

Bridging the Water Adaptation Gap (BWAG) Project

**Objective 3:
Risk and impact assessment for the regional sectors of the Laguna del Sauce basin.
Final Report**

Academic & Research Team Coordination: Cristina Zurbriggen, Nestor Mazzeo y Alejandra Bentancur

Collaborators: Daniel Perez, Lucía Zapata, Rafael Terra, Miguel Carriquiry, Florencia Balay, Carolina Crsici

Febrero 2025

INFRAESTRUCTURA

Nube de Palabras - Infraestructura



Resumen Ejecutivo

El presente documento analiza los desafíos de infraestructura hídrica en el departamento de Maldonado desde la perspectiva de diferentes actores, funcionarios de la OSE (Obras Sanitarias del Estado), intendencia y la academia, destacando los temas clave y las problemáticas recurrentes en infraestructura. Los mismos evidenciando cómo la interacción entre amenazas climáticas—como la variabilidad de precipitación, sequías, inundaciones, olas de calor, incendios y vientos fuertes—y amenazas no climáticas—entre ellas la expansión urbana desordenada, la deforestación, la falta de planificación y la insuficiente inversión en infraestructura—agrava los problemas existentes. Estos factores inciden directamente en la vulnerabilidad de sistemas críticos: represas, plantas de tratamiento, redes de distribución y saneamiento, además de afectar la calidad de los ecosistemas (cuerpos de agua, suelos y áreas naturales) y comprometer la productividad y el bienestar de la población, especialmente en zonas con desarrollos irregulares y comunidades con deficiencias en servicios básicos. El análisis destaca que la complejidad de estas interacciones se manifiesta en impactos de diversa magnitud, intensidad y extensión—desde problemas puntuales como roturas en tuberías o floraciones de cianobacterias, hasta efectos acumulativos que afectan a nivel regional y nacional. Ante este escenario, se propone una serie de medidas de adaptación integrales: inversiones en infraestructura resiliente (modernización de represas, sistemas de riego, plantas de tratamiento y redes de distribución), implementación de sistemas de monitoreo y alerta temprana, incorporación de tecnologías innovadoras (como la desalinización y la automatización de represas) y el fortalecimiento de la gestión del conocimiento mediante la integración del saber técnico y local. Asimismo, el documento resalta la necesidad de una transformación en la gobernanza del agua, pasando de una gestión reactiva y centralizada a un enfoque proactivo, descentralizado y participativo. Esto implica actualizar normativas, mejorar la coordinación interinstitucional, garantizar la transparencia en la toma de decisiones y fomentar el uso responsable del agua, elementos indispensables para afrontar los retos que impone el cambio climático y el crecimiento poblacional, y para asegurar la sostenibilidad y resiliencia del sistema hídrico a largo plazo.

1. PELIGROS, RIESGOS Y AMENAZAS

Los entrevistados identifican diversas amenazas que afectan la infraestructura y la seguridad hídrica, las cuales se agrupan en dos grandes categorías: **amenazas climáticas** y **amenazas no climáticas**. Asimismo, se observa una interacción compleja entre ambas, lo que agrava los problemas existentes y genera nuevos desafíos.

1.1. AMENAZAS CLIMÁTICAS

Las amenazas climáticas derivan principalmente de la variabilidad en el régimen de precipitación y de la ocurrencia de eventos extremos, que impactan en la infraestructura del sistema hídrico de diversas formas:

- **Variabilidad en las precipitaciones:**

La alternancia entre periodos de sequía y excesos hídricos dificulta la gestión del recurso, afectando la disponibilidad tanto para el consumo humano como para la producción (INF4, INF3). Durante las sequías se reducen los niveles de agua y se produce agrietamiento del suelo, lo que ocasiona roturas en las tuberías y pérdidas de agua (INF3). En contraste, las lluvias intensas e inundaciones pueden dañar represas, plantas de tratamiento, redes de distribución, caminos y puentes, además de provocar desbordes en las plantas de tratamiento y la descarga de aguas residuales sin tratar (INF3). En especial para uno de los entrevistados la sequía impacta más que las inundaciones y afirma que *el problema de la variabilidad climática, donde los efectos extremos se están dando con mayor frecuencia, y especialmente si eso se incrementa en el futuro, digamos, genera una situación que puede ser bien complicada, más para un país como el nuestro, que siempre pensamos que el recurso era infinito, de que era un país que no tenía problemas hídricos, con suficiente fuentes de agua superficiales y subterráneas, y sin embargo lo que pasó. Ahora también hay que tener en cuenta las dificultades que genera el calentamiento global, especialmente por lo que pueden ser situaciones que lleven este combo de fósforo y nitrógeno a los cursos de agua, las cianobacterias, eso*

evidentemente, ustedes no tengo que explicarles nada de cómo eso es otro factor que afecta, no en este caso sobre la cantidad, sino sobre la calidad del agua (Inf4).

- **Eventos extremos y temperaturas extremas:**

La mayor frecuencia de tormentas fuertes reduce el tiempo de recuperación ambiental y aumenta el riesgo de deterioro de la infraestructura (INF1). Las olas de calor generan picos en el consumo de agua, sometiendo a prueba la capacidad de potabilización y distribución, mientras que las heladas intensas pueden provocar la explosión de tuberías (INF3).

- **Incendios e impactos asociados:**

En periodos de sequía se incrementa el riesgo de incendios, los cuales pueden afectar instalaciones como el *Arboretum Lussich* y la red eléctrica. Estos incendios, originados por fallas en la red o la falta de control en las podas, comprometen la operatividad de los sistemas (INF1).

- **Vientos fuertes:**

Cuando se combinan con lluvias intensas, los vientos fuertes pueden causar la caída de árboles, generando daños en la infraestructura eléctrica y en los sistemas de distribución.

Como señala un entrevistado *Sí, hay que estar preparado para eventos drásticos. Uno piensa que la respuesta hablando de la Laguna en sí, tenemos la posibilidad de manejar en lo que podemos el nivel de la laguna, con el control de nivel por la presa, y eventualmente con esa prevención pudimos, en parte con el trabajo de todos, el asesoramiento de todos, paliar los efectos de esta sequía pasada en nuestra región, porque podemos hacerlo porque es una laguna, no es un río que te corre y que el agua así como viene se te va. Pero realmente la pregunta que vos haces es que una repetición de sequías extremas y la continuación de ellas se enfrenta a escenarios que a veces ni siquiera piensas que puedan pasar. A mí me sorprendió ver una foto de Paso Severino, de ver el fondo, igual que también me sorprendió lo que pasó en el sur de Brasil. Es de película (Inf1)*

Adicionalmente, se observa que fenómenos como la erosión del suelo (debido a lluvias excesivas y canalizaciones inadecuadas) y el agrietamiento durante sequías contribuyen al deterioro de las estructuras, afectando la continuidad del suministro (INF3).

- *“Para lo que es el agro y OSE, evidentemente, por todo este contexto fundamentalmente de variabilidad climática, es donde justamente hay que planificar acciones. O sea, donde había un determinado depósito de agua para usarse, hay que incrementarlo, y donde no lo había, hay que crearlo, y si no es así, cada vez va a ser peor. O sea, esa producción no va a tener sustentabilidad, no va a tener futuro, o determinada población va a sufrir falta de suministros de agua potable en determinados momentos, y eso es horrible, espantoso y no puede suceder. Entonces, la planificación sobre este punto es fundamental (INF4)*

1.2. AMENAZAS NO CLIMÁTICAS

Entre las amenazas de origen no climático se destacan las relacionadas con procesos antrópicos y deficiencias en la gestión institucional, entre las que se incluyen:

- **Transformación del uso del suelo:**

La expansión urbana desordenada, la intensificación agrícola, la deforestación y la especulación inmobiliaria (así como el desarrollo turístico no regulado) ejercen presión sobre la infraestructura. El crecimiento desorganizado genera problemas en la canalización de aguas pluviales, erosión y mayor demanda de servicios, incrementando los riesgos en zonas inundables o cercanas a la costa (INF2, INF1, INF3).

- **Presión sobre los recursos hídricos:**

El crecimiento poblacional, la expansión del sector turístico y el desarrollo inmobiliario incrementan la demanda de agua, ejerciendo una mayor presión sobre la infraestructura existente (INF1, INF3, INF2). *Como señala un entrevistado señalaba que veía un desfasaje importante entre el crecimiento que está teniendo el departamento, sobre todo lo que es franja costera y el desarrollo de infraestructura, ¿no? Como que la infraestructura viene atrás de ese crecimiento. Entrevistado. Sí, creo que debe ser medio natural en todo el*

Uruguay, quizás, ¿no? Tenemos esa idiosincrasia de hacer y después preguntar, por ejemplo, y después decidir de estar atrás o estar multando a obras que se hacen que no se tendrían que haber hecho, por ejemplo. Así estamos, es así el proceso. No hay un desarrollo de ordenamientos territoriales vigentes que tengan la fuerza como para imponerse, y entonces lo que prima es el desarrollo económico en definitiva, ¿no? El asunto es hacer y después ver qué problemas puede agarrar. Lo vemos siempre (Inf1)

- **Falta de planificación y gestión:**

- *Planificación urbana y ordenamiento territorial:*

La ausencia de una visión integral a largo plazo, junto con respuestas reactivas y cambios políticos, dificulta la implementación de políticas efectivas y la realización de estudios topográficos adecuados, lo que impide un correcto manejo de las aguas pluviales (INF2, INF4).

- *Gestión de efluentes y saneamiento:*

Los sistemas de saneamiento obsoletos, la combinación inadecuada de aguas pluviales y residuales, la falta de mantenimiento y la construcción irregular de pozos generan presión sobre las plantas de tratamiento y favorecen la contaminación (INF3, INF2).

- *Centralización y coordinación institucional:*

La concentración de la toma de decisiones en Montevideo limita la capacidad de respuesta regional y la implementación de soluciones adaptadas, mientras que la falta de coordinación entre OSE, las intendencias y otras instituciones propicia la duplicación de esfuerzos y dificulta la fiscalización (INF3, INF1, INF4, INF2).

- **Falta de inversión y otros factores:**

La insuficiencia de recursos financieros para mejorar y ampliar la infraestructura hídrica limita la capacidad para responder al aumento de la demanda (INF2, INF3, INF4). Además, se identifican debilidades en la concientización sobre la protección de los recursos hídricos, el acceso limitado a la información, la resistencia al cambio institucional, la falta de capacitación continua y la pérdida de recursos humanos calificados (INF1, INF3, INF4). La intensificación de la agricultura y ganadería también contribuye a la contaminación por nutrientes, favoreciendo la proliferación de cianobacterias y elevando los costos de tratamiento (INF2, INF1).

1.3. INTERACCIÓN ENTRE AMENAZAS CLIMÁTICAS Y NO CLIMÁTICAS

Las fuentes consultadas revelan que las amenazas climáticas y no climáticas interactúan de manera compleja, exacerbando la vulnerabilidad de la infraestructura y de los ecosistemas. Algunos ejemplos de esta interacción son:

- **Variabilidad climática y deficiente planificación urbana:**

La falta de ordenamiento territorial y de planificación integral, combinada con eventos extremos (por ejemplo, inundaciones), agrava la vulnerabilidad de las zonas urbanas y periurbanas. La construcción en áreas de alto riesgo, unida a la ausencia de sistemas de drenaje adecuados, incrementa el potencial de daños a la infraestructura y afecta la salud pública (INF2, INF1, INF4, INF3).

- **Centralización institucional y falta de coordinación:**

La concentración de decisiones, la falta de continuidad en las políticas públicas y la carencia de coordinación interinstitucional dificultan la adaptación a la variabilidad climática y la implementación de proyectos de infraestructura, reduciendo la transparencia en la gestión de los recursos hídricos y la participación ciudadana (INF2, INF4, INF3, INF1).

- **Mantenimiento deficiente y eventos extremos:**

La falta de mantenimiento adecuado (por ejemplo, la obstrucción de alcantarillas) aumenta la vulnerabilidad ante lluvias intensas, lo que puede ocasionar inundaciones y daños estructurales.

- **Impactos combinados en ecosistemas y demanda de agua:**

La transformación del uso del suelo, la intensificación agropecuaria y el cambio climático afectan negativamente la biodiversidad y favorecen procesos como la escorrentía y la contaminación. Esto, junto con fenómenos como las olas de calor, genera un aumento en el consumo de agua, lo que pone en tensión los sistemas de distribución y abastecimiento (INF1, INF4, INF3).

- **Secuencias adversas en periodos de sequía:**

La sequía, sumada a la falta de recursos financieros, puede inducir a prácticas agrícolas inadecuadas que intensifican la erosión y la pérdida de agua, mientras que el agrietamiento del suelo incrementa la rotura de tuberías y afecta el suministro (INF4, INF3, INF1).

- **Heladas y condiciones del subsuelo:**

En zonas con subsuelo rocoso, las heladas intensas pueden provocar la explosión de tuberías, interrumpiendo el suministro y generando elevados costos de reparación (INF3).

Esta síntesis destaca la importancia de abordar tanto las amenazas climáticas como las no climáticas de manera integrada, promoviendo la planificación territorial, la coordinación interinstitucional y la inversión en infraestructura para garantizar la seguridad y sostenibilidad del sistema hídrico. Como afirma un entrevistado *En el lugar donde estoy yo, está todo enrabado. Esos factores no climáticos tienen que ver con la producción, con el volumen de producción, entonces también los tenemos que enrabar con lo climático. Es un tema complejo, es un tema de seguridad de aguas, de asegurar la calidad y la cantidad de agua al usuario. Lo veo más, saliendo un poco de la Laguna del Sauce, hablando del departamento, lo veo más acuciante el problema para el lado del este, que es donde apunta el desarrollo, la migración social. Entonces, más allá de que la Laguna del Sauce y la usina provee de agua como aporte a las demás usinas, también es un problema que se tiene que encarar y se tiene que solucionar. He escuchado hablar de una desalinizadora, he escuchado hablar de algunas cosas* (inf4)

2. IMPACTOS

2.1. IMPACTOS DE EVENTOS CLIMÁTICOS Y NO CLIMÁTICOS

Las amenazas climáticas y no climáticas se potencian mutuamente y afectan de forma integral diversos sistemas: la infraestructura, los ecosistemas, los sistemas productivos y los desarrollos urbanos. A continuación, se describen sus principales impactos.

Impactos en la infraestructura

- **Represas:**

Son vulnerables a eventos extremos (lluvias intensas, inundaciones) y a la falta de mantenimiento, lo que puede provocar daños estructurales, dificultades operativas y colmatación por la acumulación de sedimentos por erosión. Además, la necesidad de mantener altos niveles de agua para asegurar el suministro limita su capacidad para amortiguar eventos de lluvia.

- **Plantas de tratamiento de agua:**

Tanto las instalaciones de potabilización como las de tratamiento de aguas residuales enfrentan riesgos por excesos de lluvia, que pueden causar rebales y descargas de materia orgánica sin tratar. La proliferación de algas y cianobacterias—especialmente durante sequías con bajo caudal—incrementa los costos operativos y puede obstruir filtros (INF2).

- **Sistemas de distribución:**

Las tuberías, caminos y puentes son susceptibles a roturas por tormentas, inundaciones, congelación durante heladas y agrietamiento del suelo en periodos de sequía (INF3).

- **Infraestructura eléctrica:**

Las subestaciones y columnas pueden sufrir daños debido a inundaciones, vientos fuertes e incendios, lo que interrumpe el suministro eléctrico.

- **Infraestructura de saneamiento y riego:**

Las redes de saneamiento—incluidos pozos sépticos y sistemas estáticos aprobados por las intendencias—son vulnerables a fallas por falta de mantenimiento, construcción irregular y ausencia de opciones diversificadas, lo que propicia la contaminación. Asimismo, la infraestructura de riego puede verse afectada por la variación en el nivel del agua de la laguna, requiriendo ajustes en su operación.

- **Infraestructura vial:**

La construcción de muros, rellenos y modificaciones del terreno puede generar problemas en la canalización del agua y aumentar la erosión, afectando la infraestructura vial.

Impactos en los ecosistemas

- **Cuerpos de agua:**

La calidad del agua en lagunas y ríos se deteriora por la contaminación de nutrientes provenientes de la agricultura y de aguas residuales, lo que favorece la proliferación de cianobacterias. Además, las variaciones en el nivel y la salinidad del agua—sumadas a la presencia de especies invasoras como los camalotes—afectan los ecosistemas acuáticos y pueden provocar erosión costera (INF1, INF4, INF2).

- **Suelos:**

La deforestación y las lluvias intensas aumentan la erosión y la escorrentía, mientras que las sequías provocan agrietamiento, reduciendo la capacidad del suelo para absorber agua y favoreciendo fugas en la red (INF4, INF3).

- **Bosques, zonas naturales y humedales:**

La expansión urbana y las actividades agrícolas conducen a la deforestación y al incremento de incendios forestales, afectando la integridad de los bosques y zonas naturales. Asimismo, el desarrollo inmobiliario sobre humedales genera problemas ambientales y pone en riesgo la biodiversidad (INF1).

Impactos en sistemas productivos y desarrollos urbanos

- **Sistemas productivos:**

- *Cultivos:* Las sequías reducen el rendimiento de los cultivos, mientras que las inundaciones pueden dañar los sembradíos. La contaminación del agua destinada al riego agrava la situación (INF4).
- *Pastizales y riego:* Las sequías y los incendios forestales disminuyen la disponibilidad de pastizales, y la reducción del caudal, junto con la obstrucción de filtros por algas, afecta el funcionamiento de los sistemas de riego.

- **Desarrollos urbanos:**

La construcción en zonas inundables o costeras, sin una planificación adecuada, genera problemas de inundación, erosión y deficiente canalización de aguas pluviales.

2.2. EJEMPLOS Y CASOS ESPECÍFICOS

- Problemas de saneamiento en zonas costeras, como en La Capuera y áreas aledañas a la playa sur de la Laguna del Sauce, debido a la falta de conexión a la red y la construcción irregular de pozos (INF3).
- Relleno de terrenos que ocasiona deficiencias en la canalización y aumenta la erosión.
- Descargas de aguas residuales durante inundaciones derivadas de sistemas de saneamiento no conectados a la red.
- Deforestación en áreas como La Capuera para plantaciones de eucalipto, que intensifica la erosión.
- Extracción de arena en la margen del arroyo El Potrero, excediendo los límites autorizados y afectando el ecosistema costero.
- Desarrollo urbanístico descontrolado en Laguna Blanca, que impacta la provisión de agua y genera problemas ambientales (INF1).
- Pérdida de capacidad técnica en OSE debido a la jubilación y falta de reposición de personal especializado (INF4, INF3).

2.5. IMPACTOS EN LOS ACTORES HUMANOS

- **Población en general:**

La escasez y mala calidad del agua—por sequías, inundaciones y fallas en la infraestructura—obligan a recurrir a soluciones provisionales (p. ej., camiones cisterna), aumentan el riesgo de enfermedades y afectan la

salud, como se evidenció en la sequía de 2023 en el área metropolitana de Montevideo y en episodios de floraciones de cianobacterias (INF4, INF2, INF3).

- **Productores agropecuarios:**

Agricultores y ganaderos son altamente dependientes del agua. Las sequías prolongadas, junto con prácticas de manejo inadecuadas (como la quema de pastizales y el uso excesivo de fertilizantes), generan pérdidas económicas y contribuyen a la erosión y contaminación (INF4, INF1).

- **Sector de construcción y desarrollo urbano:**

Los residentes en zonas costeras y en desarrollos irregulares sufren los efectos de inundaciones, erosión y la falta de servicios básicos, mientras que la extracción irregular de arena y la deficiente planificación agravan estos problemas.

- **Infraestructura y servicios públicos:**

Los trabajadores de OSE (ingenieros y técnicos) y del sector eléctrico enfrentan desafíos derivados del envejecimiento de la infraestructura, la falta de inversión y la limitada coordinación interinstitucional (INF2, INF3).

- **Instituciones gubernamentales:**

La debilidad institucional, la falta de planificación integral y la lentitud en la toma de decisiones dificultan la gestión del agua y la implementación de proyectos a largo plazo (INF4, INF3).

2.6. MAGNITUD, INTENSIDAD Y EXTENSIÓN DE LOS IMPACTOS

- **Magnitud e Intensidad:**

- El crecimiento poblacional incrementa la demanda de agua y puede conducir a la sobreexplotación de las fuentes (INF1, INF2).
- La contaminación por nutrientes y saneamientos irregulares provoca eutrofización y floraciones de cianobacterias, cuya intensidad varía según la concentración de contaminantes (INF2, INF1).
- La falta de mantenimiento y una planificación inadecuada pueden causar desde obstrucciones menores hasta fallas importantes en la infraestructura.
- La deforestación y el cambio de uso del suelo intensifican la erosión y reducen la capacidad de absorción del agua (INF1).
- Los impactos en la salud humana, la esfera emocional y la economía pueden ser significativos.

- **Extensión Geográfica:**

- La cuenca de la Laguna del Sauce, las zonas costeras, los balnearios y áreas con desarrollos irregulares son especialmente vulnerables (INF3, INF1, INF2).
- Localidades con sistemas de saneamiento obsoletos, como San Carlos, también se ven afectadas (INF2).

- **Duración Temporal:**

- Algunos impactos, como las floraciones de cianobacterias o los desbordamientos de saneamiento, son de corta duración (días o semanas) (INF1).
- Otros, como la degradación de ecosistemas o la erosión del suelo, pueden extenderse durante meses, años o incluso ser permanentes (INF1).
- Además, ciertos impactos son recurrentes y acumulativos, especialmente si no se abordan las causas subyacentes, lo que se ve agravado por ciclos electorales y la falta de políticas de continuidad (INF2).

- **Escala y Gravedad:**

- A nivel local, los problemas de saneamiento y acceso al agua afectan directamente a las comunidades y hogares (INF2).
- A escala regional y nacional, la sobreexplotación de recursos y la deficiente coordinación institucional tienen efectos más amplios (INF2).
- La gravedad de los impactos varía: es alta en aspectos relacionados con la calidad del agua y la salud, media en lo que concierne a la infraestructura y los ecosistemas, y baja en conflictos sociales o efectos emocionales (INF1).

2.7. IMPLICACIONES DE LAS INTERACCIONES

- **Aumento de la vulnerabilidad:**

La simultaneidad de los impactos incrementa la susceptibilidad de los sistemas humanos y naturales frente a eventos extremos, lo que puede desencadenar crisis complejas (INF1).

- **Dificultad en la gestión:**

La interconexión de problemas requiere soluciones integrales; sin un enfoque holístico se corre el riesgo de implementar medidas parciales que no aborden las causas fundamentales (INF4, INF1).

- **Necesidad de un enfoque transdisciplinario:**

La complejidad de las interacciones demanda la participación de científicos, técnicos, gestores y ciudadanos, integrando distintos saberes para formular soluciones efectivas (INF1, INF4).

Conclusión

Los impactos derivados de la interacción de amenazas climáticas y no climáticas son múltiples y complejos, afectando la infraestructura, los ecosistemas, los sistemas productivos y la calidad de vida de la población. Abordar estos desafíos requiere una gestión integrada y una planificación a largo plazo que considere las diferentes escalas, intensidades y duraciones de los impactos, pasando de una gestión reactiva a una proactiva (INF4, INF2, INF3, INF1).

3. VULNERABILIDADES ANTE IMPACTOS CLIMÁTICOS Y NO CLIMÁTICOS

Los entrevistados identifican como principales vulnerabilidades la falta de mantenimiento, el diseño inadecuado de la infraestructura, la degradación de los ecosistemas y la ausencia de una planificación y coordinación adecuadas:

Vulnerabilidades en la Infraestructura

- **Represas:**

La represa del Potrero es especialmente vulnerable debido a su diseño original provisional (destinado a hidroaviones), que no contempla los caudales extremos actuales, su antigüedad y la carencia de un plan de manejo actualizado. Además, la deficiente gestión y el mantenimiento inadecuado de sus compuertas dificultan su operación, incrementando el riesgo de daños estructurales durante lluvias intensas e inundaciones y reduciendo su capacidad para amortiguar eventos extremos (INF2).

- **Plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales:**

Estas instalaciones son sensibles a excesos de lluvia, lo que puede provocar rebalses y descargas de materia orgánica sin tratar. La sobrecarga durante eventos extremos compromete su funcionamiento, mientras que la presencia de algas y cianobacterias –que durante la sequía pueden concentrarse y obstruir los filtros– incrementa los costos de tratamiento y dificulta la operación (INF2).

- **Sistemas de distribución de agua:**

Las tuberías (especialmente las antiguas de hierro fundido y fibrocemento), junto con caminos y puentes, son propensas a roturas durante tormentas, inundaciones o por el agrietamiento del suelo en periodos de sequía, lo que genera pérdidas de agua y afecta la calidad del servicio. La falta de mantenimiento en alcantarillas y en la infraestructura vial también aumenta el riesgo de inundaciones y deteriora la conectividad (INF2).

- **Redes de saneamiento:**

Los sistemas de saneamiento –incluyendo pozos sépticos y sistemas estáticos aprobados por la intendencia– son vulnerables debido a la falta de mantenimiento, la construcción irregular y la escasa conexión a redes robustas. Los pozos, especialmente los más antiguos o mal contruidos, pueden secarse durante la sequía, comprometiendo el abastecimiento y generando problemas de contaminación (INF2).

- **Desarrollos urbanos:**

La construcción irregular en zonas costeras o sobre cuerpos de agua, así como el relleno de terrenos, puede ocasionar problemas de canalización de aguas pluviales y aumentar la erosión, afectando tanto la infraestructura como el medio ambiente.

Vulnerabilidades en los Ecosistemas y en la Provisión de Agua

- **Ecosistemas acuáticos:**

Cuerpos de agua como la Laguna del Sauce son vulnerables a la eutrofización y a las floraciones de algas, las cuales afectan la calidad del agua y pueden obstruir los sistemas de potabilización. Además, la contaminación por nutrientes provenientes de actividades agropecuarias y descargas de saneamiento inadecuado, junto con la escorrentía de zonas aledañas y eventos extremos, deterioran la calidad del recurso (INF1; INF4).

- **Bosques y áreas naturales:**

Los bosques fluviales y montes serranos resultan sensibles a la deforestación y a los cambios en el uso del suelo, lo que provoca erosión, pérdida de biodiversidad y aumenta los riesgos para la infraestructura, especialmente en zonas como La Capuera (INF1).

Asimismo, las zonas de amortiguación (buffers) pierden eficacia ante la falta de supervisión y fiscalización, reduciendo su capacidad para mitigar los impactos de las actividades humanas.

- **Provisión de agua potable:**

La capacidad de la cuenca para proveer agua potable se ve afectada por la variabilidad climática y la contaminación, lo que repercute en la disponibilidad y calidad del recurso. La dependencia de la Laguna del Sauce como fuente principal la hace particularmente vulnerable a problemas de eutrofización, sequía, deforestación y a cambios en el uso del suelo que aumentan la erosión y la escorrentía (INF1; INF2).

Vulnerabilidades en la Planificación y Gobernanza

La falta de planificación urbana y de ordenamiento territorial permite la construcción en zonas de alto riesgo y contribuye a la degradación de ecosistemas. Asimismo, la escasa coordinación interinstitucional, la centralización de la gestión del agua y la ausencia de instrumentos económicos y de un marco normativo claro limitan la capacidad de respuesta ante problemas específicos, mientras que la débil participación ciudadana reduce la protección de los sectores más vulnerables (INF4; INF1; INF3).

Vulnerabilidades de los Actores Humanos

Diversos actores presentan alta vulnerabilidad ante los impactos climáticos y no climáticos, debido a sus características físicas, sociales y económicas, así como a las debilidades del sistema en el que se insertan:

- **Residentes en zonas suburbanas y rurales:**

La falta de acceso a sistemas de saneamiento adecuados –debido a la dependencia de pozos sépticos irregulares y a la insuficiente conexión a redes– aumenta el riesgo de contaminación y la exposición a enfermedades, sobre todo durante episodios de lluvia cuando se producen desbordes. En zonas de cerros, estos problemas repercuten también en las áreas bajas.

- **Viviendas cercanas a cuerpos de agua:**

Las casas ubicadas a pocos metros de lagunas o arroyos, generalmente construidas de forma irregular, son particularmente vulnerables a inundaciones y a la erosión costera, lo que puede causar daños estructurales, pérdida de bienes, aislamiento durante eventos extremos y, en consecuencia, interrupciones en el suministro de agua.

- **Pequeños productores agrícolas:**

Al depender del agua para cultivos y ganado, estos productores son muy sensibles a las variaciones en el régimen de precipitaciones. Las sequías prolongadas, la falta de sistemas de riego eficientes y la carencia de recursos económicos, tecnológicos y financieros (créditos, seguros) limitan su capacidad de adaptación y pueden generar pérdidas económicas significativas. Además, el uso intensivo de fertilizantes contribuye a la contaminación del agua, afectando la salud de los ecosistemas (INF4; INF3).

- **Comunidades con sistemas de saneamiento precarios:**

Tanto aquellas que dependen de sistemas estáticos aprobados pero ineficientes como las que utilizan pozos irregulares experimentan mayores riesgos de contaminación, lo que impacta directamente en su salud y en el entorno.

- **Trabajadores de OSE:**

Los ingenieros y técnicos se enfrentan a desafíos derivados del envejecimiento de la infraestructura, la falta de inversión y la deficiente coordinación interinstitucional, lo que complica la gestión de la calidad y cantidad de agua (INF2; INF3).

Conclusión

La vulnerabilidad ante impactos climáticos y no climáticos se manifiesta en múltiples niveles: en la infraestructura crítica, en los ecosistemas, en la provisión de agua y en la gobernanza del territorio. Además, estos factores se combinan para aumentar la susceptibilidad de diversos actores humanos –desde residentes y pequeños productores hasta trabajadores de instituciones públicas–, limitando su capacidad de respuesta ante eventos adversos. Abordar estas vulnerabilidades requiere, por tanto, una acción coordinada que fortalezca el mantenimiento y el diseño de la infraestructura, promueva una planificación urbana y ambiental integrada y mejore la gobernanza y participación en la gestión del agua (INF2; INF1; INF4; INF3).

4. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

4.1. Medidas de adaptación por área

Los entrevistados señalan diversas medidas de adaptación orientadas a fortalecer la resiliencia de la infraestructura, optimizar la gestión del agua, mejorar la planificación y promover la participación de todos los actores. Estas medidas se agrupan en las siguientes áreas:

Infraestructura

- **Infraestructura resiliente:** Se propone invertir en represas, sistemas de riego eficientes, plantas de tratamiento de agua y sistemas de distribución en peores condiciones.. Como señala el entrevistado *Y ahí nosotros hay una estimación que puede andar en el orden de un 25% o un 28% de pérdidas físicas. Eso requiere un trabajo sobre las redes de distribución. Y un componente de ese trabajo, que no sea el único, pasa por sustituir aquellas tuberías más viejas, de materiales más viejos. Le hace hierro fundido, sobre todo hierro fundido y fibrocemento, que son las que rompen más, las que están en peores condiciones. Y las que deterioran la calidad.*
- **Monitoreo y Alerta Temprana** Es fundamental implementar sistemas que permitan anticipar eventos climáticos extremos y garantizar respuestas rápidas, lo que incluye el uso de pronósticos meteorológicos confiables.
- **Evaluar la desalinización de agua de mar** como una opción para complementar las fuentes existentes, implementando tecnologías de desalinización de forma gradual (INF2).
- **Saneamiento descentralizado** como humedales artificiales, para complementar o sustituir los sistemas tradicionales (INF3).
- **Automatización de la represa** se considera una posible solución para optimizar su operación y mejorar la capacidad de respuesta ante eventos climáticos extremos.

Desarrollo y Movilización del Conocimiento:

- **Integración de Saberes:** Es necesario movilizar el conocimiento técnico y profesional para revisar los esquemas de distribución y uso del agua (INF1), integrando además el conocimiento local y tradicional de las comunidades (INF1) con el científico, a fin de generar soluciones más efectivas y sostenibles.
- **Capacitación y Difusión:** Se debe promover la implementación de programas de capacitación y educación continua para productores y técnicos, y generar información accesible sobre la gestión del agua, la variabilidad climática y prácticas agrícolas sostenibles (INF1).
- **Colaboración Académica:** Fortalecer la colaboración con universidades y centros de investigación contribuirá a optimizar los sistemas de monitoreo y a mejorar la toma de decisiones (INF3).

Medidas Específicas para el Riego:

- **Tecnologías de Riego Eficientes:** Es crucial invertir en sistemas de riego por goteo y aspersión, así como en la modernización de los sistemas existentes, para reducir el consumo de agua y mejorar la productividad (INF3; INF1). Además, la integración de sistemas de riego automatizados optimizará la distribución del recurso (INF4).
- **Complemento con Captación de Agua de Lluvia y Monitoreo del Suelo:** Implementar sistemas de recolección de agua de lluvia (INF4) y utilizar sensores de humedad del suelo (INF1) permitirá ajustar el riego a las necesidades reales de los cultivos, evitando el desperdicio de agua.

Mejoras Regulatorias y Normativas:

- **Actualización Normativa:** Se requiere revisar y actualizar las regulaciones para facilitar soluciones de saneamiento más eficientes, como la construcción de humedales artificiales, **y para incorporar la gestión de riesgos climáticos en el ordenamiento territorial.**
- Se requiere **generar nuevos procedimientos administrativos** que permitan respuestas más eficientes y exitosas ante eventos climáticos extremos.
- Se necesita una **planificación del territorio que incorpore la gestión de riesgos climáticos** y la evaluación ambiental de nuevos desarrollos. Es necesario **establecer reglas y lineamientos** que permitan una mejor gestión y mantenimiento de la infraestructura hídrica (INF2). Se necesita **más transparencia en la gestión del agua** y en la toma de decisiones por parte de OSE.
- **Coordinación Institucional:** Es importante superar la desconexión entre la planificación del uso del suelo y la gestión de la infraestructura, mejorar la consulta con organismos especializados como OSE-UGD (INF2) y acelerar los procesos de toma de decisiones mediante una mayor coordinación y transparencia.

Condiciones Económicas e Inversión:

- **Financiamiento y Recursos:** La implementación de estas medidas enfrenta desafíos financieros, evidenciados por la insuficiencia de recursos, la influencia de ciclos electorales y la dependencia de subsidios cruzados (INF3; INF2). OSE (Obras Sanitarias del Estado) tiene un presupuesto de aproximadamente **400 millones de dólares por año para inversión** en todo el país (INF2). Se han invertido entre **30 y 35 millones de dólares en obras en la Laguna del Sauce** (INF2). Existe un **fideicomiso de 55 millones de dólares** para obras de infraestructura en Maldonado (INF2). Se destaca la necesidad de inversiones significativas y de una planificación estratégica a largo plazo (INF2, INF4):
 - Se requiere una **inversión del orden de 120 millones de dólares** para obras de infraestructura en Maldonado, incluyendo redes de saneamiento, agua potable, refuerzos de aducción y pozos de bombeo (INF2).
 - Se estima una **inversión de 17.5 a 18 millones de dólares** para la construcción de una nueva planta de tratamiento de efluentes en San Carlos (INF2).
 - Es necesaria la **inversión en la ampliación de redes de saneamiento**, especialmente en zonas como Punta del Este (INF2).
 - Se necesitan **inversiones en la sustitución de tuberías de agua** por materiales más modernos (INF2).
 - Se requiere **más inversión en mantenimiento preventivo** de la infraestructura para evitar problemas mayores (INF2).
 - Es necesaria la **inversión en sistemas de saneamiento descentralizados** como humedales artificiales (INF2).
 - Se necesita **inversión en nuevas tecnologías** como la producción de ozono para el tratamiento del agua, para reducir la dependencia del carbón activado (INF2).

Se han realizado inversiones en la planta de la Laguna del Sauce, incluyendo un nuevo laboratorio, una sala de cloración y la producción de ozono (INF2). También se ha invertido en un tanque de contacto para carbón activado en polvo (INF2).

- **Construcción de nuevas plantas de tratamiento:** Se planea una inversión para la construcción de una nueva planta de tratamiento de efluentes en San Carlos (INF2).
- **Ampliación de redes de saneamiento:** Se destinarán fondos para la ampliación de las redes de saneamiento, especialmente en Punta del Este (INF2).
- **Refuerzo de la aducción:** Se va a reforzar la aducción al sistema de abastecimiento de San Carlos, con un nuevo tanque de agua (INF2).
- **Sustitución de tuberías:** Se están sustituyendo tuberías de agua por materiales más modernos (INF2).
- **Desalinización:** Se está considerando la desalinización de agua de mar como una opción para complementar las fuentes existentes, incorporando tecnologías de forma gradual (INF2).
- **Nuevos protocolos de operación de compuertas:** Se están considerando nuevos protocolos de operación de las compuertas de la represa, basados en estudios del IMFIA (INF2).
- **Automatización de la presa:** Se considera la automatización de la presa como una posible solución para optimizar su operación.

Iniciativas Estratégicas y Adaptación

- **Planes y Programas Existentes: Iniciativas como el Plan Nacional de Aguas y el Plan Director de Agua Potable para Maldonado** deben actualizarse y fortalecerse para alcanzar una gestión prospectiva (INF2).
 - **Plan Nacional de Aguas:** Este plan intentó marcar líneas de acción, pero no se desarrolló completamente y necesita actualizaciones constantes (INF2). Se reconoce la necesidad de herramientas de gestión prospectiva (INF2).
 - **Plan Director de Agua Potable para Maldonado:** Este plan busca proporcionar herramientas de gestión y dar sustento a las medidas tomadas en la planta de la Laguna del Sauce, con una visión a mediano y largo plazo (INF2). Aunque se ha implementado parcialmente, ha servido como guía fundamental (INF2). El plan director es una herramienta clave para generar equipos multidisciplinarios (INF2).
 - **Proyecto de Universalización del Saneamiento:** El parlamento votó un refuerzo presupuestal de 30 millones de dólares por año para este proyecto (INF2)

Política y gestión

- **Coordinación interinstitucional:** Promover la colaboración entre diferentes instituciones, como OSE, intendencias y ministerios, para asegurar una gestión integrada del agua (INF4). La falta de coordinación interinstitucional es un obstáculo significativo, por lo que es necesario crear una articulación más efectiva de las políticas ambientales (INF4).
- **Consenso político:** Es fundamental construir un consenso político sobre la gestión del agua para permitir la implementación de medidas a largo plazo (INF3). La falta de consenso político dificulta la toma de decisiones y la implementación de medidas a gran escala (INF3), mirar la transformación energética.
- **Gestión del territorio:** El manejo del territorio debe considerar la protección ambiental y de los cuerpos de agua, ya que el uso del suelo impacta directamente en la calidad del agua (INF1). La falta de ordenamiento territorial contribuye a la degradación de los ecosistemas (INF1).

Ecosistema

- Las respuestas o adaptaciones vinculadas a la capacidad regenerativa natural de los ecosistemas incluyen:
 - **Conservación de suelos:** Implementar prácticas de conservación de suelos para reducir la erosión y mejorar la capacidad de retención de agua, como la siembra directa y la construcción de terrazas. La erosión del suelo es un problema que se ve agravado por las intervenciones humanas en el territorio, como la construcción que no considera el escurrimiento pluvial.
 - **Manejo integrado de plagas:** Adoptar prácticas de manejo integrado de plagas que reduzcan el uso de agroquímicos y protejan la salud de los ecosistemas.
 - **Restauración de ecosistemas:** Promover la restauración de ecosistemas degradados, como bosques fluviales y humedales, que contribuyen a la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad. Es importante destacar que los ecosistemas costeros son sensibles a las actividades humanas y requieren protección.
 - **Protección de zonas de amortiguación:** Fortalecer la protección de las zonas de amortiguación o buffer para reducir la contaminación de los cuerpos de agua (INF1). La dificultad en la supervisión y fiscalización de estas áreas dificulta su protección (INF1).

4.2. Medidas de Adaptación Individual y Colectiva

Medidas de Adaptación Individual

- **Sistemas de Saneamiento Adecuados:**
En áreas rurales, donde las conexiones formales son limitadas, se recomienda adoptar soluciones alternativas (como infiltraciones o evapotranspiración) que respondan a las necesidades de infraestructura para la gestión del agua.
- **Uso Eficiente del Agua:**
Es fundamental implementar técnicas de riego eficientes (por ejemplo, riego por goteo y aspersión) y sistemas de recolección de agua de lluvia, lo que ayuda a disminuir la dependencia de fuentes externas y a mitigar los efectos de la sequía (INF3).

Medidas de Adaptación Colectiva

- **Educación y Concientización:**
Se debe promover la formación en prácticas agrícolas sostenibles y en la importancia de una adecuada gestión del agua, fomentando un cambio cultural que impulse el uso responsable del recurso (INF3).
- **Participación Ciudadana:**
Es esencial involucrar a la sociedad civil en la toma de decisiones sobre la gestión del agua y el uso del suelo, mediante la creación y fortalecimiento de comisiones de cuenca que faciliten el diálogo, la capacitación y el acceso a la información (INF4; INF1, INF4).
- **Apoyo a Pequeños Productores:**
Brindar asistencia técnica y financiera permitirá a los pequeños productores adoptar prácticas sostenibles, mejorando su resiliencia frente a la variabilidad climática.
- **Prácticas de Manejo Adaptativas:**
Se recomienda que los productores diversifiquen cultivos, roten pasturas y ajusten sus prácticas de manejo a las condiciones específicas del clima y del suelo, para enfrentar tanto sequías como excesos hídricos (INF1)

4.3. Barreras y Mala Adaptación

El análisis de la gestión del agua revela una serie de obstáculos y deficiencias que dificultan la adaptación a los impactos climáticos y no climáticos, tanto en el ámbito regulatorio como en el financiero, organizacional y operativo.

Retos y Obstáculos Regulatorios

Planificación y Gestión Integral: Se observa la ausencia de un plan director actualizado y la escasez de estudios topográficos que impiden una gestión adecuada de los riesgos climáticos y del territorio. *Esto se agrava con la falta de una planificación integral y la respuesta reactiva a los problemas, lo que incrementa los riesgos para la infraestructura. Pero también de planes de planes de emergencia, como señala un entrevistado hay una reflexión que me quedó pendiente hoy, la necesidad de tener planes directores y todo lo demás ninguno de los cuales te pone a salvo de tener que atender, digamos, emergencias, contingencias, cosas que no están previstas, son condición necesaria, aunque no suficiente por sí mismas para resolver todo el problema. Entrevistador: El problema es cuando todo es excepción o improvisación (INF2).*

Desconexión entre Uso del Suelo e Infraestructura: Existe una clara desconexión entre la planificación del uso del suelo y la gestión de la infraestructura, lo que favorece construcciones sin considerar los riesgos climáticos ni la capacidad de los sistemas de agua y saneamiento.

Falta de Consulta y Coordinación: La carencia de consulta con organismos especializados, como la OSE-UGD, y la débil coordinación entre instituciones y actores dificultan la implementación de soluciones integrales y eficaces (INF2).

Procesos de Toma de Decisiones Lentos: La lentitud en los procesos decisorios y la baja percepción del riesgo en distintos niveles organizacionales generan retrasos y postergación en la solución de problemas, lo que a menudo conduce a la dependencia de consultoras externas y a la falta de continuidad de proyectos, especialmente debido a los ciclos electorales y la ausencia de políticas de Estado (INF4; INF2).

Condiciones Financieras y Reflexiones sobre Inversiones

Limitaciones Presupuestarias y Dependencia de Subsidios: La insuficiencia de financiamiento adecuado para obras de infraestructura a gran escala representa un obstáculo importante. Se destaca la dificultad de OSE para cubrir las inversiones necesarias, dada la dependencia de subsidios cruzados y la influencia de ciclos electorales en las decisiones de inversión (INF3; INF4; INF2).

Necesidad de una Planificación Estratégica a Largo Plazo: Las decisiones de inversión están fuertemente influenciadas por factores políticos, lo que genera una priorización de respuestas de emergencia en lugar de estrategias preventivas. Se requiere mayor transparencia en la gestión de recursos y en la toma de decisiones, así como una planificación estratégica que contemple las necesidades a largo plazo (INF2; INF4).

Visiones Críticas y Sugerencias para la Mejora

Se plantea la necesidad de una mayor interacción y articulación con otros actores sociales para optimizar la gestión del saneamiento y de la gobernanza del agua (INF2).

Es fundamental adoptar un enfoque participativo e integral que involucre a todos los actores relevantes en la toma de decisiones, promoviendo la transparencia y la coordinación interinstitucional (INF3).

Se subraya la importancia de desarrollar una planificación estratégica que contemple las interacciones entre el cambio climático, el cambio de uso del suelo y otros factores que afectan la seguridad hídrica (INF1).

Medidas Necesarias para Superar las Barreras

Fortalecimiento de la Capacidad Técnica: Se debe invertir en la formación y retención de personal calificado en la gestión del agua para mejorar la capacidad técnica de OSE (INF1; INF4).

Mejora de la Coordinación Interinstitucional: Es imperativo establecer una coordinación más estrecha entre OSE, las intendencias, el Ministerio de Ambiente y otros actores relevantes para lograr una respuesta más rápida y eficiente a las necesidades específicas de cada territorio (INF3; INF1).

Participación Ciudadana y Ordenamiento Territorial: Involucrar a la sociedad civil en la toma de decisiones y promover planes de ordenamiento territorial contribuirá a proteger zonas sensibles y a fomentar prácticas sostenibles (INF1).

Inversión en Infraestructura Resiliente y Descentralización: Se recomienda diseñar y gestionar infraestructuras hídricas que consideren la mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos, y promover la descentralización de la gestión de OSE para una respuesta más ágil a nivel regional (INF3; INF1).

Maladaptación

Respuestas Reactivas y Soluciones Puntuales: La tendencia a responder a emergencias en lugar de implementar medidas preventivas hace que el sistema sea más vulnerable a eventos extremos (INF2).

Dependencia de Consultores Externos: La pérdida de capacidad técnica interna en OSE ha incrementado la dependencia de asesorías externas, lo que puede influir negativamente en las decisiones estratégicas (INF4).

Desarrollos Inmobiliarios Irregulares y Saneamiento Inadecuado: La construcción desordenada en zonas vulnerables y los sistemas de saneamiento domésticos no regulados agravan la presión sobre las plantas de tratamiento y generan problemas de contaminación.

Falta de Planificación Integral: La reiterada ausencia de planificación y la respuesta reactiva perpetúan los riesgos y problemas existentes en la gestión de la infraestructura hídrica.

En síntesis, la gestión del agua se encuentra limitada por barreras regulatorias, financieras, técnicas y sociales que impiden una adaptación integral y sostenible. Si bien existen iniciativas individuales y privadas que responden a la necesidad, la falta de coordinación, planificación a largo plazo y continuidad en los proyectos, sumada a limitaciones económicas y burocráticas, obstaculiza la implementación de soluciones efectivas. Es imperativo fortalecer la inversión pública en infraestructura, promover una participación ciudadana activa, mejorar la coordinación interinstitucional y adoptar una planificación estratégica que contemple las interacciones entre el cambio climático y el uso del suelo, para lograr una gestión del agua más resiliente y sostenible (INF4; INF1; INF2; INF3).

5. FUTURO EN LA GESTIÓN DEL AGUA

5.1. Desafíos a enfrentar

Según los entrevistados, la situación actual en la región es preocupante y requiere cambios profundos para enfrentar los desafíos climáticos, demográficos y tecnológicos. Se destacan los siguientes aspectos:

De la Reactividad a la Proactividad

La OSE (Obras Sanitarias del Estado) responde principalmente a emergencias en lugar de anticiparse a los problemas, lo que refleja la ausencia de una planificación preventiva integral ante sequías, inundaciones y otros eventos extremos (INF2; 0). Además, la carencia de estrategias a largo plazo conduce a soluciones puntuales y a la priorización de intereses inmediatos.

Debilidades Institucionales y Operativas

La capacidad de análisis y planificación se ve afectada por la pérdida de personal técnico experimentado (INF3). La centralización de la toma de decisiones en Montevideo dificulta la respuesta a las necesidades regionales. Asimismo, la escasa coordinación entre instituciones (OSE, intendencias, Ministerio de Ambiente) genera duplicidad de esfuerzos y limita la implementación de soluciones efectivas (INF1; INF3). Por último, los ciclos electorales interrumpen la continuidad de políticas y proyectos, comprometiendo la sostenibilidad de las estrategias a largo plazo (INF2; INF4).

Infraestructura e Inversión Insuficiente

La infraestructura actual presenta limitaciones en almacenamiento, tratamiento y mantenimiento preventivo (INF2). La inversión en infraestructura hídrica es baja en comparación con otros sectores, y existen vacíos en la definición de roles y responsabilidades (INF4). El crecimiento poblacional y el desarrollo turístico aumentan la demanda de agua, mientras que la variabilidad climática (sequías intensas y lluvias extremas) añade presión al sistema (INF1; INF4).

Transparencia y Gobernanza

La gestión del agua carece de transparencia, lo que dificulta la comprensión de la problemática y limita la participación activa de la sociedad civil (INF4).

Como señala un entrevistado ¿cómo ves vos en los escenarios futuros, pero ahora, la dinámica de los factores no climáticos? Esto me estoy refiriendo tanto al crecimiento, desarrollo turístico, transformaciones... Entrevistado. En el lugar donde estoy yo, está todo enrabado. Esos factores no climáticos tienen que ver con la producción, con el volumen de producción, entonces también los tenemos que enrabar con lo climático. Es un tema complejo, es un tema de seguridad de aguas, de asegurar la calidad y la cantidad de agua al usuario. Lo veo más, saliendo un poco de la Laguna del Sauce, hablando del departamento, lo veo más acuciante el problema para el lado del este, que es donde apunta el desarrollo, la migración social. Entonces, más allá de que la Laguna del Sauce y la usina provee de agua como aporte a las demás usinas, también es un problema que se tiene que encarar y se tiene que solucionar. He escuchado hablar de una desalinizadora, he escuchado hablar de algunas cosas (Inf1)

5.2. Futuro Deseado

Se demanda una transición hacia una gestión proactiva, basada en la prevención y la planificación a largo plazo que abarque desde la captación hasta la distribución y el tratamiento del agua, integrando la gestión de cuencas (INF2). Es necesaria una infraestructura resiliente y moderna, capaz de soportar los efectos del cambio climático mediante la construcción de nuevas reservas, la modernización de los sistemas de distribución y la incorporación de tecnologías eficientes (INF4). Asimismo, se requieren políticas de Estado que aseguren la continuidad de proyectos más allá de los ciclos electorales, promoviendo una gobernanza colaborativa que involucre a gobierno, academia, sector privado y sociedad civil, y que impulse la descentralización (UGD) (INF4; INF2; INF3). La gestión debe adaptarse a los nuevos escenarios climáticos, evaluando riesgos y adoptando medidas de adaptación pertinentes (INF3; INF4).

Cambios y Acciones Necesarias

- Cambio de Enfoque: Adoptar una gestión proactiva basada en la planificación a largo plazo (INF2).
- Fortalecimiento Institucional: Mejorar la capacidad técnica y de gestión de la OSE mediante la renovación de personal y la optimización de los procesos decisorios (INF3).
- Coordinación y Autonomía Regional: Establecer mecanismos efectivos de coordinación interinstitucional y otorgar mayor autonomía a las regiones (INF4; INF3).
- Participación y Transparencia: Involucrar a la sociedad civil en la toma de decisiones y garantizar el acceso a la información (INF4; INF1).
- Inversión y Modernización: Incrementar la inversión en infraestructura hídrica, modernizar los sistemas de distribución e incorporar tecnologías modernas como la desalinización y la producción de ozono (INF3; INF4; INF2).
- Planes y Protocolos: Elaborar planes directores y protocolos formales, integrando el uso de pronósticos meteorológicos en la operación de represas, y fomentar la investigación y el desarrollo en colaboración con el ámbito académico (INF2).
- Consideración del Cambio Climático: Incorporar la evaluación de los efectos del cambio climático en todos los proyectos y estrategias (INF3; INF4).

Incertidumbres y Retos

La magnitud, intensidad y frecuencia de los impactos del cambio climático son inciertas, al igual que la disponibilidad de recursos para la gestión futura, lo que complica la planificación a largo plazo (INF1). Las prioridades pueden verse alteradas por decisiones políticas y los intereses privados, y la adopción de nuevas tecnologías puede ser lenta (INF4; INF1; INF2). Es esencial abordar la gestión del agua desde una perspectiva interdisciplinaria y transdisciplinaria que valore el conocimiento local, requiriendo un liderazgo claro y una visión compartida para avanzar hacia una gestión sostenible y resiliente (INF3; INF1).

Conclusión

La gestión del agua en la región enfrenta desafíos complejos que exigen un cambio de paradigma. Es imperativo pasar de una gestión reactiva a una proactiva, fortalecer las instituciones, mejorar la coordinación interinstitucional y aumentar la inversión en infraestructura y tecnología. La incertidumbre sobre los impactos del cambio climático y las decisiones políticas demanda una gestión flexible, adaptable e interdisciplinaria para lograr soluciones sostenibles y resilientes (INF2; INF3; INF4; INF1).

6. ANEXO

En el anexo sintetiza los siguientes temas clave en la gestión del agua:

- **Variabilidad climática:**

La creciente frecuencia de eventos extremos, como sequías e inundaciones, ejerce una presión adicional sobre la disponibilidad y calidad del agua. Se critica la escasa consideración de los efectos del cambio climático en proyectos importantes, lo que evidencia la necesidad de integrar este factor en la planificación futura.

- **Calidad del agua:**

La eutrofización recurrente de la Laguna del Sauce ha deteriorado la calidad del agua potable, agravada por las floraciones de cianobacterias—problema que elevó significativamente los costos de potabilización, como lo demuestra el gasto de 1.5 millones de dólares en carbón activo en 2015 (INF2). Además, la sequía afecta la calidad del agua, evidenciado en el caso de Minas, donde se detectó manganeso.

- **Planificación urbana y territorial:**

La falta de una adecuada planificación ha propiciado un crecimiento desordenado y deficiencias en la infraestructura. El desarrollo de construcciones sin respaldo en sistemas de saneamiento adecuados genera presión sobre los recursos hídricos, especialmente en zonas de cerros donde los desbordes de pozos sépticos afectan a quienes viven en las áreas bajas.

- **Gestión y gobernanza del agua:**

Se debate el modelo de la Unidad de Gestión Desconcentrada (UGD) en Maldonado, diseñado para otorgar mayor autonomía a la intendencia, aunque enfrenta críticas por la débil coordinación y la centralización en Montevideo. Esto genera controversia respecto a la necesidad de descentralizar la administración del agua y establecer organismos que gestionen el recurso a nivel de cuenca (INF2).

- **Inversión en infraestructura:**

Existe una necesidad urgente de realizar inversiones significativas en infraestructura de saneamiento, potabilización y modernización de tuberías, con cifras estimadas en 120 millones de dólares para Maldonado. Se destaca además la desigualdad en las inversiones a nivel nacional, en contraste con los altos montos destinados a la vialidad, y se menciona el proyecto de inversión de 55 millones de dólares mediante un fideicomiso (INF2).

En resumen, se resalta la importancia de una planificación territorial adecuada, la coordinación entre instituciones, un aumento sustancial en la inversión en infraestructura y la inclusión de medidas que aborden los efectos del cambio climático para lograr una gestión del agua más sostenible y resiliente (INF1; INF2).

