempre en el rango de seguridad del acueducto. O por las características de la fuente de agua, no existe posibilidad de reducción drástica del caudal

**M:** Existe reducción de caudal de manera esporádica, pero ésta es paulatina y con posibilidad de anticipación para minimizar su impacto.

**B:** Existe reducción drástica de caudal de manera frecuente (> 1 vez cada 2 años)

## 4. OBRA DE TOMA

### 4.1 Estado de la Estructura y Materiales

#### 28. Antecedentes estructurales y calidad de materiales

Verificar y determinar el grado de seguridad de la obra de toma en función de su daño estructural (estructuras, torre de ariete y contenedores de agua) previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la obra de toma, etc.

**A:** No hay daños o hay daños menores en estructura crítica y que no comprometen la resistencia de la misma y se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en estructura crítica y que podría comprometer la resistencia de la misma en caso de un evento de grandes dimensiones (seísmo) y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en su proceso constructivo.

**B:** Hay daños mayores en estructura crítica que compromete la resistencia de la misma en caso de cualquier evento de dimensión media y/o se percibe el uso de materiales de baja calidad en el proceso constructivo de los mismos.

#### 29. Antecedentes tuberías

Verificar y determinar el grado de seguridad de las tuberías de la obra de toma en función de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la obra de toma, etc.

**A:** No hay daños o hay daños menores en tuberías críticas y que no comprometen la resistencia de las mismas.

**M:** Hay daños moderados en tuberías críticas y que podría comprometer la resistencia de las mismas en caso de un evento de grandes dimensiones (seísmo)

**B:** Hay daños mayores en tuberías críticas que compromete la resistencia de las mismas en caso de cualquier evento de dimensión media.

### 30. Antecedentes equipos de bombeo

Verificar y determinar el grado de seguridad de los equipos de bombeo de la obra de toma en función de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la obra de toma, etc.

**A:** No hay daños o hay daños menores en los equipos de bombeo y que no comprometen la resistencia de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en los equipos de bombeo y que podría comprometer la resistencia de los mismos en caso de un evento de grandes dimensiones (seísmo)

**B:** Hay daños mayores en los equipos de bombeo que compromete la resistencia de los mismos en caso de cualquier evento de dimensión media.

### 31. Cimentación

Se evalúan los elementos con cimentación de la obra de toma y la torre anti-ariete muy superficial ubicados en pendientes, laderas montañosas y/o huellas recientes de flujos de tierras

**A:** Cimentación de estructuras de la obra de toma y la torre anti-ariete a profundidad adecuada y localizadas lejos de zona de deslizamientos.

**M:** Cimentación de estructuras de la obra de toma y la torre anti-ariete a profundidad adecuada, pero localizada en zona de deslizamiento de terreno.

**B:** Cimentación de estructuras de la obra de toma y la torre anti-ariete se encuentran muy superficiales y localizadas en zona deslizamiento.

### 32. Pozos (cabezal)

¿Existen desvíos importantes en la verticalidad de la tubería?

**A:** El cabezal de la tubería se observa vertical y en buen estado

**M:** El cabezal de la tubería se observa algo inclinado, pero en buenas condiciones (sin daños o grietas)

**B:** El cabezal de la tubería se observa inclinado y en mal estado.

### 33. Deterioro de materiales por corrosión

Determinar el nivel de seguridad de los elementos clave de la obra de toma (equipos de bombeo, contenedores de agua, tuberías y válvulas, estructura) ante la posibilidad de quedar deteriorados comprometiendo así su funcionamiento a largo plazo por efecto de la corrosión.

**A:** No existe riesgo de corrosión o existe, pero el 90 % de los elementos críticos no se verían deteriorados por caída o arrastre de materiales sobre ellos.

**M:** Existe riesgo de corrosión, pero entre el 60% y el 90 % de los elementos críticos no se verían deteriorados por caída o arrastre de materiales sobre ellos.

**B:** Existe riesgo de corrosión y menos del 40 % de los elementos críticos no se verían deteriorados por caída o arrastre de materiales sobre ellos.

#### **34. Antecedentes estructural y calidad materiales - subestaciones energía eléctrica**

Verificar y determinar el grado de seguridad de la estructura y equipamientos de las subestaciones que suministran energía eléctrica a la Obra de Toma en función de los materiales utilizados y de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la instalación, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en estructura crítica no significativos y que no comprometen la resistencia de la misma y se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en estructura crítica y que podría comprometer la resistencia de la misma en caso de un evento de grandes dimensiones (seísmo) y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en su proceso constructivo.

**B:** Hay daños mayores en estructura crítica que compromete la resistencia de la misma en caso de cualquier evento de dimensión media y/o se percibe el uso de materiales de baja calidad en el proceso constructivo de los mismos.

#### **35. Antecedentes estructural y calidad materiales - transformadores**

Verificar y determinar el grado de seguridad de los transformadores de energía eléctrica en función de los materiales utilizados y de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la instalación, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en estructura crítica no significativos y que no comprometen la resistencia de la misma y se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en estructura crítica y que podría comprometer la resistencia de la misma en caso de un evento de grandes dimensiones (seísmo) y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en su proceso constructivo.

**B:** Hay daños mayores en estructura crítica que compromete la resistencia de la misma en caso de cualquier evento de dimensión media y/o se percibe el uso de materiales de baja calidad en el proceso constructivo de los mismos.

### 36. Antecedentes estructural y calidad materiales - cables y conductos

Verificar y determinar el grado de seguridad de cables y conductos en la obra de Toma que en función de los materiales utilizados y de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la instalación, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en estructura crítica no significativos y que no comprometen la resistencia de la misma y se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en estructura crítica y que podría comprometer la resistencia de la misma en caso de un evento de grandes dimensiones (seísmo) y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en su proceso constructivo.

**B:** Hay daños mayores en estructura crítica que compromete la resistencia de la misma en caso de cualquier evento de dimensión media y/o se percibe el uso de materiales de baja calidad en el proceso constructivo de los mismos.

## 4.2 Diseño y Materiales utilizados

### 37. Conexiones entre componentes en Obra de Toma

Identificar la existencia conexiones flexibles entre bombas, bloques de anclaje, cámaras de succión, entre tuberías y válvulas, etc.

**A:** Al menos 85 % de las conexiones arriba mencionadas existentes en la obra de toma son flexibles

**M:** Del 65% al 85 % de las conexiones arriba mencionadas existentes en la obra de toma son flexibles

**B:** Menos del 65 % de las conexiones arriba mencionadas existentes en la obra de toma son flexibles

### 38. Pozos - refuerzo tubería de revestimiento

Verificar que el pozo está en zona estabilizada o si no que la tubería de revestimiento esta reforzada para evitar su obstrucción.

**A:** Pozo emplazado en zona estable y su tubería de encamisado es reforzada.

**M:** Pozo emplazado en zona estable, pero su tubería de encamisado no es reforzada (o el inverso).

**B:** Pozo emplazado en zona no estabilizada y su tubería de encamisado no está reforzada.

### 39. Pozos - posición tubería de revestimiento

Verificar que la tubería de revestimiento de pozo, sobresalga al menos 0,50 m. por encima del piso de la Caseta de Bombeo, el mismo, debe ubicarse en un nivel superior al del terreno natural y al de la máxima inundación registrada.

**A:** El pozo ubicado en zona no inundable o el pozo está en zona inundable pero la tubería de encamisado de sobresale 0.50 m o al menos más de la cota más alta de inundación conocida sobre el piso de la caseta.

**M:** El pozo está en zona inundable y la tubería de encamisado de pozo sobresale 0.50 m, pero está por debajo de la cota más alta de inundación conocida.

**B:** El pozo está en zona inundable y la tubería de encamisado de pozo no sobresale del nivel de piso o está por debajo de 0,50 m.

### 40. Equipo de bombeo - materiales

Valorar en función del material el nivel de integridad del equipo de bombeo ante un terremoto (absorción de la energía de vibración).

**A:** Las bombas y la tubería de descarga son de acero

**M:** Uno de los dos componentes (bomba o tubería) es de acero y el otro de un material más resistente que el hierro fundido, pero menos que el acero.

**B:** Uno o los dos elementos (bomba y tubería) son de hierro fundido

## 4.3 Suelos Y Ubicación

### 41. Suelos Arcillosos, arenosos, limosos o saturado

Se evalúa la seguridad de construcción de elementos de la obra de toma y la torre anti-ariete, en función del tipo de suelo dónde se ubican:

**A:** Los componentes de la obra de toma y la torre anti-ariete no están emplazados sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos o saturados).

**M:** Algunos componentes de la obra de toma y la torre anti-ariete emplazados sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos o saturados), pero esta condición se ha tomado en cuenta en los diseños estructurales basados en los resultados de estudios geotécnicos.

**B:** Todos los componentes de la obra de toma y la torre anti-ariete emplazados sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos o saturados), o sólo algunos, pero esta condición no se ha tenido en cuenta en la construcción de obra de toma y torre anti ariete.

#### 42. Protección vegetal - taludes

Evaluar la existencia de taludes con cortes verticales y poca protección vegetal en la zona de emplazamiento de la obra de toma del acueducto, que pudieran desplazarse con un movimiento telúrico o por un aumento de la saturación del suelo

**A:** No hay taludes o los terrenos en el entorno de la obra de toma tienen un corte en ángulo menor o igual a 45 grados y están reforestados adecuadamente o se le ha construido alguna obra de mitigación para contener derrumbes como: encache de piedras, muros de gaviones, muros de contención de hormigón armado, etc.

**M:** Los terrenos en el entorno de la obra de toma tienen un corte en ángulo de 45 grados, pero están deforestados o no protegidos con alguna obra de mitigación para contener derrumbes como: encache de piedras, muros de gaviones, muros de contención de hormigón armado, etc. O son mayores de 45° pero protegidos con hormigón armado.

**B:** Los terrenos en el entorno de la obra de toma tienen cortes mayores de 45 grados o verticales y están deforestados y no protegidos con hormigón armado.

#### 43. Erosión

Evaluar si el relieve del suelo donde está emplazada la obra de toma favorece los procesos de erosión por efectos fluviales o gravitatorios.

**A:** La obra de toma está ubicada en terreno con relieve no favorable a la erosión por efectos fluviales o gravitatorios.

**M:** La obra de toma está ubicada en terreno con relieve favorable a uno de los dos efectos citados.

**B:** La obra de toma está ubicada en terreno con relieve favorable para la erosión por efectos fluviales o gravitatorios.

### 4.4 Protección y Mantenimiento

#### 44. Equipo de bombeo - anclajes

Evaluar que los Equipos de Bombeo estén bien anclados a piso de la caseta para evitar que éstos sean arrastrados en caso de cualquier evento.

**A:** Equipos de bombeo están anclados correctamente.

**M:** Equipos de bombeo están anclados, pero se visualizan defectos en los materiales y /o forma de anclaje.

**B:** Equipos de bombeo no están anclados.

#### **45. Captación Agua de Río**

La obra de toma está ubicada en el área menos vulnerable, evitando zonas de deslizamiento e inundación.

**A:** Obra de toma ubicada fuera de área vulnerable.

**M:** Obra de toma ubicada área vulnerable, pero se han desarrollado obras de mitigación para minimizar deslizamientos y planes de adaptación para la captación en caso de inundación.

**B:** Obra de toma ubicada en área vulnerable y no se ha tomado ninguna medida de mitigación.

#### **46. Obras de captación**

Existen obras de protección a las estructuras de captación de la fuente de Abastecimiento de Agua, tales como: zampeados, gaviones, muros, terraplenes, etc.

**A:** Estructuras de captación cuenta con obras de protección suficientes y que funcionan adecuadamente.

**M:** Estructuras de captación cuenta con obras de protección suficientes, pero éstas presentan deterioro por falta de mantenimiento.

**B:** Estructuras de captación no cuenta con obras de protección o las que existen no son suficientes.

#### **47. Daños sobre elementos críticos**

Determinar el nivel de seguridad de los elementos clave de la obra de toma (equipos de bombeo, contenedores de agua, tuberías y válvulas, estructura) ante daños provocados por caída de materiales sobre ellos en caso de deslizamiento o Tormenta Tropical

**A:** No existe riesgo de deslizamiento o existe riesgo de deslizamiento y de Tormenta Tropical pero el 90 % de los elementos críticos está fuera del ámbito de un deslizamiento o están protegidos ante cualquier caída de tierra y materiales sobre ellos.

**M:** Existe riesgo de deslizamiento y entre el 60 y el 90% de los elementos críticos está fuera del ámbito de un deslizamiento o están protegidos ante cualquier caída de tierra y materiales sobre ellos.

**B:** Existe riesgo de deslizamiento y solo menos del 40 % de los elementos críticos está fuera del ámbito de un deslizamiento o están protegidos ante cualquier caída de tierra y materiales sobre ellos.

#### 48. Destrucción o enterramiento

Determinar el nivel de seguridad de los elementos clave de la obra de toma (equipos de bombeo, contenedores de agua, tuberías y válvulas, estructura) ante la posibilidad de quedar enterrados o destruidos por los efectos asociados a Inundación o Tormenta Tropical

**A:** No existe Riesgo de inundación y/o Tormenta Tropical y si existe, el 90 % de los elementos clave está por encima del nivel crítico de inundación o están protegidos ante cualquier caída o arrastre materiales sobre ellos.

**M:** Existe riesgo de inundación y/o de Tormenta Tropical y entre el 60% y el 90 % de los elementos críticos está por encima del nivel crítico de inundación o están protegidos ante cualquier caída o arrastre materiales sobre ellos.

**B:** Existe riesgo de inundación y/o de Tormenta Tropical y menos del 40% de los elementos críticos está por encima del nivel crítico de inundación o están protegidos ante cualquier caída o arrastre materiales sobre ellos.

#### 49. Equipo electromecánico

Determinar el nivel de seguridad de los equipos electromecánicos de la obra de toma ante inundaciones

**A:** ubicación de más del 85% equipos electromecánicos sobre la cota de inundación o existen obras de protección.

**M:** ubicación del 65% a 85% de los equipos electromecánicos sobre la cota de inundación o existen obras de protección.

**B:** Menos del 65% de los equipos electromecánicos sobre la cota de inundación o con obras de protección.

#### 50. Posibles daños - Equipamientos eléctricos Obra de Toma

Identificar la seguridad de la infraestructura y equipamiento eléctrico (subestaciones, transformadores, mandos de control, cables y conductos, grupo electrógeno, baterías) de la obra de toma expuesta a la acción del viento, las fuertes lluvias, deslizamientos o inundaciones.

**A:** Más del 85 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones y las estructuras y soportes están bien anclados, con los elementos más vulnerables protegidos a las diferentes amenazas citadas (anclados, bien cimentados, por encima de la cota de inundación, etc.).

**M:** Sólo entre 65% y el 85 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones y las estructuras y soportes están bien anclados, con los elementos más vulnerables protegidos ante todas las amenazas citadas (anclados, bien cimentados, por encima de la cota de inundación, etc.).

**B:** Menos del 65 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones y las estructuras y soportes están bien anclados, con los elementos más vulnerables protegidos a las diferentes amenazas citadas (anclados, bien cimentados, por encima de la cota de inundación, etc.).

#### **51. Posibles daños seísmos - Equipamientos eléctrico Obra de Toma**

Identificar la seguridad de la infraestructura y equipamiento eléctrico (subestaciones, transformadores, mandos de control, cables y conductos, grupo electrógeno, baterías) de la obra de toma expuesta a la acción seísmos.

**A:** El 85 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones, correctamente cimentados o colocados sobre un solo tipo de cimiento del edificio, las estructuras y soportes flexibles, anclados según normativa sísmica de referencia, con los elementos más vulnerables protegidos.

**M:** Entre el 65% y el 85 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones y las estructuras y soportes están bien anclados y por encima de la cota de inundación, con los elementos más vulnerables protegidos.

**B:** Menos del 65 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones y las estructuras y soportes están bien anclados y por encima de la cota de inundación, con los elementos más vulnerables protegidos.

### **4.5 Redundancia**

#### **52. Redundancia**

Evaluar la redundancia de la obra de toma y la capacidad global del sistema para captar agua de la fuente y llevarla a la línea de conducción. Verificar si el sistema depende de un solo sistema de captación, si hay algún equipamiento menos vulnerable y disponible, etc.

**A:** El sistema de captación es redundante, con equipamiento alternativo y menos vulnerable capaz de operar al mismo rendimiento en caso de daños importantes.

**M:** El sistema de captación es redundante, con equipamiento alternativo y menos vulnerable capaz de operar en caso de daños importantes. Pero el rendimiento de captación sería aceptable sólo para una situación de emergencia.

**B:** El sistema de captación no es redundante.

#### **53. Equipos de bombeo - alternativo**

Identificar la existencia de equipos de bombeo adicionales en caso de emergencia.

**A:** El sistema es por gravedad o existen equipos alternativos disponibles de bombeo y están preparados para ser utilizados (hay combustible, el equipo es operativo y compatible con la

instalación)

**M:** Existen equipos alternativos disponibles de bombeo, pero no están preparados para ser utilizados (no hay combustible, el equipo no está operativo y/o no es compatible con la instalación)

**B:** No existen equipos alternativos disponibles de bombeo

#### 54. Redundancia - grupos electrógenos

Evaluar capacidad de suministro de energía eléctrica en caso de emergencia en la obra de toma para asegurar el funcionamiento correcto del acueducto. Verificar si el sistema depende de un solo sistema de generación de energía eléctrica, si hay equipamiento de emergencias disponible, etc.

**A:** Existen equipos alternativos disponibles de generación de energía eléctrica y están preparados para ser utilizados (hay combustible, el equipo es operativo y compatible con la instalación)

**M:** Existen equipos alternativos disponibles de generación de energía eléctrica y no han tenido mantenimiento previo y /o no se conoce si el equipo está operativo para ser activado en caso de emergencia. y/o solo podría activar una parte de la instalación.

**B:** No existen equipos alternativos disponibles de generación de energía eléctrica.

### 4.6 Recuperación

#### 55. Recuperación

Evaluar el tiempo medio de recuperación y restauración de la obra de toma, teniendo en cuenta el tiempo de recuperación de sus elementos más críticos

**A:** en menos de 48 h

**M:** entre 3 y 7 días

**B:** más de 1 semana

#### 56. Recuperación servicio energía eléctrica

Evaluar el tiempo medio de recuperación y restauración del servicio de energía eléctrica, teniendo en cuenta el tiempo de recuperación de sus elementos más críticos y los convenios o acuerdos realizados con las empresas distribuidoras de energía eléctrica en caso de ser un servicio que depende de terceros.

**A:** en menos de 48 h

**M:** entre 3 y 7 días

**B:** más de 1 semana

## 5. LÍNEAS DE ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN

### 5.1 Estado de la Estructura y Materiales

#### 57. Antecedentes tuberías y calidad de los materiales

Verificar y determinar el grado de seguridad de las tuberías de las líneas de impulsión/aducción y conducción en función de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la obra de toma, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores (visualización de grietas) en tuberías críticas que no comprometen la resistencia de las mismas y se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

**M:** Hay daños moderados (visualización de grietas) en tuberías críticas y que podría comprometer la resistencia de las mismas en caso de un evento de grandes dimensiones y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en su proceso constructivo.

**B:** Hay daños mayores (visualización de grietas) en tuberías críticas que compromete la resistencia de las mismas en caso de cualquier evento de dimensión media y/o se percibe el uso de materiales de baja calidad en el proceso constructivo de los mismos.

#### 58. Cimentación

Se observan elementos con cimentación de los soportes de las líneas de impulsión/aducción y conducción muy superficiales ubicados en pendientes, laderas montañosas y/o huellas recientes de flujos de tierras.

**A:** Cimentación de los soportes de las líneas de impulsión/aducción y conducción a profundidad adecuada, con la compactación adecuada, protección y anclajes (o enterrada adecuadamente) lejos de zona de deslizamientos.

**M:** Cimentación de los soportes de las líneas de impulsión/aducción y conducción a profundidad adecuada, con la compactación adecuada, protección y anclajes (o enterrada adecuadamente), pero localizadas en zona de deslizamiento de terreno (al menos una de ellas).

**B:** Cimentación de los soportes de las líneas de impulsión/aducción y conducción se encuentran muy superficiales y sin protección localizadas en zona de posible deslizamiento (2 o más líneas es esta situación).

## 59. Perdidas tuberías

Identificar el riesgo de aumento de la magnitud de un posible deslizamiento por Fugas de parte de las tuberías y/o deformación y/o arrastre de las mismas.

**A:** Las tuberías se observan sin fugas ni perdidas y sin deformaciones ni desplazamientos de su línea de origen.

**M:** Las tuberías se observan con algún punto perdido o fuga o con alguna deformación o desplazamiento de su línea de origen, pero no se considera un peligro inminente.

**B:** Las tuberías se observan con punto perdido o fuga o deformación o desplazamiento de su línea de origen acentuadas y de alto riesgo.

## 60. Corrosión

Evaluar la seguridad de las tuberías en relación con el grado de corrosión y de las mismas, especialmente en los tramos que pasan actualmente por áreas de influencia de fallas sísmicas locales y terrenos blandos.

**A:** El historial de fugas por corrosión es nulo.

**M:** El historial de fugas por corrosión es medio.

**B:** El historial de fugas por corrosión es excesivo.

## 5.2 Diseño y Materiales utilizados

### 61. Estudios geotécnicos del suelo

Valorar si existen y se han usado estudios geotécnicos e investigaciones complementarias (mapas de licuefacción) para la localización y construcción de los elementos clave de las líneas de impulsión/aducción y conducción y conocer así el nivel de seguridad ante riesgos de subsuelos lodosos y frágiles.

**A:** Las líneas de impulsión/aducción y línea de conducción se han construido en base a estudios geotécnicos, y mapas de licuefacción y se han tomado medidas preventivas en caso de suelos frágiles.

**M:** Las líneas de impulsión/aducción y conducción se han construido en base a estudios geotécnicos y/o mapas de licuefacción, pero no se han tomado medidas preventivas en caso de suelos frágiles (o el inverso).

**B:** Las líneas de impulsión/aducción y conducción se han construido sin la realización de estudios geotécnicos. No se conoce la amenaza de licuefacción del terreno por donde pasan las tuberías.

## 62. Accesorios conectores

Evaluar el uso de accesorios que permitan la flexibilidad de las tuberías al conectarse en aquellos elementos de acople rígido tales como, cajas de válvulas, bloques de reacción, reservorios y en zonas que cruzan fallas geológicas, áreas inestables o en transiciones de suelos firmes o suelos inestables.

**A:** Se ha contemplado el uso de accesorios flexibles para las conexiones en todos los elementos de los componentes que así lo requieren (entre diferentes componentes, al menos en zonas que cruzan fallas geológicas o áreas inestables).

**M:** Se ha contemplado el uso de accesorios flexibles para las conexiones, pero no todos los elementos de los componentes que así lo requieren.

**B:** No se ha contemplado el uso de accesorios flexibles para las conexiones de elementos en los componentes que así lo requieren.

## 63. Materiales

Evaluar la seguridad de las tuberías y accesorios en relación con el material, especialmente en los tramos que pasan actualmente por áreas de influencia de fallas sísmicas locales y/o terrenos blandos o vulnerables.

**A:** Planos de construcción del acueducto indican que se han utilizado tuberías (tubería de hierro dúctil, acero o polietileno u otro material certificado como sismo resistente) con uniones fijas (espiga-campana) y accesorios adecuados (hierro dúctil o acero) para tramos que pasan por fallas sísmicas y/o terrenos blandos, conectados y anclados (o enterrados) adecuadamente.

**M:** Planos de construcción del acueducto indican que se han utilizado tuberías resistentes, aunque no adecuadas (cilindro concreto con unión fija, tuberías de asbesto-cemento acopladas, PVC o hierro fundido con diam. > 8 pulgadas con empaque de caucho o acero con unión suelta) y accesorios adecuados (hierro dúctil o acero) para tramos que pasan por fallas sísmicas y terrenos blandos.

**B:** Planos de construcción del acueducto indican que se han utilizado tuberías (hierro fundido) y accesorios (hierro fundido, plomo y mortero) no adecuados para tramos que pasan por fallas sísmicas y/o terrenos blandos.

## 64. Tuberías en zona de sismos

En áreas definidas en los Mapas de Microzonificación, como extremadamente propensas a sismos, se deben proyectar tubos de material dúctil, resistentes a los impactos y con juntas flexibles

**A:** Se cuenta con estudios de microzonificación del área de influencia del acueducto en base a lo cual se ha realizado la selección de tuberías y juntas a utilizar.

**M:** Se cuenta con estudios de microzonificación del área de influencia del acueducto, pero éste no se ha tomado en cuenta para la selección del tipo de tuberías y juntas a utilizar (o el inverso).

**B:** No se cuenta con estudios de microzonificación del área de influencia del acueducto y no se ha tomado en cuenta ningún tipo de medida de mitigación en cuanto al uso de materiales en la instalación.

## 65. Válvulas

Evaluar la seguridad de las válvulas en relación con su material y uniones, especialmente en los tramos que pasan actualmente por áreas de influencia de fallas sísmicas locales y terrenos blandos

**A:** Planos de construcción del acueducto indican que se han utilizado válvulas de hierro dúctil o acero en los tramos que pasan por fallas sísmicas y terrenos blandos, conectados y anclados (o enterrados) adecuadamente

**M:** Planos de construcción del acueducto indican que se han utilizado válvulas de hierro dúctil o acero en alguno de los tramos que pasan por fallas sísmicas y terrenos blandos, pero no están conectados y anclados (o enterrados) adecuadamente.

**B:** Planos de construcción del acueducto indican que se han utilizado válvulas de hierro fundido no adecuadas para tramos que pasan por fallas sísmicas y terrenos blandos.

## 5.3 Suelos Y Ubicación

### 66. Suelos Arcillosos, arenosos, limosos o saturado

Se evalúa la seguridad de construcción de elementos de las líneas de impulsión/aducción y conducción, en función del tipo de suelo dónde se ubican:

**A:** Ningún tramo de las líneas está emplazado sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos o saturados).

**M:** Algún tramo las líneas está emplazado sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos o saturados), pero esta condición se ha tomado en cuenta en los diseños estructurales basados en los resultados de estudios geotécnicos.

**B:** Todo el conjunto de las líneas está emplazado sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos o saturados), o sólo algún tramo, pero esta condición no se ha tomado en cuenta en los diseños estructurales.

## 67. Taludes protección vegetal

Evaluar la existencia de taludes con cortes verticales y poca protección vegetal en la zona de influencia de las líneas de impulsión/aducción y conducción del acueducto o en el borde superior del talud, que pudieran desplazarse con un movimiento telúrico o por una pérdida de resistencia del suelo.

**A:** No hay taludes o los terrenos en el entorno de las líneas de impulsión/aducción y conducción tienen un corte en ángulo menor o igual a 45 grados y están reforestados adecuadamente o se le ha construido a la alguna obra de mitigación para contener derrumbes como: encache de piedras, muros de gaviones, muros de contención de hormigón armado, etc.

**M:** Los terrenos en el entorno de las líneas de impulsión/aducción y conducción tienen un corte en ángulo de 45 grados, pero están deforestados o no protegidos con la alguna obra de mitigación para contener derrumbes como: encache de piedras, muros de gaviones, muros de contención de hormigón armado, etc. O son mayores de 45° pero protegidos con hormigón armado.

**B:** Los terrenos en el entorno de las líneas de impulsión/aducción y conducción tienen cortes mayores de 45 grados o verticales y están deforestados y no protegidos con hormigón armado.

## 68. Erosión

Evaluar si el relieve del suelo donde están emplazadas las líneas de impulsión/aducción y conducción favorece los procesos de erosión por efectos fluviales o gravitatorios.

**A:** Las líneas de impulsión/aducción y conducción están ubicadas en terreno con relieve no favorables a la erosión por efectos fluviales o gravitatorios.

**M:** Las líneas de impulsión/aducción y conducción están ubicadas en terreno con relieve favorable a uno de los dos efectos citados.

**B:** Las líneas de impulsión/aducción y conducción están ubicadas en terreno con relieve favorable para la erosión por efectos fluviales o gravitatorios.

## 69. Deslizamientos

Evaluar si en alguna parte del área donde están emplazadas las líneas de impulsión/aducción y conducción existen deslizamientos activos.

**A:** Las líneas de impulsión/aducción y conducción no están ubicadas en terreno con deslizamientos activos

**M:** Las líneas de impulsión/aducción y conducción están ubicadas en terreno con deslizamientos activos, pero están debidamente protegidas (se han tomado medidas de mitigación)

**B:** Las líneas de impulsión/aducción y conducción están ubicadas en terreno con deslizamientos activos y no se han tomado medidas de mitigación.

## 5.4 Protección y Mantenimiento

### 70. Válvulas de corte

Existen válvulas de corte conforme a Normas Técnicas, de manera que las áreas afectadas puedan ser aisladas con fines de reparación o racionamiento.

**A:** Existen válvulas de corte y se cuenta con un plan de mantenimiento de las mismas.

**M:** Existen válvulas de corte, pero no se cuenta con un plan de mantenimiento y una parte de ellas no funcionan están dañadas.

**B:** No existen válvulas de válvulas de corte.

### 71. Válvulas de Limpieza

Se ha previsto la instalación de válvulas de limpieza en los puntos bajos y válvulas de admisión y expulsión de aire en los puntos altos de la línea de conducción.

**A:** Existen válvulas de limpieza en los puntos bajos y válvulas de admisión y expulsión de aire en los puntos altos y se cuenta con un plan de mantenimiento.

**M:** Existen válvulas de limpieza en los puntos bajos y válvulas de admisión y expulsión de aire en los puntos altos, pero no se cuenta con un plan de mantenimiento y una parte de ellas no funcionan están dañadas.

**B:** No existen o no funcionan las válvulas de limpieza en los puntos bajos y válvulas de admisión y expulsión de aire en los puntos altos.

### 72. Acometidas

Identificar la existencia de acometidas ilegales en las líneas de aducción/conducción.

**A:** No se identifican acometidas ilegales en las líneas de aducción/conducción, y existe un plan de inspección y mantenimiento de las líneas (ya sea por la medición regular del caudal o por inspección visual planificada).

**M:** No se identifican de manera inmediata acometidas ilegales en las líneas de aducción/conducción, pero no existe un plan de inspección y mantenimiento de las líneas (ya sea por la medición regular del caudal o por inspección visual planificada).

**B:** Se identifican acometidas ilegales a lo largo de las líneas de aducción/conducción.

### 73. Profundidad tuberías

Diseñar respetando la profundidad de cobertura mínima por normativa (en función de suelo y diámetro), en las tuberías para Agua Potable, especificada en las Normas Técnicas, profundizando aún más en aquellos tramos considerados críticos, expuestos a erosión.

**A:** Tuberías colocadas según normas técnicas, con una mayor profundidad en puntos críticos expuestos a erosión.

**M:** Tuberías colocadas a la profundidad de cobertura mínima por normativa (en función de suelo y diámetro), pero no se ha profundizado más en tramos críticos.

**B:** Tuberías han sido colocadas sin cumplir la profundidad de cobertura mínima por normativa.

### 74. Protección terreno

Identificar el nivel de seguridad de las áreas con terreno natural expuesto, donde existan tuberías enterradas.

**A:** Se han colocado algún tipo de cobertura (grama u otro material vegetal) en terreno expuesto para proteger las tuberías, el cual funciona adecuadamente.

**M:** Se han colocado algún tipo de cobertura (grama u otro material vegetal) en el terreno expuesto para proteger las tuberías, pero éste se ha secado o ha sido quitado (vandalismo).

**B:** No se ha colocado algún tipo de cobertura (grama u otro material vegetal) en terreno expuesto para proteger las tuberías.

### 75. Tuberías elevadas

Rotura y arrastre de tuberías que se ubican en puentes, pasos elevados y márgenes de ríos.

**A:** Tuberías de conducción no están colocadas en puentes, pasos elevados ni en márgenes o cruces de ríos.

**M:** Tuberías de conducción colocadas en puentes, pasos elevados y en márgenes o cruces de ríos, las cuales están bien ancladas con soportes (puentes, postes, etc.) Diseñados para resistir cargas sísmicas.

**B:** Tuberías de conducción colocadas en puentes, pasos elevados y en márgenes o cruce de ríos con anclajes débiles y con soportes (puentes, postes, etc.) Que no están diseñados para resistir cargas sísmicas.

## 76. Línea de aducción - Anclajes

Evaluar la posibilidad de que, ante la ocurrencia de un sismo, golpe de ariete u otro evento, las tuberías de la línea de aducción pudieran romperse o desacoplarse sus uniones.

**A:** La probabilidad de que las tuberías de la línea de aducción se rompan o que sus uniones y anclajes se desacoplen es mínima, debido a que se han seleccionado las adecuadas y están fijadas correctamente.

**M:** Las tuberías y anclajes utilizados en la línea de aducción son las adecuadas, pero no están fijadas adecuadamente.

**B:** Existe la posibilidad de que las tuberías de la línea de aducción y sus anclajes se rompan o que las uniones se desacoplen ante un sismo u otro evento.

## 77. Línea matriz

Evaluar la posibilidad de que la tubería de línea matriz quede descubierta o expuesta, o que ésta se rompa o sea arrastrada por corrimiento de falla debido a sismo u otro evento.

**A:** Tubería matriz colocada fuera de área de riesgo a la profundidad adecuada, protección natural y anclajes, según norma.

**M:** Tubería matriz colocada en área de riesgo se encuentra a la profundidad adecuada, con protección natural y anclajes, según normas.

**B:** Tubería matriz colocada en área de riesgo se encuentra a poca profundidad, no cuenta con protección natural y no está anclada adecuadamente.

## 5.5 Redundancia

### 78. Redundancia

Evaluar la redundancia del sistema de conducción y la capacidad global del sistema para transportar agua desde la fuente hasta la planta potabilizadora o al sistema de distribución. Verificar si el sistema depende de una sola tubería o existen varias, si se encuentran alineadas y expuestas a las mismas amenazas o son independientes.

**A:** El sistema de conducción es redundante, con tuberías no expuestas a las mismas amenazas y con un nivel de abastecimiento remanente aceptable para situación de emergencia.

**M:** El sistema de conducción es redundante, pero las tuberías están expuestas a la misma amenaza y existe el riesgo de ser afectadas de igual manera. El nivel de abastecimiento remanente sería aceptable para una situación de emergencia.

**B:** El sistema de conducción no es redundante ya que sólo posee una tubería disponible y no existe equipamiento adicional para poder suplir las funciones de conducción.

## 5.6 Recuperación

### 79. Recuperación

Evaluar el tiempo medio de recuperación y restauración la línea de conducción.

**A:** en menos de 48 h

**M:** entre 3 y 7 días

**B:** más de 1 semana

### 80. Localización planificada de válvulas

Identificar si existen válvulas localizadas, de manera que las áreas de riesgo a sufrir daños por la ocurrencia de un desastre puedan ser fácilmente aisladas. Es decir, si se ha zonificado o establecido Sectores de Operación a través de Válvulas para agilizar las labores de rehabilitación en caso de avería.

**A:** Se ha previsto la instalación de válvulas para aislar áreas sujetas a sufrir daño por un evento que están en zona fuera de riesgo y funcionan adecuadamente (existe sectorización planificada).

**M:** Se ha previsto la instalación de válvulas para aislar áreas sujetas a sufrir daño por un evento, pero están en mal estado (dañadas) por no contar con un plan de mantenimiento o estar en la zona de riesgo.

**B:** No se ha previsto la instalación de válvulas para aislar áreas sujetas a sufrir daños por un evento.

## 6. PLANTA POTABILIZADORA

### 6.1 Estado de la Estructura y Materiales

#### 81. Antecedentes estructural y calidad materiales

Verificar y determinar el grado de seguridad de la planta Potabilizadora en función de su daño estructural (daños, grietas, derrumbes, etc.) en la parte estructural y contenedores de agua previa provocada por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la planta, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en estructura crítica (estructura y contenedores de agua) que no comprometen la resistencia de la misma. Además, se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en estructura crítica (estructura y contenedores de agua) y que podría comprometer la resistencia de la misma en caso de un evento de grandes dimensiones (seísmo) y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en el proceso constructivo de los mismos.

**B:** Hay daños mayores en estructura crítica (estructura y contenedores de agua) que compromete la resistencia de la misma en caso de cualquier evento de dimensión media y/o se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

## **82. Antecedentes tuberías y accesorios**

Verificar y determinar el grado de seguridad de las tuberías de la planta potabilizadora en función de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la planta potabilizadora, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en tuberías críticas que no comprometen la resistencia de las mismas.

**M:** Hay daños moderados en tuberías críticas y que podría comprometer la resistencia de las mismas en caso de un evento de grandes dimensiones (seísmo)

**B:** Hay daños mayores en tuberías críticas que compromete la resistencia de las mismas en caso de cualquier evento de dimensión media.

## **83. Antecedentes equipos de bombeo**

Verificar y determinar el grado de seguridad de los equipos de bombeo de la planta potabilizadora en función de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la planta potabilizadora, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en los equipos de bombeo que no comprometen la resistencia de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en los equipos de bombeo y que podría comprometer la resistencia de los mismos en caso de un evento de grandes dimensiones (seísmo)

**B:** Hay daños mayores en los equipos de bombeo que compromete la resistencia de los mismos en caso de cualquier evento de dimensión media.

## **84. Cimentación**

Se evalúa elementos con cimentación de la planta potabilizadora muy superficial ubicados en pendientes, laderas montañosas y/o huellas recientes de flujos de tierras

**A:** Cimentación de estructuras de la planta potabilizadora a profundidad adecuada y localizadas lejos de zona de deslizamientos.

**M:** Cimentación de estructuras de la planta potabilizadora a profundidad adecuada, pero localizada en zona de deslizamiento de terreno.

**B:** Cimentación de estructuras de la planta potabilizadora se encuentra muy superficiales y localizadas en zona de posible deslizamiento.

#### **85. Antecedentes estructural y calidad materiales- subestaciones**

Verificar y determinar el grado de seguridad de la estructura y equipamientos de las de las subestaciones de la Planta Potabilizadora en función de los materiales utilizados y de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la instalación, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en estructura crítica que no comprometen la resistencia de la misma y se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en estructura crítica y que podría comprometer la resistencia de la misma en caso de un evento de grandes dimensiones (sismo) y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en su proceso constructivo.

**B:** Hay daños mayores en estructura crítica que compromete la resistencia de la misma en caso de cualquier evento de dimensión media y/o se percibe el uso de materiales de baja calidad en el proceso constructivo de los mismos.

#### **86. Antecedentes estructural y calidad materiales - transformadores**

Verificar y determinar el grado de seguridad de la estructura y equipamientos de las de los transformadores Planta Potabilizadora en función de los materiales utilizados y de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la instalación, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en estructura crítica que no comprometen la resistencia de la misma y se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en estructura crítica y que podría comprometer la resistencia de la misma en caso de un evento de grandes dimensiones (sismo) y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en su proceso constructivo.

**B:** Hay daños mayores en estructura crítica que compromete la resistencia de la misma en caso de cualquier evento de dimensión media y/o se percibe el uso de materiales de baja calidad en el proceso constructivo de los mismos.

### 87. Antecedentes estructural y calidad materiales - cables y conductos

Verificar y determinar el grado de seguridad de los cables y conductos que suministran energía eléctrica en la Planta potabilizadora en función de los materiales utilizados y de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la instalación, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en estructura crítica que no comprometen la resistencia de la misma y se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en estructura crítica y que podría comprometer la resistencia de la misma en caso de un evento de grandes dimensiones (sismo) y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en su proceso constructivo.

**B:** Hay daños mayores en estructura crítica que compromete la resistencia de la misma en caso de cualquier evento de dimensión media y/o se percibe el uso de materiales de baja calidad en el proceso constructivo de los mismos.

## 6.2 Diseño y Materiales utilizados

### 88. Conexiones y tuberías

Evaluar la flexibilidad en conexiones y tuberías que atraviesan juntas de expansión o estructuras sobre diferentes cimientos.

**A:** Las conexiones y tuberías de la planta no atraviesan juntas de expansión o diferentes cimientos, o si lo hacen, más del 85 % tienen flexibilidad a su paso por las juntas o los cambios de cimiento.

**M:** Entre el 65% y el 85% de las conexiones y tuberías que atraviesan juntas de expansión o estructuras sobre diferentes cimientos tienen flexibilidad.

**B:** Menos del 65% de las conexiones y tuberías que atraviesan juntas de expansión o estructuras sobre diferentes cimientos tienen flexibilidad.

### 89. Deflectores mecánicos y placas PVC, cemento, fibra cemento del floculador

Evaluar la seguridad de los deflectores mecánicos del floculador. Deflectores sumergidos del floculador debe estar diseñado para soportar cargas fuertes (presión hidráulica sobre componente) o deben de poder ser reemplazados.

**A:** Los deflectores sumergidos del floculador están diseñado para soportar cargas fuertes (presión hidráulica sobre componente) y pueden ser reemplazados.

**M:** Los deflectores sumergidos del floculador no están diseñado para soportar cargas fuertes (presión hidráulica sobre componente), pero pueden ser reemplazados.

**B:** Los deflectores sumergidos del floculador no están diseñado para soportar cargas fuertes (presión hidráulica sobre componente) ni pueden ser reemplazados.

### 6.3 Suelos Y Ubicación

#### 90. Suelos Arcillosos, arenosos, limosos o saturado

Se evalúa la seguridad de construcción de elementos de la planta potabilizadora, en función del tipo de suelo dónde se ubican:

**A:** Ningún componente de la planta potabilizadora está emplazados sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos o saturados).

**M:** Algunos componentes de la planta potabilizadora están emplazados sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos o saturados), pero esta condición se ha tomado en cuenta en los diseños estructurales basados en los resultados de estudios geotécnicos.

**B:** Todos los componentes de la planta potabilizadora están emplazados sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos o saturados) o sólo algunos, pero esta condición no se ha tomado en cuenta en los diseños estructurales.

#### 91. Taludes y Protección vegetal

Evaluar la existencia de taludes con cortes verticales y poca protección vegetal en la zona de emplazamiento de la planta potabilizadora, que pudieran desplazarse con un movimiento telúrico o por una disminución de la resistencia del suelo y generar daños estructurales por deslizamiento.

**A:** No hay taludes o los terrenos en el entorno de la planta potabilizadora tienen un corte en ángulo menor o igual a 45 grados y están reforestados adecuadamente o se le ha construido a la alguna obra de mitigación para contener derrumbes como: encache de piedras, muros de gaviones, muros de contención de hormigón armado, etc.

**M:** Los terrenos en el entorno de la planta potabilizadora tienen un corte en ángulo de 45 grados, pero están deforestados o no protegidos con alguna obra de mitigación para contener derrumbes como: encache de piedras, muros de gaviones, muros de contención de hormigón armado, etc. O son mayores de 45° pero protegidos con hormigón armado.

**B:** Los terrenos en el entorno de la planta potabilizadora tienen cortes mayores de 45 grados o verticales y están deforestados y no protegidos con hormigón armado.

#### 92. Erosión

Evaluar si el relieve del suelo donde está emplazada la planta potabilizadora favorece los procesos de erosión por efectos pluviales, por el diseño de desagües, efectos eólicos, etc.

**A:** La planta potabilizadora ubicada en terreno con relieve no favorable a la erosión por los efectos citados

**M:** La planta potabilizadora ubicada en terreno con relieve favorable a uno de los dos efectos los citados.

**B:** La planta potabilizadora ubicada en terreno con relieve favorable para la erosión por los efectos citados

### 93. Riesgo de asentamiento diferencial

Evaluar la seguridad de la planta potabilizadora frente al riesgo de asentamiento diferencial e incremento de presiones laterales del suelo y flotación, y deslizamientos teniendo en cuenta el suelo en que se emplaza la planta potabilizadora (tanques, canales, grandes conductos)

**A:** Los materiales de las infraestructuras están diseñados para soportar movimientos diferenciales y fallas, el suelo en el que se emplaza la planta potabilizadora y sus componentes no está densificado, ni hay diversos cimientos a lo largo de una misma estructura. Además, estos son consistentes.

**M:** Los materiales de las infraestructuras están diseñados para soportar movimientos diferenciales y fallas, pero el suelo en el que se emplaza la planta potabilizadora y sus componentes puede estar densificado o hay diversos cimientos a lo largo de una misma estructura.

**B:** Los materiales de las infraestructuras no están diseñados para soportar movimientos diferenciales y fallas, y el suelo en el que se emplaza la planta potabilizadora y sus componentes puede estar densificado o hay diversos cimientos a lo largo de una misma estructura.

### 94. Riesgo de licuefacción de estructuras subterráneas y/o superficiales

Evaluar la seguridad de las estructuras subterráneas y/o superficiales ante la licuefacción del suelo, ya que estas podrían flotar o hundirse

**A:** No hay estructuras subterráneas y/o superficiales, y si las hay (tanques, depósitos, etc.) no hay riesgo de licuefacción del suelo.

**M:** Hay estructuras subterráneas y/o superficiales (tanques, depósitos, etc.) y hay riesgo de licuefacción del suelo, pero estas se encuentran siempre debidamente llenas y bien ancladas para evitar el riesgo de flotación.

**B:** Hay estructuras subterráneas y/o superficiales (tanques, depósitos, etc.) y hay riesgo de licuefacción del suelo, sin ninguna medida específica para evitar su flotación o hundimiento.

## 6.4 Protección y Mantenimiento

### 95. Equipos de cloración - anclaje

Evaluar la seguridad de los equipos de cloración. Diseños apropiados para el anclaje de los Equipos de Cloración

**A:** Los equipos de cloración (depósitos de cloro gas, tubería, clorador) están adecuadamente anclados y los cilindros de cloro se colocan con los soportes adecuados por norma con los sistemas de seguridad ante eventualidades funcionando adecuadamente.

**M:** Los equipos de cloración (depósitos de cloro gas, tubería, clorador) están anclados pero el anclaje no es adecuado y/o la estructura de base no es segura a algunos de los posibles eventos y/o no hay sistema de seguridad funcionando. (Una de las opciones).

**B:** Los equipos de cloración (depósitos de cloro gas, tubería, clorador) no están anclados y no hay sistema de vigilancia.

### 96. Cloro Gaseoso y otros químicos de riesgo

Evaluar la seguridad en el manejo de Cloro gaseoso y otros químicos de riesgo

**A:** Existe Norma de Seguridad para Manejo de Cloro Gaseoso y de otras sustancias de riesgo y se aplica

**M:** No Existe Norma de Seguridad para Manejo de Cloro Gaseoso, pero se aplican medidas de prevención y protección

**B:** Existe o no Norma de Seguridad para Manejo de Cloro Gaseoso y de otras sustancias de riesgo, pero no se aplica ni la norma ni otras medidas de prevención y protección

### 97. Elementos desprendibles

Evaluar la seguridad de los elementos desprendibles en la planta.

**A:** Los elementos desprendibles del floculador o de los filtros están bien asegurados y no hay peligro de caída al fondo del tanque y se obstruyan los colectores de lodo u otros mecanismos clave.

**M:** -

**B:** Los elementos desprendibles del floculador o de los filtros no están bien asegurados y hay peligro de que caigan al fondo del tanque y se obstruyan los colectores de lodo u otros mecanismos clave.

## 98. Tuberías enterradas

Evaluar la seguridad de las tuberías enterradas en el entorno de la planta potabilizadora.

**A:** Las tuberías enterradas no están en contacto con estructuras.

**M:** Las tuberías enterradas que están en contacto con estructuras tienen flexibilidad en los puntos de contacto

**B:** Las tuberías enterradas están en contacto con estructuras y no tienen flexibilidad en los puntos de contacto (o no la tienen o no se conoce si la tienen).

## 99. Tuberías descubiertas

Evaluar la seguridad de las tuberías descubiertas de la planta potabilizadora.

**A:** Las tuberías están soportadas por varillas /soportes fuertes y apoyadas en 3 direcciones ortogonales.

**M:** Las tuberías están soportadas por varillas /soportes fuertes, pero no apoyadas en 3 direcciones ortogonales.

**B:** Las tuberías están soportadas por varillas débiles roscadas y no apoyadas en 3 direcciones ortogonales.

## 100. Válvulas

Evaluar la seguridad de los accesorios de tuberías.

**A:** Más del 85% de los accesorios de las tuberías (válvulas) tienen soporte lateral o están debidamente ancladas.

**M:** Entre el 65% y el 85% de los accesorios de las tuberías (válvulas) tienen soporte lateral o están debidamente ancladas.

**B:** Menos del 65% de los accesorios de las tuberías (válvulas) tienen soporte lateral o están debidamente ancladas.

## 101. Equipamiento

Evaluar la seguridad del equipamiento (bombas, motores, generadores) en relación a su situación en la planta potabilizadora.

**A:** Más del 85 % del equipamiento se encuentra a un lado de la junta de expansión del edificio, y no está apoyado sobre ambos lados o sobre varios cimientos diferentes.

**M:** Entre el 65 % y el 85 % del equipamiento se encuentra a un lado de la junta de expansión del edificio, y no está apoyado sobre ambos lados o sobre varios cimientos diferentes.

**B:** Menos del 65 % del equipamiento se encuentra a un lado de la junta de expansión del edificio, y no está apoyado sobre ambos lados o sobre varios cimientos diferentes.

## 102. Anclaje equipamiento en general

Anclaje de todos los elementos y equipos según normativa del código de construcción de referencia (seísmos).

**A:** Más del 85 % del equipamiento se encuentra anclado según el código de construcción de referencia (seísmos).

**M:** entre el 65 % y el 85 % del equipamiento se encuentra anclado según el código de construcción de referencia (seísmos).

**B:** menos del 65 % del equipamiento se encuentra anclado según el código de construcción de referencia (seísmos).

## 103. Bombas de turbina vertical

Evaluar la seguridad de las bombas de turbina vertical en función de su posición

**A:** No hay bombas de turbina vertical o las bombas de turbina vertical no están sobre los tanques.

**M:** Las bombas de turbina vertical están sobre los tanques, pero están diseñadas para soportar cargas sísmicas.

**B:** Las bombas de turbina vertical están sobre los tanques y no están diseñadas para soportar cargas sísmicas.

## 104. Soportes equipamientos elevados

Identificar si los soportes de equipamiento elevado están asegurados con arrostramiento transversal.

**A:** Soportes con arrostramiento transversal.

**M:** Soportes sin arrostramiento transversal, pero con otro diseño que asegura las cargas sísmicas.

**B:** Soportes sin arrostramiento transversal ni otro diseño antisísmico.

## 105. Posibles daños - Equipamientos eléctricos Planta de Tratamiento

Identificar la seguridad de la infraestructura y equipamiento eléctrico (subestaciones, transformadores, mandos de control, cables y conductos, grupo electrógeno, baterías) de la planta de tratamiento expuesta a la acción del viento o fuertes lluvias o deslizamientos o inundaciones.

**A:** Más del 85 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones y las estructuras y soportes están bien anclados, con los elementos más vulnerables protegidos a las diferentes amenazas citadas (anclados, bien cimentados, por

encima de la cota de inundación, etc.).

**M:** Sólo entre 65% y el 85 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones y las estructuras y soportes están bien anclados, con los elementos más vulnerables protegidos ante todas las amenazas citadas (anclados, bien cimentados, por encima de la cota de inundación, etc.).

**B:** Menos del 65 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones y las estructuras y soportes están bien anclados, con los elementos más vulnerables protegidos a las diferentes amenazas citadas (anclados, bien cimentados, por encima de la cota de inundación, etc.).

#### 106. Posibles daños - Equipamientos eléctrico Planta de Tratamiento

Identificar la seguridad de la infraestructura y equipamiento eléctrico (subestaciones, transformadores, mandos de control, cables y conductos, grupo electrógeno, baterías) de la planta potabilizadora **expuesta a la acción sismos**.

**A:** El 85 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones, correctamente cimentados o colocados sobre un solo tipo de cimiento del edificio, las estructuras y soportes flexibles, anclados según normativa sísmica de referencia, con los elementos más vulnerables protegidos.

**M:** Entre el 65% y el 85 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones, correctamente cimentados o colocados sobre un solo tipo de cimiento del edificio, las estructuras y soportes flexibles, anclados según normativa sísmica de referencia, con los elementos más vulnerables protegidos.

**B:** Menos del 65 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones, correctamente cimentados o colocados sobre un solo tipo de cimiento del edificio, las estructuras y soportes flexibles, anclados según normativa sísmica de referencia, con los elementos más vulnerables protegidos.

### 6.5 Redundancia

#### 107. Redundancia

Evaluar la redundancia de la planta potabilizadora y la capacidad global del sistema para conducir agua tratada hasta la red de distribución. Verificar si la planta tiene bypass e interconexión entre los distintos procesos unitarios que permite obviar alguno de ellos. Valorar en esta pregunta también la posibilidad de realizar cloración de emergencia en caso de daños.

**A:** La planta potabilizadora es redundante: existe la posibilidad de bypass y de obviar algunos procesos sustituyéndolos por otros de emergencia, incluida la cloración, asegurando un agua de calidad en el punto de consumo.

**M:** La planta potabilizadora no es redundante: pero a través de una modificación de emergencia existiría la posibilidad de bypass y en caso de daño de alguno de los componentes se puede asegurar la provisión de agua de calidad en el punto de consumo

**B:** La planta potabilizadora no es redundante: no existe la posibilidad de bypass ni de obviar algunos procesos, y en caso de daño de alguno de los componentes no se puede asegurar la provisión de agua de calidad en el punto de consumo.

#### **108. Redundancia - grupos electrógenos**

Evaluar capacidad de suministro de energía eléctrica en caso de emergencia en planta de tratamiento para asegurar el funcionamiento correcto del acueducto. Verificar si el sistema depende de un solo sistema de generación de energía eléctrica, si hay equipamiento de emergencias disponible, etc.

**A:** Existen equipos alternativos disponibles de generación de energía eléctrica y están preparados para ser utilizados (hay combustible, el equipo es operativo y compatible con la instalación)

**M:** Existen equipos alternativos disponibles de generación de energía eléctrica y no han tenido mantenimiento previo, y /o no se conoce si el equipo está operativo para ser activado en caso de emergencia y/o solo podría activar una parte de la instalación.

**B:** No existen equipos alternativos disponibles de generación de energía eléctrica.

### **6.5 Recuperación**

#### **109. Recuperación**

Evaluar el tiempo medio de recuperación y restauración del servicio de la planta potabilizadora

**A:** en menos de 48 h

**M:** entre 3 y 7 días

**B:** más de 1 semana

#### **110. Recuperación energía eléctrica**

Evaluar el tiempo medio de recuperación y restauración del servicio de energía eléctrica en la planta de tratamiento, teniendo en cuenta el tiempo de recuperación de sus elementos más críticos y los convenios o acuerdos realizados con las compañías de energía eléctrica en caso de ser un servicio que depende de terceros.

**A:** en menos de 48 h

**M:** entre 3 y 7 días

**B:** más de 1 semana

**111. Flexibilidad**

Evaluar la flexibilidad de la planta potabilizadora para la recepción de agua con características diferentes a las nominales.

**A:** La planta es capaz de recibir agua con cualquier variación en sus características (mayor turbiedad, variación de pH, tipo de contaminantes) y flexibilizar sus procesos para proveer agua con los mínimos de calidad establecidos por norma. Un cambio de las propiedades del agua no haría salir al acueducto fuera de servicio o sólo por un tiempo mínimo en que no se pondría en riesgo el abastecimiento de la población (existencia de almacenamiento para abastecimiento).

**M:** La planta es capaz de recibir agua con ligeras variaciones en sus características (mayor turbiedad, variación de pH) y flexibilizar sus procesos para proveer agua con los mínimos de calidad establecidos por norma. Pero en caso de gran evento (crecida de río, tormenta tropical, etc.) habría que poner el acueducto fuera de servicio entre 2 y 3 días.

**B:** La planta no es capaz de recibir agua con variaciones en sus características y flexibilizar sus procesos para proveer agua con los mínimos de calidad establecidos por norma y en cualquier caso habría que poner el acueducto fuera de servicio hasta la estabilización del agua o más de 3 días.

**7. TANQUES DE ALMACENAMIENTO****7.1 Estado de la Estructura y Materiales****112. Antecedentes estructural y calidad de materiales (tanques o depósitos reguladores y registros)**

Verificar y determinar el grado de seguridad de los tanques de almacenamiento en función de su daño estructural (grietas, fisuras, etc.) previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de los tanques., etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en estructura crítica que no comprometen la resistencia de la misma y se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en estructura crítica y que podría comprometer la resistencia de la misma en caso de un evento de grandes dimensiones y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en el proceso constructivo de los mismos.

**B:** Hay daños mayores en estructura crítica que compromete la resistencia de la misma en caso de cualquier evento de dimensión media y/o se percibe el uso de materiales de mala calidad en el proceso constructivo de los mismos.

### **113. Antecedentes tuberías**

Verificar y determinar el grado de seguridad de las tuberías de los tanques de almacenamiento en función de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de los tanques., etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en tuberías críticas que no comprometen la resistencia de las mismas.

**M:** Hay daños moderados en tuberías críticas y que podría comprometer la resistencia de las mismas en caso de un evento de grandes dimensiones

**B:** Hay daños mayores en tuberías críticas que compromete la resistencia de las mismas en caso de cualquier evento de dimensión media.

### **114. Antecedentes equipos de bombeo**

Verificar y determinar el grado de seguridad de los equipos de bombeo de los tanques de almacenamiento en función de su daño estructural previo provocado por algún evento a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de los tanques, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en los equipos de bombeo que no comprometen la resistencia de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en los equipos de bombeo y que podría comprometer la resistencia de los mismos en caso de un evento de grandes dimensiones

**B:** Hay daños mayores en los equipos de bombeo que compromete la resistencia de los mismos en caso de cualquier evento de dimensión media.

### **115. Cimentación**

Se evalúa elementos con cimentación de los tanques de almacenamiento muy superficial ubicados en pendientes, laderas montañosas y/o huellas recientes de flujos de tierras

**A:** Cimentación de los tanques de almacenamiento a profundidad adecuada y sin daños y localizadas lejos de zona de deslizamientos.

**M:** Cimentación de estructuras de los tanques de almacenamiento a profundidad adecuada, sin daños, pero localizada en zona de deslizamiento de terreno.

**B:** Cimentación de estructuras de los tanques de almacenamiento se encuentra muy superficiales y/o deterioradas y localizadas en zona de posible deslizamiento.

**116. Corrosión**

Evaluar el grado de corrosión de alguna parte de la estructura metálica de los tanques.

**A:** Acueducto tiene tanque de almacenamiento de otro material no susceptible a la corrosión, o acueducto tiene tanque de almacenamiento elevado en estructura metálica sin corrosión que recibe mantenimiento de manera periódica.

**M:** El tanque de almacenamiento con estructura metálica, sin corrosión aparente pero que no recibe ningún mantenimiento periódico.

**B:** Acueducto tiene tanque de almacenamiento con estructura metálica en mal estado por corrosión y sin mantenimiento periódico.

**117. Filtraciones Agua equipos y accesorios**

Evaluar la seguridad en función de la visualización de filtraciones de agua en equipos o accesorios de los tanques de almacenamiento.

**A:** Equipos y accesorios de los tanques de almacenamiento no presentan fugas y cuenta con un plan de mantenimiento periódico.

**M:** Equipos y accesorios de los tanques de almacenamiento no presentan fugas, pero no cuentan con un plan de mantenimiento periódico.

**B:** Equipos y accesorios de los tanques de almacenamiento presentan fugas.

**118. Filtraciones agua tanques**

Evaluar la seguridad en función de la presencia de fisuras y/o grietas en estructuras contenedoras de agua provocando fugas y pérdidas que podrían generar filtraciones en el terreno.

**A:** No se observan fisuras ni grietas en el tanque de almacenamiento.

**M:** Se observan fisuras y grietas en el tanque de almacenamiento, pero éstas no suponen un riesgo.

**B:** Se observan fisuras y grietas en el tanque de almacenamiento que suponen un riesgo importante.

**119. Antecedentes estructural y calidad de materiales - subestaciones**

Verificar y determinar el grado de seguridad de la estructura y equipamientos de las instalaciones eléctricas de la zona de almacenamiento en función de los materiales utilizados y de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la instalación, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en estructura crítica que no comprometen la resistencia de la misma y se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en estructura crítica y que podría comprometer la resistencia de la misma en caso de un evento de grandes dimensiones (seísmo) y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en su proceso constructivo.

**B:** Hay daños mayores en estructura crítica que compromete la resistencia de la misma en caso de cualquier evento de dimensión media y/o se percibe el uso de materiales de baja calidad en el proceso constructivo de los mismos.

#### **120. Antecedentes estructural y calidad materiales - transformadores**

Verificar y determinar el grado de seguridad de la estructura y equipamientos de las instalaciones eléctricas que suministran energía a los transformadores de la zona de Almacenamiento en función de los materiales utilizados y de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la instalación, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en estructura crítica que no comprometen la resistencia de la misma y se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en estructura crítica y que podría comprometer la resistencia de la misma en caso de un evento de grandes dimensiones (seísmo) y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en su proceso constructivo.

**B:** Hay daños mayores en estructura crítica que compromete la resistencia de la misma en caso de cualquier evento de dimensión media y/o se percibe el uso de materiales de baja calidad en el proceso constructivo de los mismos.

#### **121. Antecedentes estructural y calidad materiales - cables y conductos**

Verificar y determinar el grado de seguridad de cables y conductos que suministran energía eléctrica en la zona de los tanques de Almacenamiento en función de los materiales utilizados y de su daño estructural previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la instalación, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en estructura crítica que no comprometen la resistencia de la misma y se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en estructura crítica y que podría comprometer la resistencia de la misma en caso de un evento de grandes dimensiones (seísmo) y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en su proceso constructivo.

**B:** Hay daños mayores en estructura crítica que compromete la resistencia de la misma en caso de cualquier evento de dimensión media y/o se percibe el uso de materiales de baja calidad en el proceso constructivo de los mismos.

## 7.2 Diseño y Materiales utilizados

### 122. Diseño Techos tanques

Observar los techos de los Tanques de Almacenamiento, considerando las mayores solicitaciones de carga por vientos, lluvias y otros a fin de mejorar su resistencia y evitar fracturas y colapsos.

**A:** Los techos han sido diseñados conforme a las amenazas existentes considerando la mejora de su resistencia

**M:** Los techos han sido diseñados conforme a las amenazas existentes considerando la mejora de su resistencia, pero se observan deficiencias

**B:** Los techos no han sido diseñados conforme a las amenazas existentes

### 123. Uniones entre tuberías y tanques

Identificar el tipo de unión utilizada entre las líneas de aducción y de conducción.

**A:** Más del 85% de las uniones entre el tanque de almacenamiento y la línea de aducción y conducción son flexibles, las cuales están en perfectas condiciones.

**M:** Del 65% al 85% de las uniones entre el tanque de almacenamiento y la línea de aducción y conducción son flexibles, las cuales están en perfectas condiciones.

**B:** Menos del 65% de las uniones entre el tanque de almacenamiento y la línea de aducción y conducción son flexibles, las cuales están en perfectas condiciones.

### 124. Materiales Tanque de almacenamiento

Identificar si elementos estructurales los tanques cuentan con las técnicas antisísmicas, refuerzo en los apoyos en tanques elevados y existe comportamiento elástico (sin fisuras o grietas) en las estructuras de almacenamiento

**A:** Los tanques de almacenamiento cuentan con técnicas antisísmicas, el refuerzo de los apoyos es adecuado (anclaje a suelo, cimientos reforzados, columnas y arrostramientos) y existe comportamiento elástico acreditado (planos, certificados)

**M:** Los tanques de almacenamiento no cuentan con técnicas antisísmicas, pero el refuerzo de los apoyos es adecuado (anclaje a suelo, cimientos reforzados, columnas y arrostramientos transversales) y no hay evidencia de la elasticidad de los tanques por planos o certificados.

**B:** Los tanques de almacenamiento no cuentan con técnicas antisísmicas, y el refuerzo de los apoyos no es adecuado (anclaje a suelo, cimientos reforzados, columnas y arrostramientos transversales)

### 125. Geometría Tanques de acero en suelo

Evaluar la seguridad de los tanques de acero en suelo en función de su geometría

**A:** No hay tanque de acero en suelo o si lo hay el 85% de los tanques de acero tienen una relación entre altura y diámetro es  $< 0,3$

**M:** Entre el 65 y el 85% de los tanques de acero tienen una relación entre altura y diámetro  $0,3 < R < 0,7$

**B:** Menos del 65% de los tanques de acero tienen una relación entre altura y diámetro es  $> 0,7$

## 7.3 Suelos Y Ubicación

### 126. Suelos arcillosos, arenosos, limosos o saturado

Se evalúa la seguridad de construcción de elementos de los tanques de almacenamiento, en función del tipo de suelo dónde se ubican:

**A:** Los componentes de los tanques de almacenamiento no están emplazados sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos, saturados).

**M:** Algunos Componentes de los tanques de almacenamiento están emplazados sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos o saturados), pero esta condición se ha tomado en cuenta en los diseños estructurales basados en los resultados de estudios geotécnicos.

**B:** Todos los componentes de los tanques de almacenamiento están emplazados sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos o saturados) o sólo algunos, pero esta condición no se ha tomado en cuenta en los diseños estructurales.

### 127. Erosión

Evaluar si el relieve del suelo donde están emplazados los tanques de almacenamiento favorece los procesos de erosión por efectos fluviales, gravitatorios, eólicos, pluviales o desagües.

**A:** los tanques de almacenamiento están ubicados en terreno con relieve no favorables a la erosión por los efectos citados.

**M:** los tanques de almacenamiento están ubicados en terreno con relieve favorable a uno de los efectos citados.

**B:** los tanques de almacenamiento están ubicados en terreno con relieve favorable para la erosión por los efectos citados.

**128. Ubicación de los tanques.**

Identificar la seguridad ante daños estructurales provenientes de asentamientos diferenciales, licuefacción del suelo o corrimiento de fallas.

**A:** Tanque de almacenamiento emplazado fuera de área de terreno propensa a asentamientos diferenciales, licuefacción (suelos granulares o saturados) o corrimiento de falla.

**M:** Tanque de almacenamiento emplazado en área de terreno propensa a asentamientos diferenciales, licuefacción (suelos granulares o saturados) o corrimiento de falla, pero cuenta con un diseño que cumpla con los requerimientos de ese suelo.

**B:** Tanque de almacenamiento emplazado en área de terreno propensa a asentamientos diferenciales, licuefacción (suelos granulares o saturados) o corrimiento de falla y sin diseño que cumpla con los requerimientos del suelo.

**129. Taludes protección vegetal**

Evaluar la existencia de taludes con cortes verticales y poca protección vegetal en la zona de influencia los tanques de almacenamiento, que pudieran desplazarse con un movimiento telúrico o por una pérdida de resistencia del suelo y generar daños estructurales por deslizamiento

**A:** No hay taludes o los terrenos en el entorno de los tanques de almacenamiento tienen un corte en ángulo menor o igual a 45 grados y están reforestados adecuadamente o se le ha construido a la alguna obra de mitigación para contener derrumbes como: encache de piedras, muros de gaviones, muros de contención de hormigón armado, etc.

**M:** Los terrenos en el entorno de los tanques de almacenamiento tienen un corte en ángulo de 45 grados, pero están deforestados o no se le ha construido alguna obra de mitigación para contener derrumbes como: encache de piedras, muros de gaviones, muros de contención de hormigón armado, etc. O son mayores de 45° pero protegidos con hormigón armado.

**B:** Los terrenos en el entorno de los tanques de almacenamiento tienen cortes mayores de 45 grados o verticales y están deforestados o no protegidos con hormigón armado.

## 7.4 Protección y Mantenimiento

### 130. Drenajes pluviales

Identificar la existencia drenajes pluviales perimetrales en el área de ubicación de los Tanques de Almacenamiento, en especial si se encuentra en zonas elevadas o terrenos inestables.

**A:** Existen drenajes pluviales en el área de ubicación de los tanques de almacenamiento y funcionan adecuadamente. Además, existe y se aplica un plan de mantenimiento.

**M:** Existen drenajes pluviales en el área de ubicación de los tanques de almacenamiento, pero no hay mantenimiento (independiente de si existe o no el plan) y se observa posible obstrucción en caso de un evento.

**B:** No existen drenajes pluviales en el área de ubicación de los tanques de almacenamiento.

### 131. Canalización de aguas

Identificar si las obras de rebose, disipadores de energía, drenaje o limpieza están colocadas de forma tal que las aguas no corran libremente.

**A:** Obras de rebose, disipadores de energía, drenaje, etc. cuentan con estructuras de canalización que funcionan adecuadamente.

**M:** Obras de rebose, disipadores de energía, drenaje, etc. cuentan con estructuras de canalización, pero el mantenimiento no es adecuado y existe la probabilidad de colapso.

**B:** Obras de rebose, disipadores de energía, drenaje, etc. desaguan libremente en el área de almacenamiento.

### 132. Tanque de acero.

En el caso de cámaras de presión de acero, identificar su seguridad ante seísmos.

**A:** Base bien cimentada y anclado adecuadamente al suelo

**M:** Cimentación dudosa pero anclado adecuadamente al suelo (o viceversa).

**B:** Cimentación dudosa o no cimentación y mal anclado o sin anclaje.

### 133. Enterramiento por inundación

Evaluar la seguridad del tanque ante su destrucción, arrastre o enterramiento por inundación

**A:** Tanque de almacenamiento ubicado fuera del área de inundación o deslave

**M:** Tanque ubicado próximo al área de inundación, pero cuenta con estructuras de protección.

**B:** Ubicación del tanque en área de inundación o de deslave y sin estructuras de protección.

**134. Posibles daños - Equipamientos eléctrico Almacenamiento**

Identificar la seguridad de la infraestructura y equipamiento eléctrico (subestaciones, transformadores, mandos de control, cables y conductos, grupo electrógeno, baterías) de la zona de almacenamiento expuesta a la acción del viento o fuertes lluvias o deslizamientos o inundaciones.

**A:** Más del 85 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones y las estructuras y soportes están bien anclados, con los elementos más vulnerables protegidos a las diferentes amenazas citadas (anclados, bien cimentados, por encima de la cota de inundación, etc.).

**M:** Sólo entre 65% y el 85 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones y las estructuras y soportes están bien anclados, con los elementos más vulnerables protegidos ante todas las amenazas citadas (anclados, bien cimentados, por encima de la cota de inundación, etc.).

**B:** Menos del 65 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones y las estructuras y soportes están bien anclados, con los elementos más vulnerables protegidos a las diferentes amenazas citadas (anclados, bien cimentados, por encima de la cota de inundación, etc.).

**135. Posibles daños - Equipamientos eléctrico Almacenamiento**

Identificar la seguridad de la infraestructura y equipamiento eléctrico (subestaciones, transformadores, mandos de control, cables y conductos, grupo electrógeno, baterías) necesarios en las instalaciones de almacenamiento expuesta a la acción seísmos.

**A:** El 85 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones, correctamente cimentados o colocados sobre un solo tipo de cimiento del edificio, las estructuras y soportes flexibles, anclados según normativa sísmica de referencia, con los elementos más vulnerables protegidos.

**M:** Entre el 65% y el 85 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones, correctamente cimentados o colocados sobre un solo tipo de cimiento del edificio, las estructuras y soportes flexibles, anclados según normativa sísmica de referencia, con los elementos más vulnerables protegidos.

**B:** Menos del 65 % de la estructura y el equipamiento que suministra la red eléctrica están en buenas condiciones, correctamente cimentados o colocados sobre un solo tipo de cimiento del edificio, las estructuras y soportes flexibles, anclados según normativa sísmica de referencia, con los elementos más vulnerables protegidos.

## 7.5 Redundancia

### 136. Redundancia

Evaluar la capacidad de almacenamiento del sistema en caso de daño de uno o varios de los tanques que abastecen la red distribución.

**A:** Varios tanques sirven a una zona de presión, y estos están sometidos a amenazas no comunes entre ellos. Además, la capacidad del menos vulnerable es suficiente para proveer el mínimo servicio de emergencia.

**M:** Varios tanques sirven a una zona de presión, y estos están sometidos a amenazas no comunes entre ellos. Pero la capacidad del menos vulnerable no es suficiente para proveer el mínimo servicio de emergencia.

**B:** Acueducto sólo cuenta con un tanque de almacenamiento.

### 137. Redundancia - grupos electrógenos

Evaluar capacidad de suministro de energía eléctrica en caso de emergencia en la zona de almacenamiento para asegurar el funcionamiento correcto del acueducto. Verificar si el sistema depende de un solo sistema de generación de energía eléctrica, si hay equipamiento de emergencias disponible, etc.

**A: Existen** equipos alternativos disponibles de generación de energía eléctrica y están preparados para ser utilizados (hay combustible, el equipo es operativo y compatible con la instalación)

**M:** Existen equipos alternativos disponibles de generación de energía eléctrica y no han tenido mantenimiento previo, y /o no se conoce si el equipo está operativo para ser activado en caso de emergencia y/o solo podría activar una parte de la instalación.

**B:** No existen equipos alternativos disponibles de generación de energía eléctrica.

## 7.5 Recuperación

### 138. Recuperación

Evaluar el tiempo medio de recuperación del sistema de almacenamiento

**A:** 48 h o menos

**M:** entre 3 y 7 días

**B:** más de 1 semana

### 139. Recuperación del sistema eléctrico

Evaluar el tiempo medio de recuperación y restauración del servicio de energía eléctrica en la zona de almacenamiento, teniendo en cuenta el tiempo de recuperación de sus elementos más críticos y los convenios o acuerdos realizados con las empresas distribuidoras de energía eléctrica en caso de ser un servicio que depende de terceros.

**A:** en menos de 48 h

**M:** entre 3 y 7 días

**B:** más de 1 semana

### 140. Reserva Incendios

Identificar la capacidad del acueducto para abastecer con agua suficiente en caso de incendio, dentro o fuera del acueducto

**A:** El acueducto dispone siempre de una reserva mínima para responder a esta contingencia.

**B:** El acueducto dispone de una reserva mínima para responder a esta contingencia, pero esta se emplea para otros usos de manera esporádica.

**B:** No está contemplado en el servicio del acueducto tener un mínimo de reserva para incendios o si lo está, se utiliza de manera frecuente (casi normalizada) para otros usos.

### 141. Calidad de agua

Evaluar el riesgo de alteración de la calidad del agua del tanque de almacenamiento

**A:** Entorno de almacenamiento cuenta con verja perimetral y seguridad permanente.

**M:** Área de almacenamiento cuenta con verja perimetral, pero no tiene seguridad permanente.

**B:** Área de almacenamiento no tiene verja perimetral ni seguridad.

## 8. RED DE DISTRIBUCIÓN

### 8.1 Estado de la Estructura y Materiales

#### 142. Antecedentes tuberías y calidad de materiales

Verificar y determinar el grado de seguridad de las tuberías de la línea de distribución en función de su daño estructural (grietas, fisuras, etc.) previo provocado por algún evento, a través de dictámenes estructurales, información de los responsables de operación de la red de distribución, etc.

**A:** No se observan daños o hay daños menores en tuberías críticas que no comprometen la resistencia de las mismas y se percibe el uso de materiales de alta calidad en el proceso constructivo de los mismos.

**M:** Hay daños moderados en tuberías críticas y que podría comprometer la resistencia de las mismas en caso de un evento de grandes dimensiones (seísmo), y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en el proceso constructivo de los mismos.

**B:** Hay daños mayores en tuberías críticas que compromete la resistencia de las mismas en caso de cualquier evento de dimensión media y/o se percibe el uso de materiales de calidad media en el proceso constructivo de los mismos.

#### 143. Cimentación

Se evalúa elementos con cimentación de los soportes de la red de distribución muy superficial ubicados en pendientes, laderas montañosas y/o huellas recientes de flujos de tierras

**A:** Cimentación de los soportes de la red de distribución a profundidad adecuada y localizadas lejos de zona de deslizamientos.

**M:** Cimentación de los soportes de la red de distribución a profundidad adecuada, pero localizada en zona de deslizamiento de terreno.

**B:** Cimentación de los soportes de la red de distribución se encuentra muy superficiales y localizadas en zona de posible deslizamiento.

#### 144. Deformación tuberías

Deformación o arrastre de parte de las tuberías de la red de distribución, generando a su vez fugas que pueden aumentar la magnitud del deslizamiento

**A:** Las tuberías se observan sin deformaciones ni desplazamientos de su línea de origen

**M:** Las tuberías se observan con alguna deformación o desplazamiento de su línea de origen

**B:** Las tuberías se observan con desplazamientos o deformaciones y/o filtraciones

### 145. Corrosión

Evaluar la seguridad de las tuberías en relación con el grado de corrosión de las mismas, especialmente en los tramos que pasan actualmente por áreas de influencia de fallas sísmicas locales y terrenos blandos.

**A:** El historial de fugas por corrosión es nulo

**M:** El historial de fugas por corrosión es medio

**B:** El historial de fugas por corrosión es excesivo

## 8.2 Diseño y Materiales utilizados

### 146. Estudios geotécnicos del suelo

Valorar si existen y se han usado estudios geotécnicos e investigaciones complementarias para la localización y construcción de la línea de distribución y conocer así el nivel de seguridad ante riesgos de subsuelos lodosos y frágiles.

**A:** La línea de distribución se ha construido en base a estudios geotécnicos, mapas de licuefacción y un perfil histórico del lugar.

**M:** La línea de distribución se ha construido en base a estudios geotécnicos o mapas de licuefacción o en base a los datos históricos de la zona.

**B:** La línea de distribución se ha construido sin la realización de estudios geotécnicos ni perfil histórico del lugar. No se conoce la amenaza de licuefacción del terreno por donde pasan las tuberías.

### 147. Juntas y conectores flexibles

Identificar el uso de juntas flexibles en los tramos de tuberías que cruzan fallas geológicas, áreas inestables o en transiciones de suelos firmes o suelos inestables. Tener en cuenta el uso de accesorios que permitan la flexibilidad de las tuberías al conectarse en aquellos elementos de acople rígido tales como, cajas de válvulas, bloques de reacción, reservorios.

**A:** Planos de construcción del acueducto indican que se han utilizado juntas flexibles en conexiones de tubería de todos los componentes que pasan por fallas geológicas, áreas inestables, etc.

**M:** Planos de construcción del acueducto indican que se han utilizado juntas flexibles en conexiones de tubería de algunos de los componentes que pasan por fallas geológicas, áreas inestables, etc.

**B:** Planos de construcción del acueducto indican que no se han utilizado juntas flexibles en conexiones de tubería que pasan por fallas geológicas, áreas inestables, etc.

## 148. Material Tuberías

En áreas definidas en los Mapas de Microzonificación, como extremadamente propensas a sismos, se deben proyectar tubos de material dúctil, resistentes a los impactos y con juntas flexibles

**A:** Se cuenta con estudios de microzonificación u otros estudios similares del área de influencia del acueducto y los llanos de construcción del acueducto indican que se han utilizado tuberías (tubería de hierro dúctil, acero o polietileno u otro material certificado como sismo resistente) con uniones fijas (espiga-campana) y accesorios (conectores, válvulas) adecuados (hierro dúctil o acero) para tramos que pasan por fallas sísmicas y terrenos blandos, conectados y anclados adecuadamente

**M:** Se cuenta con estudios de microzonificación del área de influencia del acueducto, pero éste no se ha tomado en cuenta para la selección del tipo de tuberías y accesorios (válvulas, conectores) a utilizar.

O no se cuenta con estudio de microzonificación, pero se han utilizado tuberías resistentes, aunque no adecuadas (cilindro concreto con unión fija, tuberías de asbesto-cemento acopladas, PVC o hierro fundido con diam. > 8 pulgadas con empaque de caucho o acero con unión suelta) y accesorios adecuados (hierro dúctil o acero) para tramos que pasan por fallas sísmicas y terrenos blandos

**B:** No se cuenta con estudios de microzonificación u otros estudios del área de influencia del acueducto, y/o se han utilizado tuberías (hierro fundido) y accesorios (hierro fundido, plomo y mortero) no adecuados para tramos que pasan por fallas sísmicas y terrenos blandos.

## 8.3 Suelos Y Ubicación

### 149. Suelos arcillosos, arenosos, limosos, saturado o kárstico

Se evalúa la seguridad de construcción de elementos de la línea de distribución, en función del tipo de suelo dónde se ubica:

**A:** Ningún tramo de la línea de distribución está emplazado sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos, saturados o kársticos).

**M:** Algún tramo de la línea de distribución está emplazado sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos, saturados o kársticos), pero esta condición se ha tomado en cuenta en los diseños estructurales basados en los resultados de estudios geotécnicos.

**B:** Todos los tramos de la línea de distribución están emplazados sobre suelos poco resistentes (arcillosos, arenosos, limosos, saturados o kársticos) o sólo algunos tramos, pero esta condición no se ha tomado en cuenta en los diseños estructurales

### 150. Taludes protección vegetal

Evaluar la existencia de taludes con cortes verticales y poca protección vegetal en la zona de influencia de la línea de distribución del acueducto (o esta se encuentra al borde superior de estos), que pudieran desplazarse con un movimiento telúrico o por pérdida de resistencia del suelo.

**A:** No hay taludes o los terrenos en el entorno de la red de distribución tienen un corte en ángulo menor o igual a 45 grados y están reforestados adecuadamente o se le ha construido alguna obra de mitigación para contener derrumbes como: encache de piedras, muros de gaviones, muros de contención de hormigón armado, etc.

**M:** Los terrenos en el entorno de la red de distribución tienen un corte en ángulo de 45 grados, pero están deforestados o no se le ha construido a la alguna obra de mitigación para contener derrumbes como: encache de piedras, muros de gaviones, muros de contención de hormigón armado, etc. O son mayores de 45° pero protegidos con hormigón armado.

**B:** Los terrenos en el entorno de la red de distribución tienen cortes mayores de 45 grados o verticales y están deforestados y no protegidos con hormigón armado.

### 151. Erosión

Evaluar si el relieve del suelo donde está emplazada la red de distribución favorece los procesos de erosión por efectos fluviales o gravitatorios.

**A:** La red de distribución está ubicada en terreno con relieve no favorable a la erosión por efectos fluviales o gravitatorios.

**M:** La red de distribución está ubicada en terreno con relieve favorable a uno de los dos efectos citados.

**B:** La red de distribución está ubicada en terreno con relieve favorable para la erosión por efectos fluviales o gravitatorios.

### 152. Deslizamientos

Evaluar si en alguna parte de la zona/camino donde está emplazada la red de distribución existen deslizamientos activos

**A:** La red de distribución no está ubicada en terreno con deslizamientos activos

**M:** La red de distribución está ubicada cerca de terreno deslizamientos activos

**B:** La red de distribución está ubicada en terreno está ubicada en terreno con deslizamientos activos

## 8.4 Protección y Mantenimiento

### 153. Válvulas de corte

Existen válvulas de corte debidamente localizadas y conforme a Normas Técnicas, de manera que las áreas de riesgo a ser afectadas por algún evento (sismo u otros) puedan ser aisladas con fines de reparación o racionamiento.

**A:** Existen válvulas de corte debidamente localizadas y que funcionan adecuadamente y se cuenta con un plan de mantenimiento de las mismas.

**M:** Existen válvulas de corte localizadas, pero no se cuenta con un plan de mantenimiento y una parte de ellas no funcionan están dañadas.

**B:** No existen válvulas de corte para aislar áreas afectadas, o estas no están adecuadamente localizadas para aislar zonas por posibles daños.

### 154. Válvulas de Limpieza

Se ha previsto la instalación de válvulas de limpieza en los puntos bajos y válvulas de admisión y expulsión de aire en los puntos altos de la Red de Distribución.

**A:** Existen válvulas de limpieza en los puntos bajos y válvulas de admisión y expulsión de aire y se cuenta con un plan de mantenimiento.

**M:** Existen válvulas de limpieza en los puntos bajos y válvulas de admisión y expulsión de aire en los puntos altos, pero no se cuenta con un plan de mantenimiento y una parte de ellas no funcionan o están dañadas. O sólo existen válvulas de limpieza o válvulas de expulsión de aire, pero no ambas.

**B:** No existen o no funcionan las válvulas de limpieza en los puntos bajos y válvulas de admisión y expulsión de aire en los puntos altos.

### 155. Contaminación mal estado de la red

Evaluar la seguridad de la red de distribución ante la probabilidad de contaminación del agua relacionada con variaciones en la presión de la red (debido a cortes de agua especialmente, por avería, racionamiento, etc.).

**A:** Las variaciones de presión son muy esporádicas y la red de distribución no presenta fugas aparentes (registros de fugas, incidentes, etc.), existe un plan de mantenimiento de la red y se aplica.

**M:** Existen variaciones de presión en la red, pero la red de distribución no presenta fugas aparentes (registros de fugas, incidentes, etc.), y existe o no un plan de mantenimiento de la red, se le da mantenimiento a la red.

**B:** Hay variaciones de presión en la red, la red de distribución presenta fugas y exista o no un plan de mantenimiento de la red, su mantenimiento es deficiente.

### 156. Profundidad tuberías

Diseñar respetando la profundidad de cobertura mínima por normativa (en función de suelo y diámetro), en las tuberías para Agua Potable, especificada en las Normas Técnicas, profundizando aún más en aquellos tramos considerados críticos, expuestos a erosión.

**A:** Tuberías colocadas según normas técnicas, con una mayor profundidad en puntos críticos expuestos a erosión.

**M:** Tuberías colocadas a la profundidad de cobertura mínima por normativa (en función de suelo y diámetro), pero no se ha profundizado más en tramos críticos.

**B:** Tuberías han sido colocadas sin dar la profundidad la profundidad de cobertura mínima por normativa.

### 157. Protección terreno

Identificar el nivel de seguridad de las áreas con terreno natural expuesto, donde existan tuberías enterradas.

**A:** Se han colocado grama u otro material vegetal en terreno expuesto para proteger las tuberías, el cual funciona adecuadamente.

**M:** Se han colocado grama u otro material vegetal en terreno expuesto para proteger las tuberías, pero éste se ha secado o ha sido quitado (vandalismo).

**B:** No se ha colocado grama u otro material vegetal en terreno expuesto para proteger las tuberías.

### 158. Desacople de uniones

Evaluar la posibilidad de que, ante la ocurrencia de un sismo u otro evento, las tuberías de la red de distribución pudieran romperse o desacoplarse sus uniones.

**A:** La probabilidad de que las tuberías de la línea de distribución se rompan o que sus uniones se desacoplen es mínima, debido a que se han seleccionado las adecuadas y están fijadas correctamente.

**M:** Las tuberías utilizadas en la línea de distribución son las adecuadas, pero no están fijadas adecuadamente.

**B:** Existe la posibilidad de que las tuberías de la línea de distribución se rompan o que las uniones se desacoplen ante un sismo u otro evento.

### 159. Línea matriz

Evaluar la posibilidad de que la tubería de línea matriz de la red de distribución quede descubierta o expuesta, o que ésta se rompa o sea arrastrada por corrimiento de falla debido a sismo u otro evento.

**A:** Tubería matriz colocada fuera de área de riesgo a la profundidad adecuada, protección natural y anclajes, según norma.

**M:** Tubería matriz colocada en área de riesgo se encuentra a la profundidad adecuada, con protección natural y anclajes, según normas.

**B:** Tubería matriz colocada en área de riesgo se encuentra a poca profundidad, no cuenta con protección natural y/o no está anclada adecuadamente.

### 160. Daño en registros

Daños estructurales en los registros por caída de materiales o arrastre de los mismos.

**A:** Registros no ubicados en zona expuestas a caída o arrastre de materiales fruto de lluvias fuertes, vientos o deslizamientos.

**M:** Registros ubicados en zona expuestas a caída o arrastre de materiales fruto de lluvias fuertes, vientos o deslizamientos, pero protegidos

**B:** Registros ubicados en zona expuestas a caída o arrastre de materiales fruto de lluvias fuertes, vientos y/o deslizamientos y no protegidos

### 161. Hidrantes

Evaluar la seguridad de los hidrantes ante la caída de edificios u otras estructuras en caso de seísmo o fuertes vientos.

**A:** Hidrantes a ras del suelo y en buen funcionamiento (sin averías).

**M:** Hidrantes por encima del nivel de suelo, pero con protección especial. O hidrantes a ras del suelo y menos del 25 % son NO funcionales.

**B:** Hidrantes por encima del nivel del suelo sin protección o hidrantes a ras del suelo, pero con más del más del 25% no funcionales en el momento de la evaluación.

## 8.5 Redundancia

### 162. Puestos Públicos o puntos públicos de abastecimiento en caso de emergencia

Evaluar el grado de seguridad en función de la preparación para el abastecimiento de agua en caso de sequía.

**A:** En los planos de las Redes de Distribución están señaladas las tomas (acoples) para conectar los Puestos Públicos que abastecerán a la Población en caso de Desastre por Sequía y éstas existen y están bien identificadas por los operarios

**M:** En los planos de las Redes de Distribución no están señaladas las tomas (acoples) para conectar los Puestos Públicos que abastecerán a la Población en caso de Desastre por Sequía, pero si existen y están bien identificadas por los operarios.

**B:** No hay planos y/o no hay tomas.

## 8.5 Recuperación

### 163. Localización planificada de válvulas

Identificar si existen válvulas localizadas, de manera que las áreas de riesgo a sufrir daños por la ocurrencia de un desastre puedan ser fácilmente aisladas. Es decir, si se ha zonificado o establecido Sectores de Operación a través de Válvulas para agilizar las labores de rehabilitación en caso de avería.

**A:** Se ha previsto la instalación de válvulas para aislar áreas sujetas a sufrir daño por un evento que están en zona fuera de riesgo y funcionan adecuadamente (existe sectorización planificada).

**M:** Se ha previsto la instalación de válvulas para aislar áreas sujetas a sufrir daño por un evento, pero están en mal estado (dañadas) por no contar con un plan de mantenimiento o estar en la zona de riesgo.

**B:** No se ha previsto la instalación de válvulas para aislar áreas sujetas a sufrir daños por un evento.

## COMPONENTES SECUNDARIOS

### 9. MEDIOS DE COMUNICACIÓN

#### 164. Medios de comunicación independientes

Identificar si los componentes esenciales del acueducto (Captación, Tratamiento, Bombeo, Almacenamiento) están dotados de medios de comunicación (radio, teléfono) independientes de la red eléctrica

**A:** Más del 85 % de los componentes del acueducto están dotados de medios de comunicación asegurados e independientes de la red eléctrica.

**M:** Entre el 65 % y el 85% de los componentes del acueducto están dotados de medios de comunicación independientes de la red eléctrica.

**B:** Menos 65 % de los componentes del acueducto están dotados de medios de comunicación independientes de la red eléctrica.

#### 165. Radios

Identificar la Existencia de radios localizadas en zonas seguras, en caso de interrupción de los servicios de comunicación.

**A:** Más del 85 % de los componentes del acueducto están dotados radios localizadas en zonas seguras.

**M:** Entre el 65 % y el 85% de los componentes del acueducto están dotados radios localizadas en zonas seguras.

**B:** Menos 65 % de los componentes del acueducto están dotados radios localizadas en zonas seguras.

### 10. ACCESO OBRA DE TOMA

#### 166. Rutas de Acceso alternativa

Identificar el nivel de Seguridad relacionado con rutas alternas para el acceso a las estructuras de la obra de toma

**A:** Existen más de dos rutas posibles para llegar a las instalaciones de la obra de toma, y al menos una de ellas es poco vulnerable (en zona no inundable, con verja de protección, etc.) a ser obstruida.

**M:** Existen más de una ruta posibles para llegar a las instalaciones de la obra de toma, y al menos una de ellas es poco vulnerable (en zona no inundable, con verja de protección, etc.) a ser obstruida.

**B:** solo existe una ruta de acceso a la obra de toma y es vulnerable

#### 167. Obstrucción de caminos - Inundación

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a la obra de toma en función de la posible anegación de los caminos de acceso en caso de Inundación

**A:** En caso de gran inundación hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción o anegación de los caminos de acceso

**M:** En caso de gran inundación hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción o anegación de los caminos de acceso

**B:** En caso de gran inundación hay más de un 30% de probabilidades de obstrucción o anegación de los caminos de acceso

#### 168. Obstrucción de caminos - Ciclón Tropical

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a la obra de toma en función del posible derrumbe, obstrucción con materiales o anegación de los caminos de acceso en caso de ciclón/tormenta Tropical/huracán/tornado, etc.

**A:** En caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc. hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o anegación en los caminos de acceso. (Caída de poste y tendido eléctrico, caída de árboles, vallas, etc.).

**M:** En caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc. hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o anegación en los caminos de acceso (caída de poste y tendido eléctrico, caída de árboles, vallas, etc.).

**B:** En caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc. hay más de un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o anegación en los caminos de acceso (caída de poste y tendido eléctrico, caída de árboles, vallas, etc.).

#### 169. Obstrucción de caminos - Deslizamiento

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a la obra de toma en función del posible derrumbe u obstrucción con materiales de los caminos de acceso en caso deslizamiento

**A:** En caso de deslizamiento hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción y/o derrumbes en los caminos de acceso

**M:** En caso de deslizamiento hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción y/o derrumbes en los caminos de acceso

**B:** En caso de deslizamiento hay más de un 30% de probabilidades de obstrucción y/o derrumbes en los caminos de acceso

#### **170. Obstrucción de caminos - Seísmo**

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a la obra de toma en función del posible derrumbe, obstrucción con materiales. Corte de los caminos de acceso en caso seísmo

**A:** En caso de seísmo hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o cortes en los caminos de acceso.

**M:** En caso de seísmo hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o cortes en los caminos de acceso.

**B:** En caso de seísmo hay más de un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o cortes en los caminos de acceso.

#### **171. Obstrucción de caminos - Incendio**

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a la obra de toma en función de la posible extensión de un incendio en la zona de influencia

**A:** En caso de incendio hay menos de un 10% de probabilidades de cortes en los caminos de acceso (cortafuegos)

**M:** En caso de incendio hay menos entre un 10% y un 30% de probabilidades de cortes en los caminos de acceso (cortafuegos)

**B:** En caso de incendio hay más de un 30% de probabilidades de cortes en los caminos de acceso (cortafuegos)

## **11. ACCESO LÍNEAS DE ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN**

#### **172. Rutas de Acceso alternativa**

Identificar el nivel de Seguridad relacionado con rutas alternas para el acceso a las líneas de conducción

**A:** Existen más de dos rutas posibles para llegar a las líneas de conducción, y al menos una de ellas es poco vulnerable (en zona no inundable, con verja de protección, etc.) a ser obstruida.

**M:** Existen más de una ruta posibles para llegar a las líneas de conducción, y al menos una de ellas es poco vulnerable (en zona no inundable, con verja de protección, etc.) a ser obstruida.

**B:** solo existe una ruta de acceso a las líneas de conducción y es vulnerable

**173. Obstrucción de caminos - Inundación**

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a las líneas de conducción en función de la posible anegación de los caminos de acceso en caso de Inundación

**A:** En caso de gran inundación hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción o anegación de los caminos de acceso

**M:** En caso de gran inundación hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción o anegación de los caminos de acceso

**B:** En caso de gran inundación hay más de un 30% de probabilidades de obstrucción o anegación de los caminos de acceso

**174. Obstrucción de caminos - Ciclón Tropical**

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a las líneas de conducción en función del posible derrumbe, obstrucción con materiales o anegación de los caminos de acceso en caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc.

**A:** En caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc. Hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o anegación en los caminos de acceso (caída de poste y tendido eléctrico, caída de árboles, vallas, etc.).

**M:** En caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc. Hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o anegación en los caminos de acceso (caída de poste y tendido eléctrico, caída de árboles, vallas, etc.).

**B:** En caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc. Hay más de un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o anegación en los caminos de acceso (caída de poste y tendido eléctrico, caída de árboles, vallas, etc.).

**175. Obstrucción de caminos - Deslizamiento**

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a las líneas de conducción en función del posible derrumbe u obstrucción con materiales de los caminos de acceso en caso deslizamiento

**A:** En caso de deslizamiento hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción y/o derrumbes en los caminos de acceso

**M:** En caso de deslizamiento hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción y/o derrumbes en los caminos de acceso

**B:** En caso de deslizamiento hay más de un 30% de probabilidades de obstrucción y/o derrumbes en los caminos de acceso

### 176. Obstrucción de caminos - Seísmo

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a las líneas de conducción en función del posible derrumbe, obstrucción con materiales. Corte de los caminos de acceso en caso seísmo

**A:** En caso de seísmo hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o cortes en los caminos de acceso.

**M:** En caso de seísmo hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o cortes en los caminos de acceso.

**B:** En caso de seísmo hay más de un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o cortes en los caminos de acceso.

### 177. Obstrucción de caminos - Incendio

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a las líneas de conducción en función de la posible extensión de un incendio en la zona de influencia

**A:** En caso de incendio hay menos de un 10% de probabilidades de cortes en los caminos de acceso (cortafuegos)

**M:** En caso de incendio hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de cortes en los caminos de acceso (cortafuegos)

**B:** En caso de incendio hay más de un 30% de probabilidades de cortes en los caminos de acceso (cortafuegos)

## 12. ACCESO PLANTA POTABILIZADORA

### 178. Rutas de Acceso alternativa

Identificar el nivel de Seguridad relacionado con rutas alternas para el acceso a la planta de tratamiento.

**A:** Existen más de dos rutas posibles para llegar a la planta de tratamiento, y al menos una de ellas es poco vulnerable (en zona no inundable, con verja de protección, etc.) a ser obstruida.

**M:** Existen más de una ruta posibles para llegar a la planta de tratamiento, y al menos una de ellas es poco vulnerable (en zona no inundable, con verja de protección, etc.) a ser obstruida.

**B:** solo existe una ruta de acceso a la planta de tratamiento y es vulnerable.

**179. Obstrucción de caminos - Inundación**

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a la planta de tratamiento en función de la posible anegación de los caminos de acceso en caso de Inundación.

**A:** En caso de gran inundación hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción o anegación de los caminos de acceso

**M:** En caso de gran inundación hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción o anegación de los caminos de acceso

**B:** En caso de gran inundación hay más de un 30% de probabilidades de obstrucción o anegación de los caminos de acceso

**180. Obstrucción de caminos - Ciclón Tropical**

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a la planta de tratamiento en función del posible derrumbe, obstrucción con materiales o anegación de los caminos de acceso en caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc.

**A:** En caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc. hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o anegación en los caminos de acceso (caída de poste y tendido eléctrico, caída de árboles, vallas, etc.).

**M:** En caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc. hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o anegación en los caminos de acceso (caída de poste y tendido eléctrico, caída de árboles, vallas, etc.).

**B:** En caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc. hay más de un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o anegación en los caminos de acceso (caída de poste y tendido eléctrico, caída de árboles, vallas, etc.).

**181. Obstrucción de caminos - Deslizamiento**

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a la planta de tratamiento en función del posible derrumbe u obstrucción con materiales de los caminos de acceso en caso deslizamiento.

**A:** En caso de deslizamiento hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción y/o derrumbes en los caminos de acceso

**M:** En caso de deslizamiento hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción y/o derrumbes en los caminos de acceso

**B:** En caso de deslizamiento hay menos más de un 30% de probabilidades de obstrucción y/o derrumbes en los caminos de acceso

### 182. Obstrucción de caminos - Seísmo

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a la planta de tratamiento en función del posible derrumbe, obstrucción con materiales. Corte de los caminos de acceso en caso seísmo.

**A:** En caso de seísmo hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o cortes en los caminos de acceso.

**M:** En caso de seísmo hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o cortes en los caminos de acceso.

**B:** En caso de seísmo hay más de un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o cortes en los caminos de acceso.

### 183. Obstrucción de caminos - Incendio

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a la planta de tratamiento en función de la posible extensión de un incendio en la zona de influencia.

**A:** En caso de incendio hay menos de un 10% de probabilidades de cortes en los caminos de acceso (cortafuegos)

**M:** En caso de incendio hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de cortes en los caminos de acceso (cortafuegos)

**B:** En caso de incendio hay más de un 30% de probabilidades de cortes en los caminos de acceso (cortafuegos)

## 13. ACCESO TANQUES DE ALMACENAMIENTO

### 184. Rutas de Acceso alternativa

Identificar el nivel de Seguridad relacionado con rutas alternas para el acceso a los tanques de almacenamiento.

**A:** Existen más de dos rutas posibles para llegar a los tanques de almacenamiento, y al menos una de ellas es poco vulnerable (en zona no inundable, con verja de protección, etc.) a ser obstruida.

**M:** Existen más de una ruta posibles para llegar a los tanques de almacenamiento, y al menos una de ellas es poco vulnerable (en zona no inundable, con verja de protección, etc.) a ser obstruida.

**B:** solo existe una ruta de acceso a los tanques de almacenamiento y es vulnerable.

**185. Obstrucción de caminos - Inundación**

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a los tanques de almacenamiento en función de la posible anegación de los caminos de acceso en caso de Inundación

**A:** En caso de gran inundación hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción o anegación de los caminos de acceso

**M:** En caso de gran inundación hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción o anegación de los caminos de acceso

**B:** En caso de gran inundación hay más de un 30% de probabilidades de obstrucción o anegación de los caminos de acceso

**186. Obstrucción de caminos - Ciclón Tropical**

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a los tanques de almacenamiento en función del posible derrumbe, obstrucción con materiales o anegación de los caminos de acceso en caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc.

**A:** En caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc. hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o anegación en los caminos de acceso (caída de poste y tendido eléctrico, caída de árboles, vallas, etc.).

**M:** En caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc. hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o anegación en los caminos de acceso (caída de poste y tendido eléctrico, caída de árboles, vallas, etc.).

**B:** En caso de Ciclón Tropical/Tormenta Tropical/huracán/tornado, etc. hay más de un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o anegación en los caminos de acceso (caída de poste y tendido eléctrico, caída de árboles, vallas, etc.).

**187. Obstrucción de caminos - Deslizamiento**

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a los tanques de almacenamiento en función del posible derrumbe u obstrucción con materiales de los caminos de acceso en caso deslizamiento

**A:** En caso de deslizamiento hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción y/o derrumbes en los caminos de acceso

**M:** En caso de deslizamiento hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción y/o derrumbes en los caminos de acceso

**B:** En caso de deslizamiento hay más de un 30% de probabilidades de obstrucción y/o derrumbes en los caminos de acceso

#### **188. Obstrucción de caminos - Seísmo**

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a los tanques de almacenamiento en función del posible derrumbe, obstrucción con materiales. Corte de los caminos de acceso en caso seísmo

**A:** En caso de seísmo hay menos de un 10% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o cortes en los caminos de acceso.

**M:** En caso de seísmo hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o cortes en los caminos de acceso.

**B:** En caso de seísmo hay m más de un 30% de probabilidades de obstrucción, derrumbes o cortes en los caminos de acceso.

#### **189. Obstrucción de caminos - Incendio**

Identificar el nivel de seguridad de la ruta de acceso a los tanques de almacenamiento en función de la posible extensión de un incendio en la zona de influencia

**A:** En caso de incendio hay menos de un 10% de probabilidades de cortes en los caminos de acceso (cortafuegos)

**M:** En caso de incendio hay entre un 10% y un 30% de probabilidades de cortes en los caminos de acceso (cortafuegos)

**B:** En caso de incendio hay más de un 30% de probabilidades de cortes en los caminos de acceso (cortafuegos)

## **14. EDIFICACIONES MENORES Y MEDIANAS**

#### **190. Edificaciones menores - seísmos**

Identificar el nivel de seguridad de casetas protectoras equipamiento, bombas, pozos, y otras ante seísmos. Teniendo en cuenta el diseño de los techos de los edificios y plantas con las técnicas estructurales antisísmicas.

**A:** Más del 85 % de las edificaciones menores del acueducto tienen un diseño de sus techos y plantas según técnicas estructurales antisísmicas o las vigas están en 2 direcciones perpendiculares y tienen la planta con formas simples (rectangulares y no asimétricas).

**M:** Entre el 65 % y el 85 % de las edificaciones menores del acueducto tienen un diseño de sus techos y plantas según técnicas estructurales antisísmicas o las vigas están en 2 direcciones perpendiculares y tienen la planta con formas simples (rectangulares y no asimétricas).

**B:** Menos del 65% de las edificaciones menores del acueducto tienen un diseño de sus techos y plantas según técnicas estructurales antisísmicas o las vigas están en 2 direcciones perpendiculares y tienen la planta con formas simples (rectangulares y no asimétricas).

### 191. Edificios medianos -seísmos

Identificar el nivel de seguridad del Edificio de Operaciones, de mantenimiento, almacenamiento de equipos y almacenamiento de productos químicos ante seísmos.

**A:** Más del 85 % de las edificaciones medianas del acueducto tienen un diseño según técnicas estructurales antisísmicas o (1) las vigas y arrojamiento están en 2 direcciones perpendiculares, (2) tienen la planta con formas simples (rectangulares y no asimétricas en forma de C, H, etc.), (3) no se observan columnas cortas construidas al lado de muros, (4) ni tienen pisos superiores salientes (voladizos), (5) ni equipamientos de gran peso (tanques) en la planta superior, (6) la distribución de los pórticos y muros es completamente regular y simétrica, (7) la forma de elevación del edificio es regular.

**M:** Entre el 65 % y el 85 % de las edificaciones medianas del acueducto tienen un diseño según técnicas estructurales antisísmicas o cumplen los 7 puntos del nivel Alto. O el 100 % cumple al menos 5 de los 7 puntos del Nivel Alto.

**B:** Menos del 65% de las edificaciones menores del acueducto tienen un diseño según técnicas estructurales antisísmicas o cumplen los 7 puntos del nivel Alto.

### 192. Edificaciones menores - inundaciones, deslizamientos, Tormenta tropical

Identificar el nivel de seguridad de casetas protectoras equipamiento, bombas, pozos, y otras ante inundaciones, deslizamientos o tormentas tropicales. Teniendo en cuenta su ubicación, los materiales, el histórico de eventos y daños, el diseño de los techos de los edificios, etc.

**A:** Más del 85 % de las edificaciones menores del acueducto están ubicadas en zonas protegidas de las amenazas mencionadas y construidas con materiales resistentes y de calidad.

**M:** Entre el 65 % y el 85 % de las edificaciones menores del acueducto están ubicadas en zonas protegidas de las amenazas mencionadas y construidas con materiales resistentes y de calidad.

**B:** Menos del 65% de las edificaciones menores del acueducto están ubicadas en zonas protegidas de las amenazas mencionadas y construidas con materiales resistentes y de calidad.

### **193. Edificaciones medianas -inundaciones, deslizamientos, Tormenta tropical**

Identificar el nivel de seguridad del Edificio de Operaciones, de mantenimiento, almacenamiento de equipos y almacenamiento de productos químicos ante inundaciones, deslizamientos o tormentas tropicales. Teniendo en cuenta su ubicación, los materiales, el histórico de eventos y daños, el diseño de los techos de los edificios, etc.

**A:** Más del 85 % de las edificaciones medianas del acueducto están ubicadas en zonas protegidas de las amenazas mencionadas y construidas con materiales resistentes y de calidad.

**M:** Entre el 65 % y el 85 % de las edificaciones medianas del acueducto están ubicadas en zonas protegidas de las amenazas mencionadas y construidas con materiales resistentes y de calidad.

**B:** Menos del 65% de las edificaciones medianas del acueducto están ubicadas en zonas protegidas de las amenazas mencionadas y construidas con materiales resistentes y de calidad.

## COMPONENTES FUNCIONALES

### 15. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

#### 194. Programa Operación y Mantenimiento

Identificar la existencia de un Programas de Operación y Mantenimiento que incorporen los conceptos de Prevención y Mitigación de Desastres

**A:** Existe un programa de operación y mantenimiento que tiene incorporado los conceptos de prevención y mitigación, tanto a nivel central como local. Se aplica mantenimiento tanto con medidas preventivas como correctivas.

**M:** Existe un programa de operación y mantenimiento, pero los conceptos de prevención y mitigación no están claramente definidos y/o solo están aplicados y conocidos a nivel central y/o no hay mantenimiento preventivo, sólo se hace mantenimiento correctivo.

**B:** No existe un programa de operación y mantenimiento escrito.

#### 195. Capacitación Operación y Mantenimiento

Identificar la existencia de personal capacitado en Operación y Mantenimiento del Sistema y en la Prevención y atención de Desastres. Además, identificar la capacitación del personal clave en la operación y el mantenimiento del sistema en (1) el uso del Manual de Operación y Mantenimiento de los Sistemas, (2) en nociones de preparación y mitigación de desastres, (3) de los Planos del Sistema y de la Bitácora con el fin de mejorar la vigilancia, (4) funcionamiento, operación, mantenimiento del sistema y (5) monitoreo de la prestación de servicio acordado.

**A:** El personal clave responsable de la operación y el mantenimiento están capacitados en todos los aspectos mencionados.

**M:** El personal clave responsable de la operación y el mantenimiento están capacitados en al menos 3 de los 5 puntos mencionados.

**B:** El personal clave responsable de la operación y el mantenimiento están capacitado en menos de 3 de los 5 puntos mencionados.

#### 196. Equipo, Repuestos y Maquinarias

Identificar la disponibilidad de Equipo, Repuestos y Maquinarias que garanticen el funcionamiento adecuado de sus componentes.

**A:** Se cuenta con equipos, repuestos y maquinarias para el mantenimiento de las instalaciones.

**M:** Se cuenta con equipos y repuestos, no con maquinaria, pero tiene facilidades para coordinar el uso de maquinarias con otras instituciones.

**B:** Se cuenta ocasionalmente o no se cuenta con los equipos y repuestos y tiene dificultades para coordinar el uso de maquinarias con otras instituciones.

### 197. Stock mínimo

Identificar si la institución proveedora del servicio tiene definida y planificada la cantidad mínima de material (insumos, herramientas, accesorios y materiales para atender Emergencia) que se debe tener en el almacén para cada Sistema, de acuerdo al tipo de amenaza, tamaño del Sistema, Población, etc.

**A:** Institución proveedora del servicio ha definido y tiene disponible un stock mínimo de material (insumos, herramientas, accesorios y materiales para atender Emergencia) para cada acueducto, según amenaza, tamaño y características y demanda.

**M:** Institución proveedora del servicio cuenta con un stock de materiales (insumos, herramientas, accesorios y materiales para atender Emergencia) para cada acueducto administrado, según tamaño y características.

**B:** Institución proveedora del servicio de agua no cuentan con stock de material.

## 16. ADMINISTRACIÓN Y ORGANIZACIÓN

### 16.1 Capacitaciones

#### 198. Plan de capacitación y Capacitación en Gestión de Riesgos

Identificar la existencia de un plan de capacitación y capacitación sobre aspectos de prevención y mitigación de desastres a los diferentes niveles de responsabilidad, incluyendo oficinas centrales y personal de los acueductos local.

**A:** Se ha desarrollado y puesto en marcha un plan de capacitación en gestión de riesgos para el personal del acueducto (central y local), que incluye intercambio de conocimientos con otras instituciones a nivel provincial y nacional y se están desarrollando las capacitaciones según lo estipulado.

**M:** Se realizan capacitaciones en gestión de riesgos de manera periódica, a nivel central y local, pero no tienen un plan de capacitación en gestión de riesgos elaborado o actualizado ni se realizan a todos los niveles.

**B:** Las capacitaciones se realizan de manera ocasional o no se realizan y no cuentan con un plan capacitación para el personal (a nivel central y local).

### 199. Capacitación - Acueductos Rurales

Identificar el nivel de capacitación de las ASOCARES en el caso de Acueductos que integren áreas gestionadas por la comunidad.

**A:** Área del acueducto administradas por una ASOCAR y cuenta con un plan de capacitación en ejecución, dirigido a miembros de la asociación y a la comunidad, que incluye (1) capacitación en plomería, (2) medición de cloro residual y cloración, así como temas relacionados con (3) la gestión de riesgos.

**M:** ASOCAR que administra parte del acueducto ha desarrollado capacitaciones en al menos 2 de las 3 materias mencionadas en el primer punto, pero no hay un plan de capacitación específico.

**B:** Área del acueducto administrado por una ASOCAR solo cuenta con un plomero, y no realiza capacitaciones.

### 200. Simulaciones y simulacros

Identificar si la institución que gestiona el servicio de agua realiza prácticas (simulaciones y simulacros) para probar la eficiencia del plan de emergencia institucional, a los fines de incrementar las capacidades del personal técnico para actuar ante un evento determinado.

**A:** Empresa proveedora del servicio de agua realiza simulaciones y simulacros, han establecido sus rutas de evacuación, han modelado para distintas contingencias qué acciones tomar respecto para la protección personal, para salvaguardar equipos y materiales y mantener el servicio de agua a la población.

**M:** Empresa proveedoras del servicio de agua no ha realizado simulaciones ni simulacros, pero tienen su plan de emergencia.

**B:** Empresa proveedores del servicio de agua no tiene plan de emergencias, ni realiza ejercicios de simulación o simulacros.

## 16.2 Planes y políticas de Prevención, Mitigación y Preparación ante desastres

### 201. Planes de Mitigación y Emergencia

Identificar el grado de seguridad en relación con la existencia y aplicación de Planes de Mitigación y de Emergencia.

**A:** Institución cuenta con (1) un comité de emergencia definido, (2) con Planes de Mitigación y de Emergencia actualizados, y (3) con una comisión independiente responsable de su formulación, seguimiento y actualización.

**M:** Institución cuenta con al menos 2 de los 3 elementos planteado en el primer punto (Comité y/o comisión y/o planes)

**B:** Institución cuenta con 1 o ninguno de los 3 elementos de un plan de mitigación y emergencia planteados en el primer punto.

## **202. Planes de contingencia**

Identificar si existen planes de contingencia concretos que faciliten instruir al personal sobre las acciones a seguir y mejorar la respuesta ante una emergencia. Evaluar en función de la existencia de los siguientes elementos/procedimientos: **(1)** definición de procedimientos estandarizados en función de diferentes escenarios , **(2)** plan de acción para la provisión de agua de emergencia por parte de la institución gestora (con equipamiento de emergencia propio), **(3)** Inventario actualizado de fuentes de agua alternas **(4)** Acuerdos/convenios firmados para el uso de fuentes alternas (junto con requerimientos definidos de recursos materiales y humanos), **(5)** Acuerdos/convenios para la distribución (camiones) y desinfección de agua por parte de otras instituciones públicas o privadas del entorno en caso de no funcionamiento del acueducto o parte de él, **(6)** Acuerdos o contratos con proveedores locales (suplidores, almacenes) para el suministro de tinacos, tubería, herramientas, químicos, etc. en caso de emergencia (repuestos, montaje provisional de distribución de agua, etc.)

**A:** Se han desarrollado y probado un plan de contingencias y contiene al menos 5 de los 6 puntos mencionados en el enunciado, y son del conocimiento de todo el personal involucrado.

**M:** Se ha desarrollado un plan de contingencia y contiene al menos 3 de los 6 puntos citados en el enunciado. O no hay un plan de contingencia, pero al menos existen 4 de los 6 puntos mencionados en el enunciado (aunque no estén en un plan definido)

**B:** Empresa cuenta con menos de 2 o menos de los puntos planteados en el enunciado y/o no cuenta con un plan de contingencia.

## **203. Grupos vulnerables**

Identificar si la institución que gestiona el servicio de agua ha tenido en cuenta en sus políticas de prevención y mitigación las necesidades de los diferentes grupos vulnerables (personas con discapacidad, género y edad)

**A:** Institución proveedora del servicio de agua ha tenido en cuenta en sus políticas a los grupos vulnerables y estas se aplican.

**M:** Institución proveedora del servicio de agua ha tenido en cuenta en sus políticas las necesidades de los grupos vulnerables, pero no se han puesto en práctica.

**B:** Institución proveedora del servicio de agua no ha tenido en cuenta en sus políticas las necesidades de los grupos vulnerables.

## 16.3 Coordinación

### 204. Coordinación Interinstitucional

Identificar la existencia de coordinación interinstitucional con empresas de Energía, Comunicación, Municipios, Defensa Civil, CMPMR, Salud Pública y otras Instituciones, que permiten agilizar la respuesta en caso de emergencia.

**A:** Institución proveedora del servicio de agua ha establecido y firmado acuerdos de coordinación y cooperación interinstitucional con otras instituciones, tales como: Empresas Distribuidoras de Energía, Comunicación, Ayuntamientos, Defensa Civil, Cruz Roja, Salud Pública, CMPMR, etc.,

**M:** Institución proveedora del servicio de agua ha establecido acuerdos verbales de coordinación y cooperación interinstitucional con otras instituciones.

**B:** Institución proveedora del servicio de agua no tiene acuerdos de coordinación y cooperación con otras instituciones.

### 205. Coordinación interna proveedor de agua

Identificar la existencia de coordinación interdepartamental que permiten agilizar la respuesta en caso de emergencia.

**A:** Existe un flujo de información permanente entre las distintas dependencias de la institución (en situaciones normales, preemergencia y emergencia), lo que facilita la coordinación para la respuesta en situaciones de emergencia.

**M:** Departamentos se coordinan para dar respuesta ante situaciones de emergencias mayoritariamente.

**B:** Los distintos departamentos de la institución trabajan mayoritariamente de forma aislada.

### 206. Estructura organizativa - Área de Acueductos Comunitarios

Identificar la existencia de estructura organizativa

**A:** Parte del acueducto administrado por la comunidad ha constituido su ASOCAR, con estatutos claramente definidos, la cual se encarga de la operación y mantenimiento, así como de manejar adecuadamente el fondo creado con el pago de las cuotas de los usuarios.

**M:** Parte del acueducto administrado por la comunidad ha constituido su ASOCAR, con estatutos claramente definidos, la cual se encarga de la operación y mantenimiento, pero le falta definir mecanismos para el cobro del servicio y creación del fondo.

**B:** Parte del acueducto administrado por la comunidad no ha constituido su ASOCAR.

## 207. Reuniones periódicas - Acueductos pequeños y comunitarios

Identificar la existencia de reuniones periódicas

**A:** La ASOCAR, conforme a estatutos realiza reuniones periódicas cada mes y de manera extraordinaria en caso de emergencia.

**M:** La ASOCAR se reúne exclusivamente para tratar situaciones específicas y en emergencias.

**B:** La ASOCAR no está activa, por lo que no mantiene reuniones periódicas.

## 16.4 Sistemas de Información y Alertas

### 208. Sistema de alerta temprana

Identificar la existencia de procedimientos de alerta temprana en el acueducto evaluado.

**A:** Institución proveedora del servicio de agua ha definido e implementado, con la participación de todos los técnicos, un sistema de alerta temprana en sus acueductos, lo cual les permite tomar acciones de manera anticipada ante una situación de emergencia que ponga en riesgo los recursos humanos y materiales de la institución, así como el funcionamiento del acueducto.

**M:** Institución proveedora del servicio de agua ha instruido a todo el personal técnico en cuáles acciones deberán implementar de manera anticipada para salvaguardar recursos humanos y materiales, así como el funcionamiento del acueducto. No se ha establecido aún un sistema de alerta temprana al completo.

**B:** Institución proveedora del servicio de agua no han implementado un sistema de alerta temprana en sus acueductos que les permite tomar acciones de manera anticipada, tampoco ha habido una instrucción del encargado principal del acueducto con relación a las acciones a desarrollar ante una situación de emergencia que ponga en riesgo los recursos humanos y materiales de la institución, así como el funcionamiento del acueducto

### 209. Sistemas de información interinstitucional

Evaluar el grado de seguridad relacionado con la existencia de sistemas de información y alerta interinstitucional y su utilización en la prevención de emergencias.

**A:** Institución proveedora del servicio de agua ha desarrollado o participado en el desarrollo de protocolos de información interinstitucional para garantizar el flujo de información entre instituciones que conforman los CMPMR para dar y recibir apoyo ante cualquier situación de peligro. Tiene un representante con poder de decisión que participa activamente en las reuniones del comité de PMR.

**M:** Institución proveedora del servicio de agua mantiene una estrecha relación con las demás instituciones que conforman los CMPMR, lo que facilita el apoyo y colaboración ante cualquier situación de peligro. No ha desarrollado protocolos, pero ha acumulado experiencia de trabajo conjunto en situaciones que se han presentado. Tiene un representante que no cuenta con poder de decisión que participa activamente en las reuniones del comité de PMR.

**B:** Institución proveedora del servicio de agua no ha desarrollado protocolos (ni participado en su desarrollo) e interactúa de forma ocasional en las reuniones del CMPMR u otras reuniones clave y no ha desarrollado una comunicación fluida con otras instituciones. Envía un representante diferente a cada reunión del comité de PMR, lo que dificulta la coordinación.

## 210. Sistemas de Información Usuarios

Identificar la existencia de sistemas de información a los Usuarios, que faciliten la información mediante medios de comunicación masiva o boletines, para dar a conocer las condiciones y restricciones de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario con posterioridad a un Desastre.

**A:** Empresa mantiene una relación estrecha con los medios de comunicación, ha desarrollado y firmado acuerdos que le facilitan informar y ofrecer recomendaciones de forma masiva a los usuarios por distintos medios

**M:** Empresa mantiene una relación con los medios de comunicación que se ha consolidado con el tiempo, mediante la cual han trabajado de manera conjunta para ofrecer información a la población por vía escrita, radial, televisiva, mensajes telefónicos, redes sociales, perifoneo, etc.

**B:** Las relaciones entre la empresa de agua y los medios de comunicación no es muy fluida, lo que hace más difícil la divulgación de la información que se quiere transmitir a los usuarios.

## 16.5 Presupuestos/Fondos de Gestión del Riesgo

### 211. Presupuesto Gestión del Riesgo - Acueductos Múltiples y Medianos

Identificar si en el presupuesto institucional existe una partida para la adquisición de materiales de reserva y repuestos en situaciones de emergencias.

**A:** Hay una partida de recursos identificados en el presupuesto institucional de gestión de riesgos para la compra de materiales de reservas y repuestos para emergencias, contemplados según plan de operación y mantenimiento o el plan de emergencia (con procedimientos de uso establecidos), y están disponibles. Además, hay líneas de crédito o preacuerdos con proveedores.

**M:** Normalmente se cuenta con recursos y líneas de crédito con proveedores locales para la adquisición de materiales de reserva y repuesto para dar respuesta en situaciones de emergencias, pero no existe una partida específica dentro del presupuesto institucional conforme a un plan de gestión de riesgos (depende de la disponibilidad de fondos generales).

**B:** Algunos recursos para la compra de materiales de reserva para emergencias, pero sin presupuesto planificado ni líneas de crédito o acuerdos con proveedores.

## **212. Presupuesto Gestión del Riesgo - Área Acueductos Comunitarios**

Identificar si existe presupuesto para la adquisición de materiales de reserva y repuestos en situaciones de emergencias.

**A:** ASOCARes que administran parte del acueducto cuentan con presupuesto para la compra de materiales de reservas y repuestos para emergencias, contemplados según plan de operación y mantenimiento, están disponibles.

**M:** ASOCARes que administran parte del acueducto cuenta con recursos y líneas de crédito con proveedores locales para la adquisición de materiales reserva y repuesto para dar respuesta en situaciones de emergencias.

**B:** ASOCARes que administran parte del acueducto cuenta con algunos recursos para la compra de materiales de reserva para emergencias

## **213. Acceso Fondo Nacional para la Gestión de Riesgos.**

Identificar si existe acuerdo para acceder al Fondo Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta ante Desastres (Art. 20, Ley 147-02) y su reglamento de aplicación.

**A:** Institución responsable del acueducto conoce los mecanismos de aplicación y tiene acceso al Fondo Nacional de Emergencia del Sistema Nacional de PMR. Conoce los procedimientos para solicitarlo y cumple con los requisitos para tener acceso.

**M:** Institución responsable del acueducto califica para aplicar al Fondo Nacional de Emergencia del Sistema Nacional de PMR, pero no conoce los procedimientos ni los requisitos para solicitarlo en caso de emergencia.

**B:** Institución responsable del acueducto no conoce la existencia de un fondo Nacional de Emergencias del Sistema Nacional de PMR (Ley 147-02)

## **214. Mecanismo de Contratación rápida de Empresas para apoyar medidas de Rehabilitación y Mitigación**

Identificar la existencia de procedimientos de contratación rápida como son (1) Contratos pendientes de firma, (2) Contratos en stand-by, (3) Clausulas con contratistas de la institución, (4) Línea de crédito bancaria, (5) posibilidad de aplicar procedimientos excepcionales de compra y contratación para reducir los tiempos de gestión en caso de declaración de

## Emergencia.

**A:** Plan de Emergencia institucional incluye todos procedimientos internos que contribuyen a reducir el tiempo de rehabilitación del acueducto y estos procedimientos se cumplen en caso de emergencia (a nivel local y central).

**M:** Institución cuenta con al menos 3 de los 5 procedimientos mencionados en el enunciado que le permiten dar respuesta medianamente rápida y estos procedimientos se cumplen en caso de emergencia (a nivel local y central).

**B:** La empresa proveedora del servicio cumple con 2 o menos de los procedimientos mencionados, no considerándose suficientes para la gestión de la emergencia y/o no ha desarrollado relaciones con los proveedores habituales de servicios.

**215. Red eléctrica de emergencia**

Identificar si se han previsto costos para instalación de Plantas de Emergencia generadoras de energía eléctrica.

**A:** Empresa proveedora del servicio de agua ha previsto los costos necesarios para la instalación u operación (en caso de existir) de plantas de emergencias generadoras de energía eléctrica.

**M:** Existe la planta de emergencia generadora de energía eléctrica pero no están previstos los costes operativos ni de mantenimiento.

**B:** Empresa proveedora del servicio de agua no tiene planta de emergencia generadora de energía eléctrica y no ha previsto los costos necesarios para la instalación de plantas de emergencias generadora de energía eléctrica.

**216. Capacidad de recaudación de la institución gestora**

Identificar la capacidad de recaudación a través de políticas y mecanismos de tarificación del agua.

**A:** La institución tiene procedimientos específicos para la recaudación de la tarifa estipulada por el consumo de agua. Existen también mecanismos de alerta y control de impagos y procedimientos y acuerdos de pago con todas las comunidades abastecidas.

**M:** La institución tiene procedimientos específicos para la recaudación de la tarifa estipulada por el consumo de agua, pero no existen mecanismos de alerta y control/gestión de impagos y/o no existen acuerdos de pago con todos los consumidores abastecidos.

**B:** La institución no tiene procedimientos específicos para la recaudación de la tarifa estipulada por el consumo de agua y/o no existen mecanismos de alerta y control/gestión de impagos ni acuerdos de pago con más del 50% de las comunidades o usuarios abastecidos.

## 17. USUARIOS

### 217. Capacitación de usuarios

Los usuarios han sido capacitados en medidas de prevención, preparación y mitigación a nivel domiciliario ante un posible desastre, al menos para tomar medidas seguras durante el tiempo en el que el acueducto estuviera potencialmente fuera de servicio o con un servicio mínimo.

**A:** Los usuarios han sido capacitados en medidas de prevención, mitigación y preparación en caso de cese o reducción del servicio de agua.

**M:** Los usuarios han sido informados por medios de comunicación u otros medios sobre posibles medidas de prevención, mitigación y preparación en caso de cese o reducción del servicio de agua o fueron capacitados en emergencias anteriores y están familiarizados con las medidas a tomar en estos casos.

**B:** Los usuarios no han sido ni capacitados ni informados sobre posibles medidas de prevención, mitigación y preparación en caso de cese o reducción del servicio de agua, por lo que no están familiarizados con las medidas a tomar en estos casos.

### 218. Plan de emergencia comunitario

Las comunidades que forman parte de las áreas operadas por ASOCARes cuentan con un plan de emergencia comunitario.

**A:** Las comunidades cuentan con un plan de emergencia comunitario en caso de cese o reducción del servicio de agua.

**M:** Las comunidades cuentan con un plan de emergencia comunitario, pero éste no se aplica

**B:** Las comunidades no cuentan con un plan de emergencia comunitario en caso de cese o reducción del servicio de agua.

### 219. Tratamiento de agua domiciliario

Los usuarios han sido capacitados en medidas de tratamiento de agua a nivel domiciliario ante un posible desastre, al menos para tomar medidas seguras durante el tiempo en el que el acueducto estuviera potencialmente fuera de servicio o con un servicio mínimo.

**A:** Los usuarios han sido capacitados en medidas de tratamiento de agua a nivel domiciliario en caso de cese o reducción del servicio de agua.

**M:** Los usuarios han sido informados por medios de comunicación u otros medios sobre posibles medidas de tratamiento de agua a nivel domiciliario en caso de cese o reducción del servicio de agua o fueron capacitados en emergencias anteriores y están familiarizados con las medidas a tomar en estos casos.

**B:** Los usuarios no han sido ni capacitados ni informados sobre posibles medidas tratamiento de agua a nivel domiciliario en caso de cese o reducción del servicio de agua, por lo que no están familiarizados con las medidas a tomar en estos casos.

## 220. Morosidad

Identificar el nivel de Morosidad de los usuarios del Acueducto evaluado. Esta variable debe ser evaluada en conjunto con el departamento de administración del Acueducto o el tesorero/a de las ASOCARes.

**A:** El nivel de morosidad está por debajo del 15%

**M:** El nivel de morosidad está entre el 15% y el 35%

**B:** El nivel de morosidad está entre 35% y el 100% de los usuarios.

## 221. Nivel de pobreza

Identificar el nivel de pobreza de la población (comunidad, municipio, provincia) abastecida por el servicio del acueducto evaluado. Para ello consultar los datos disponibles en la Oficina Nacional de Estadística o en el último "documento país" actualizado.

**A:** El 20 % o menos de la población abastecida está formado por hogares pobres

**M:** Entre el 20% y el 60% de la población abastecida está formado por hogares pobres

**B:** Más del 60% de la población abastecida está formado por hogares pobres

## 222. Índice de empoderamiento Humano (IEH)

Identificar el nivel de empoderamiento Humano de la población (comunidad, municipio, provincia) abastecida por el servicio del acueducto evaluado. Este Índice conjuga aspectos de poder, dimensión social de las capacidades y empoderamiento, y ha sido desarrollado por PNUD. Consultar los datos disponibles en la Oficina Nacional de Estadística, el PNUD o en el último "documento país" actualizado.

**A:** IEH igual o mayor que 0,65

**M:**  $0,54 < \text{IEH} < 0,65$

**B:**  $\text{IEH} < 0,54$

### **223. Dimensiones Población abastecida**

Estimar el grado de seguridad relacionado con la población en riesgo en el área de influencia del acueducto. Esta pregunta se evalúa en función del número de hogares que estarían en riesgo de interrupción del servicio de abastecimiento de agua en caso de ocurrencia de un desastre. El número de personas está relacionado también con otros servicios públicos dependientes del acueducto como son albergues de emergencia, hospitales o escuelas.

**A:** Menos de 10.000 hogares

**M:** Entre 10.000 y 50.000 hogares

**B:** Mas de 50.000 hogares

## 7. RECOMENDACIONES

El fin último de la evaluación del Índice de Seguridad de un Acueducto es mejorar la seguridad y resiliencia del mismo a través de la reducción de sus vulnerabilidades y el aumento de sus capacidades ante las posibles amenazas presentes en su zona de influencia.

Para ello, es necesario analizar cada uno de los componentes de los acueductos y visibilizar estas debilidades y/o fortalezas. El proceso evaluativo facilita la comprensión de las características del acueducto, y sólo a través de ella es posible establecer las medidas de mejora necesarias.

Una vez establecidas las posibles medidas de mejora, es necesaria la toma de decisiones, sin la cual, no es posible establecer, priorizar y llevar cabo estas medidas.

A continuación, se propone una matriz que facilita el proceso de toma de decisiones. Para ello se establecen 4 criterios de decisión, para cada una de las medidas propuestas:

- **Importancia de la medida:** Esta variable queda establecida en la lista de verificación, y debe responder a la importancia para el sistema global que tiene la implementación de una medida de mitigación o preparación en ese componente. La decisión de la importancia la tomará el equipo evaluador y será el resultado de su valoración como expertos en la materia.
- **Coste aproximado<sup>5</sup>:** Se valorará el coste estimado en función de tres valores aproximados:
  - \$: Coste y complejidad menor. Compromete un esfuerzo por parte de la entidad responsable de las medidas. No es necesaria contratación externa para su implementación.
  - \$\$: Coste y complejidad moderados. En algún caso podría suponer contratación externa para su implementación.
  - \$\$\$: Coste y complejidad elevados. Supone la contratación externa de uno o más proveedores.
- **Plazo de ejecución:**
  - 1 - 6 mes
  - 6 -12 meses
  - Más de 12 meses

---

<sup>5</sup> Recomendación extraída de la guía “Flood Resilience: A basic guide for Water and Wastewater Utilities” de la Agencia de protección Ambiental de los EEUU (EPA).

- **Responsable de la ejecución de la medida:**

- Institución gestora servicio agua
- Ministerio de salud
- Usuarios

Finalmente, y en función de estos criterios, se establecerá la prioridad de las medidas a llevar a cabo y se indicará a que variable contribuyen (a la reducción o aumento de qué vulnerabilidad/capacidad y/ dimensión de resiliencia).

- **Prioridad:** En esta casilla se establece un nivel final de prioridad para cada recomendación. El nivel de prioridad será Alto, Medio o Bajo, y se establecerá teniendo en cuenta el coste de la medida, la importancia de la recomendación que ha dado el equipo evaluador, el tiempo de ejecución recomendado y el responsable de la ejecución. La prioridad se debe de rellenar siempre en coordinación con los responsables de su implementación, es decir, el personal con capacidad de toma de decisiones dentro del acueducto.
- **Contribución:** En este apartado se expresa de qué manera contribuirá la recomendación a la mejora del Índice de Acueductos Seguros.

**Perspectiva de vulnerabilidad** a la que contribuye la medida de mejora:

- **VF:** Vulnerabilidad Física
- **Vop:** Vulnerabilidad Operativa
- **Vamb:** Vulnerabilidad Ambiental
- **Vor:** Vulnerabilidad Organizativa
- **VSE:** Vulnerabilidad Socioeconómica

**Atributo de la Resiliencia** a la que contribuye la medida:

- **RR:** Resiliencia - Resistencia
- **RP:** Resiliencia - Preparación
- **RA:** Resiliencia - Adaptación
- **Rrec:** Resiliencia - Recuperación

Se muestra a continuación un fragmento de la Tabla de Priorización de Recomendaciones (Figura propuesta, la cual se puede encontrar completa en el Anexo 3).

N°	Pr	Medida propuesta	Importancia Recomendación			Coste aproximado de la Medida			Responsable de Implementación Medida			Plazo de ejecución Recomendado			Prioridad			Contri bución	
		Componentes funcionales	A	M	B	\$	\$	\$\$	Gestor Servicio	Min. Salud	Usu.	1-6 M	6-12 M	+12 M	A	M	B	Vul/ Cap	Res
N°	Pr	Medida propuesta	Importancia Recomendación			Coste aproximado de la Medida			Responsable de Implementación Medida			Plazo de ejecución Recomendado			Prioridad			Contri bución	
		Componentes Funcionales	A	M	B	\$	\$	\$\$	Gestor Servicio	Min. Salud	Usu.	1-6 M	6-12 M	+12 M	A	M	B	Vul/ Cap	Res
N°	Pr	Medida propuesta	Importancia Recomendación			Coste aproximado de la Medida			Responsable de Implementación Medida			Plazo de ejecución Recomendado			Prioridad			Contri bución	
		Componentes Funcionales	A	M	B	\$	\$	\$\$	Gestor Servicio	Min. Salud	Usu.	1-6 M	6-12 M	+12 M	A	M	B	Vul/ Cap	Res

Figura 11. Tabla de priorización de Recomendaciones de la Evaluación

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- American Water Works Association (AWWA). *Reducción del daño sísmico - Guía para las empresas de agua*. Traducido y adaptado por la Organización Panamericana de la Salud; 1994.
- Arup International Development. *City Resilience Framework. City Resilience Index*. Reino Unido; Rockefeller Foundation; 2014
- Asamblea de Cooperación por la Paz, Intermon Oxfam, Plan (Proyecto Dipecho) *Análisis de Riesgos de desastres y vulnerabilidad en la República Dominicana*. ECHO RD; 2009
- Banco Interamericano de Desarrollo. Departamento de Desarrollo Sostenible. *Indicadores de Riesgo de Desastre y Gestión de Riesgos: programa para América Latina y el Caribe; informe resumido / Omar Darío Cardona A*. Washington, D.C; 2005
- CARE Nederland y Nederland Red Cross. *Desk Study: Resilient techniques to improve water availability in drought prone areas*. Nederland; 2010.
- Departamento de Comercio de los EEUU y el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología. *Community Resilience Planning Guide for Buildings and Infrastructure Systems (Vol. 1 y Vol. 2)*. Washington, D.C; 2015
- Global WASH Cluster, UNICEF. *Integrating Disaster Risk Reduction in WASH in Emergency Response and Early Recovery (2ª Ed)*. Nueva York: UNICEF; 2011
- Gobierno Regional de Cusco y Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento. *Herramienta para Integrar la Reducción de Riesgo de Desastre en los Proyectos de Agua y Saneamiento Rural*. Perú; 2011
- INAPA. *Plan de Emergencias de INAPA*. Santo Domingo, República Dominicana; 2014
- INAPA. *Planes de Gestión de Riesgo en los sistemas de Agua Potable y Saneamiento*. Santo Domingo, República Dominicana; 2015
- Instituto Nicaragüense de Agua y Alcantarillado. *Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario. Marco Conceptual e Instrumentos (3ª Ed)*. Nicaragua; 2011
- Joint Research Center, Comisión Europea. *Index For Risk Management, INFORM*. Italia: CE; 2015

Ministerio de Educación de República Dominicana, Plan Internacional, Hábitat Dominicana y Oxfam. *Índice de Seguridad en los Centros Educativos ISCERD, Guía del Evaluador*. República Dominicana; 2014

Ministerio de Presidencia. *Índice de Acueductos Seguros. Línea de Base, Herramientas y Prácticas existentes*. República Dominicana, 2016

Ministerio de Salud Pública de República Dominicana, Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. *Hospitales Seguros. Sistematización de experiencias en República Dominicana*. Washington, D.C: OPS; 2013

Organización Panamericana de la Salud. *Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento: Guía para una respuesta eficaz (2ª Ed)*. Washington, D.C; OPS; 2004

Organización Panamericana de la Salud. *Índice de Seguridad Hospitalaria. Guía del Evaluador de Hospitales Seguros*. Washington, D.C: OPS; 2008

Organización Panamericana de la Salud (Proyecto Dipecho). *Índice de Seguridad escolar (ISE). Guía de Implementación*. UNICEF; 2012

Organización Panamericana de la Salud. *Reducción del daño sísmico - Guía para las empresas de agua*

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y el Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible. *Revisión del Estado de la situación de Riesgo Climático y su Gestión en República Dominicana*: IISD; 2011

The United States Environmental Protection Agency (EPA). Office of Research and Development. *Systems Measures of Water Distribution System Resilience*. Washington, DC; 2015

The United States Environmental Protection Agency (EPA). Office of Research and Development. *Flood Resilience. A Basic Guide for Water and Wastewater Utilities*. Washington, DC; 2014

## 9. ANEXOS

**ANEXO 1 | FORMULARIO 1. CARACTERÍSTICAS DEL ACUEDUCTO.**

**ANEXO 2 | FORMULARIO 2. CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN.**

**ANEXO 3 | PLANTILLA PRIORIZACIÓN DE RECOMENDACIONES.**

**ANEXO 4 | MANUAL PARA EL USO DE DISPOSITIVOS MÓVILES CON OPEN DATA KIT (ODK).**