

1. Riesgo hídrico y resiliencia del sector industrial en Nuevo León*

JORGE ALEJANDRO SILVA RODRÍGUEZ DE SAN MIGUEL**



DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.493.01>

Resumen

Nuevo León se encuentra entre los estados más industrializados de México, pero su crecimiento económico ocurre en un entorno semiárido susceptible a la sequía, la variabilidad de las precipitaciones y la competencia por fuentes de suministro cada vez más limitadas entre usuarios urbanos, agrícolas e industriales. El objetivo de este capítulo es examinar, mediante una investigación teórica y documental, los factores que definen el riesgo hídrico del sector industrial de Nuevo León, así como las capacidades que deben fortalecerse para mejorar su resiliencia.

La revisión sintetiza aportes sobre seguridad hídrica, riesgo empresarial, resiliencia organizacional, economía circular del agua y gobernanza colaborativa. Los resultados indican que el riesgo industrial depende no solo de la disponibilidad física del recurso, sino también de la infraestructura, la regulación, las cadenas de suministro, la coordinación institucional y la legitimidad social de las empresas. Se propone un modelo conceptual integrado por seis capacidades: anticipación, eficiencia, circularidad, diversificación responsable, colaboración territorial y transparencia. Se concluye que la resiliencia industrial no debe entenderse como la autosuficiencia aislada de cada empresa, sino como la capacidad de mantener la continuidad

* Derivado del proyecto IND-2026-0592: Propuesta de tratamiento sostenible de agua para mejorar la competitividad de empresas del sector farmacéutico de la Ciudad de México.

** Doctor en Ciencias Administrativas. Profesor-investigador de la ESCA-ST del Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0961-4696> ; Scopus ID: 5719 7809938 ; correo: jasilva@ipn.mx

productiva mientras se reduce la vulnerabilidad de las organizaciones y del sistema hídrico compartido.

Palabras clave: *riesgo hídrico, resiliencia industrial, seguridad hídrica, gobernanza colaborativa.*

Introducción

Nuevo León ocupa una posición central en la estructura económica de México. El estado se ha especializado en la manufactura y alberga una densa concentración de empresas nacionales e internacionales, parques industriales y cadenas de suministro integradas, lo que lo convierte en uno de los principales centros industriales del país. Entre sus actividades destacan la producción de productos metálicos, maquinaria y equipo, equipo eléctrico, automóviles, productos químicos, alimentos, vidrio para bebidas, cemento, acero y plásticos. Esta configuración productiva genera empleo, inversión y capacidades tecnológicas, pero también incrementa la demanda de energía, infraestructura, suelo y agua (Gobierno del Estado de Nuevo León, 2026a; Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2025).

El agua es esencial para la industria, no solo cuando se incorpora directamente a los productos. También se utiliza en actividades de enfriamiento, lavado y limpieza, generación de vapor, transporte de materiales y sustancias químicas, esterilización, mantenimiento de equipos de control de emisiones y servicios al personal. Incluso las empresas con baja intensidad hídrica pueden depender del recurso en etapas críticas de sus procesos o a través de sus proveedores. Por ello, cualquier interrupción del suministro, deterioro de la calidad o incremento de los costos puede poner en riesgo la continuidad operativa y la competitividad regional.

Esta dependencia adquiere especial relevancia en Nuevo León debido a las características climáticas e hidrológicas del territorio. La Zona Metropolitana de Monterrey se localiza en una región semiárida, con precipitación irregular y periodos prolongados de sequía. Los embalses dependen de episodios de lluvia para recuperar sus niveles, mientras que las fuentes sub-

terráneas enfrentan presiones derivadas del crecimiento poblacional, la expansión urbana y las actividades productivas (Magaña et al., 2021).

La crisis de suministro de 2022 y las vulnerabilidades del sistema hídrico

La disminución de los niveles de las presas Cerro Prieto, La Boca y El Cu-chillo provocó la declaratoria de emergencia y la aplicación de restricciones al suministro, junto con medidas extraordinarias para priorizar el consumo doméstico y el uso público urbano. La crisis alteró la vida de la población y planteó interrogantes sobre la continuidad de las actividades económicas (Gobierno del Estado de Nuevo León, 2022).

Sin embargo, la crisis no se debe simplemente a la falta de lluvia. La sequía meteorológica se transformó en una sequía socioeconómica debido al crecimiento de la demanda, las pérdidas en las redes de distribución, la dependencia de pocas fuentes, la expansión metropolitana y las deficiencias de planeación. Magaña et al. (2021) analizan Monterrey como un ejemplo de la interacción entre condiciones climáticas, urbanas e institucionales, mientras que Pacheco-Treviño y Manzano-Camarillo (2024) examinan las dimensiones socioeconómicas de la escasez hídrica en México. De manera complementaria, Barajas Madrigal et al. (2024) sostienen que la conducta reciente de los acuíferos del Área Metropolitana de Monterrey debe explicarse considerando tanto las condiciones climáticas como el crecimiento de la demanda y la gestión del recurso.

Para las empresas, la escasez puede traducirse en menor producción, cancelación de turnos, aumento de los costos de abastecimiento, dificultades para cumplir pedidos y pérdida de competitividad. También puede generar impactos reputacionales cuando la población percibe que los intereses industriales reciben un trato preferente durante una emergencia. En estas circunstancias, la gestión empresarial del agua deja de ser únicamente un asunto técnico y adquiere dimensiones sociales, institucionales y éticas.

Contar con una concesión o con una fuente privada no elimina el riesgo empresarial. Una organización puede estar legalmente autorizada para captar agua y, al mismo tiempo, enfrentar conflictos sociales, restricciones

extraordinarias, deterioro ambiental o amenazas a su legitimidad. La continuidad productiva depende de la estabilidad del sistema hídrico regional y de la capacidad de las empresas para operar responsablemente dentro del territorio.

El capítulo examina los componentes del riesgo hídrico en el sector industrial de Nuevo León y propone un marco conceptual para fortalecer su resiliencia. La pregunta que orienta el análisis es la siguiente: ¿cómo puede incrementarse la resiliencia hídrica industrial sin trasladar costos y riesgos a la población, al Estado o a los ecosistemas, y qué mecanismos de colaboración público-privada se requieren para ello?

Una empresa que únicamente logra mantener sus operaciones durante una sequía no es, por definición, resiliente. La resiliencia exige comprender de dónde proviene el agua, con qué eficiencia se utiliza, cómo se gestionan las descargas, qué medidas existen frente a inundaciones y de qué manera la organización contribuye a la seguridad hídrica territorial. Una estrategia que protege una planta mediante nuevas extracciones, pero incrementa la presión sobre un acuífero, solo desplaza el riesgo hacia otros usuarios.

Aproximación teórica y conceptual

El concepto de riesgo empresarial hídrico se refiere a la posibilidad de que las condiciones relacionadas con la disponibilidad, calidad, acceso, regulación o gobernanza del agua provoquen impactos negativos en las actividades de una organización. El riesgo no está determinado únicamente por la cantidad de agua consumida. También depende de las características locales de sus fuentes de suministro, la eficiencia de sus procesos, la fragilidad de los proveedores y la capacidad institucional en el territorio donde opera (CDR, 2023; Zhu et al., 2024).

Desde esta perspectiva, pueden distinguirse riesgos físicos, operativos, regulatorios, financieros, reputacionales y relacionados con la cadena de suministro. Estas categorías se superponen y pueden presentarse simultáneamente durante una crisis.

Los riesgos físicos se relacionan con la cantidad y la calidad del recurso. Incluyen sequías, disminución de los niveles de los embalses y de las aguas

subterráneas, contaminación de las fuentes, variaciones en las precipitaciones e inundaciones. Aunque la sequía constituye una amenaza recurrente para Nuevo León, las inundaciones también pueden dañar infraestructura, interrumpir redes y provocar pérdidas logísticas. Por ello, las empresas deben considerar tanto la escasez como el exceso de agua.

El riesgo operativo surge cuando la falta de agua, la disminución de la presión o el deterioro de la calidad impiden mantener la producción. Sus efectos son especialmente graves cuando el recurso es indispensable para la seguridad, la limpieza, el enfriamiento o la transformación de materias primas. El impacto depende de la intensidad hídrica de cada proceso, la posibilidad de sustituir agua potable por agua tratada, la capacidad de almacenamiento y la existencia de circuitos de recirculación.

En relación con los riesgos regulatorios, deben considerarse las concesiones, los volúmenes autorizados, los permisos de descarga, las tarifas, las inspecciones y las prioridades de asignación durante emergencias. En 2022, el Gobierno Federal solicitó a los usuarios industriales y agrícolas de la zona que aportaran temporalmente volúmenes para el abastecimiento de la población del Área Metropolitana de Monterrey. Posteriormente, se estableció un plan de acción inmediata que priorizó el uso público urbano y doméstico en los municipios afectados por la baja disponibilidad de agua y la sequía (Comisión Nacional del Agua [Conagua], 2022a; Presidencia de la República, 2022).

Los riesgos financieros comprenden el aumento de los costos de suministro, tratamiento, almacenamiento, mantenimiento y aseguramiento, así como las pérdidas derivadas de la interrupción de la producción y de una menor atracción de inversiones. La contabilidad del capital natural ha adquirido relevancia en los mercados financieros debido al creciente interés por las dependencias y los impactos empresariales sobre la naturaleza. De acuerdo con las recomendaciones del Taskforce on Nature-related Financial Disclosures (TNFD, 2023), las organizaciones deben evaluar y divulgar sus riesgos, oportunidades, impactos y dependencias relacionados con la naturaleza, incluido el agua.

El riesgo reputacional surge cuando las empresas son percibidas como usuarias excesivas, inequitativas u opacas del recurso. Una organización puede perder legitimidad si, durante una sequía, la población enfrenta

restricciones mientras las instalaciones industriales mantienen un acceso irrestricto. Los derechos de concesión no eliminan el deber de demostrar eficiencia, cumplimiento normativo, transparencia y capacidad de respuesta ante las necesidades sociales.

El riesgo de la cadena de suministro aparece cuando los proveedores dependen de fuentes ubicadas en zonas con presión hídrica. Una empresa puede haber reducido su consumo directo y, aun así, ser vulnerable a interrupciones que afecten a productores agrícolas, fabricantes de insumos, proveedores logísticos o generadores de energía. Por tanto, el análisis de riesgos debe extenderse más allá de las instalaciones propias.

La resiliencia organizacional puede entenderse como la capacidad de anticipar disrupciones, responder a ellas, recuperarse y corregir las causas de la exposición. No consiste únicamente en restablecer el estado previo a la crisis. Cuando el modelo anterior implica una dependencia excesiva del agua, pérdidas elevadas o impactos territoriales, la recuperación debe incorporar cambios tecnológicos, administrativos e institucionales.

La anticipación es la capacidad de identificar riesgos antes de que se conviertan en disrupciones. Implica dar seguimiento a la disponibilidad de las fuentes, construir escenarios climáticos, estimar la recarga de los acuíferos y otros procesos hidrológicos críticos, elaborar balances hídricos anuales y evaluar la vulnerabilidad de los proveedores. Esta capacidad permite integrar el agua en la planeación estratégica, financiera y operativa de las empresas.

La absorción es la capacidad de mantener temporalmente las funciones esenciales durante una disrupción. Se apoya en planes de emergencia, almacenamiento racional, reducción de usos no prioritarios, ajustes operativos y acuerdos de apoyo mutuo. El almacenamiento preventivo debe gestionarse de forma que no agrave la escasez para otros usuarios.

La adaptación comprende cambios en el equipamiento, los procesos, las prácticas y las decisiones de inversión para responder a condiciones climáticas variables. Incluye la detección de fugas, la instalación de sistemas de medición, la optimización de las operaciones de limpieza, la sustitución tecnológica, el tratamiento de aguas residuales y el reúso de corrientes internas. El fortalecimiento de esta capacidad permite reducir el volumen de agua necesario para producir una unidad de bienes o servicios.

La transformación supone cambios más profundos en la relación entre la empresa y el sistema hídrico local. Puede incluir proyectos compartidos de tratamiento, conservación de fuentes, restauración de ecosistemas, reducción de fugas y desarrollo de infraestructura. El objetivo no es solo proteger el suministro propio, sino también disminuir la fragilidad del territorio en el que se desarrollan las operaciones.

La economía circular del agua proporciona una base complementaria. A diferencia del modelo lineal de extracción, uso y desecho, la circularidad busca reducir el consumo, prolongar el tiempo de utilización, recuperar recursos y contribuir a la regeneración de los sistemas naturales. Puede aplicarse mediante la separación de corrientes, la recirculación, el tratamiento diferenciado y el uso de agua regenerada en procesos que no requieren calidad potable (Morseletto et al., 2022).

La circularidad puede fortalecer la resiliencia porque reduce la dependencia de fuentes externas. Sin embargo, no garantiza por sí sola la sostenibilidad. Los sistemas de tratamiento y recirculación requieren energía, reactivos, personal especializado y mantenimiento continuo. Bouziotas et al. (2023) señalan que las estrategias circulares deben someterse a pruebas de estrés e incertidumbre para verificar su capacidad de mantener el desempeño durante las interrupciones.

La gobernanza colaborativa constituye una perspectiva más amplia. La gestión del agua involucra autoridades, organismos operadores, empresas, productores, comunidades, universidades y organizaciones de la sociedad civil. Los riesgos no se limitan a fronteras administrativas o corporativas, sino que se configuran en cuencas, acuíferos y redes de suministro. En consecuencia, ninguna organización puede garantizar por sí sola la seguridad hídrica de un territorio.

La colaboración público-privada puede aportar financiamiento, tecnología, innovación y capacidad de ejecución. No obstante, la autoridad pública debe conservar las facultades de regulación, supervisión, protección de los usuarios y definición de prioridades. La participación empresarial se justifica cuando genera beneficios públicos verificables para el sistema compartido, no cuando asegura únicamente el acceso exclusivo de determinadas empresas.

Método de investigación

El capítulo se desarrolló mediante una investigación teórica y documental de carácter integrador. Este enfoque permitió relacionar aportes de la seguridad hídrica, la gestión empresarial, la resiliencia organizacional, la economía circular y la gobernanza colaborativa.

La revisión comprendió artículos científicos, documentos oficiales, informes técnicos, estadísticas económicas, normativa e informes institucionales publicados principalmente entre 2021 y 2026. Se priorizaron materiales relacionados con la crisis hídrica de Nuevo León, la gestión empresarial del agua, los riesgos derivados de las sequías y las estrategias de adaptación aplicables a regiones industrializadas.

Los criterios de inclusión fueron la actualidad y pertinencia de las publicaciones, la claridad metodológica y su procedencia académica u oficial. Se excluyeron materiales sin autoría identificable, artículos de opinión sin respaldo documental y textos que no guardaban relación directa con el sector empresarial o con el contexto de Nuevo León.

La información se organizó en tres dimensiones analíticas. La primera fue la configuración del riesgo, mediante los peligros, la exposición, la vulnerabilidad y las capacidades de respuesta. La segunda comprendió las capacidades empresariales de anticipación, absorción, adaptación y transformación. La tercera distinguió tres niveles de intervención: las instalaciones industriales, las cadenas de suministro y el territorio hídrico compartido.

El análisis se realizó mediante la identificación y comparación de categorías recurrentes y la construcción de vínculos conceptuales entre los temas examinados. Los resultados no corresponden a mediciones directas en empresas específicas, sino a una síntesis interpretativa orientada a proponer un marco de resiliencia aplicable al sector industrial de Nuevo León.

Una limitación importante es la falta de información pública estandarizada sobre el uso real del agua, el reúso y las descargas de empresas específicas. Para sustentar esta apreciación se contrastaron los Censos Económicos 2024 del INEGI; documentos y comunicaciones oficiales de la Comisión Nacional del Agua de 2022 relativos a la emergencia hídrica, la participación de usuarios industriales y el Acueducto El Cuchillo II; la

declaratoria de emergencia por sequía del Gobierno de Nuevo León de 2022 y documentos estatales posteriores; el informe corporativo de agua de CDP (2023); y literatura científica sobre la crisis hídrica de Monterrey, los recursos del acuífero, la escasez socioeconómica y el riesgo hídrico empresarial. Estas fuentes permiten caracterizar el contexto hídrico, económico e institucional, pero no proporcionan una serie pública homogénea, comparable y por instalación que integre extracción o suministro efectivo, consumo, reúso y descarga de empresas específicas.

Resultados

La revisión permite concluir que el riesgo hídrico industrial es sistémico en Nuevo León. La sequía constituye un peligro relevante, pero sus repercusiones dependen de la disponibilidad, la demanda, la infraestructura, la urbanización, la regulación y la capacidad institucional. La crisis de 2022 puede interpretarse, a la luz del concepto de sequía socioeconómica empleado por Magaña et al. (2021), como el resultado de la interacción entre una reducción de la disponibilidad, una demanda elevada y vulnerabilidades acumuladas del sistema de abastecimiento.

Esta interpretación evita atribuir la crisis exclusivamente al cambio climático. La variabilidad de las precipitaciones y el aumento de las temperaturas afectan la disponibilidad, pero la magnitud de los impactos también depende de la planeación territorial, el mantenimiento de las redes, la diversificación de las fuentes y los patrones de consumo. Tampoco resulta suficiente responsabilizar de manera general a una categoría de usuarios. El análisis debe considerar los volúmenes, las fuentes, los periodos de consumo, las necesidades de calidad, los flujos de retorno, la recirculación y el comportamiento de los actores durante los periodos de máxima demanda.

La exposición varía entre sectores y procesos. Una instalación que utiliza un volumen reducido puede enfrentar un riesgo elevado si el agua es indispensable para una etapa crítica. Otra que consume más, pero dispone de sistemas de recirculación, tratamiento y adaptación, puede reducir la probabilidad de interrupción. Por ello, debe evaluarse la dependencia funcional y no solo el volumen total.

El balance hídrico debe ser el primer paso del análisis empresarial. Debe identificar las entradas, los usos, las pérdidas, la evaporación, la incorporación al producto, la recirculación y las descargas. Los indicadores de intensidad hídrica deben complementarse con el volumen total, el porcentaje de reúso, el costo del agua por unidad producida, la calidad del efluente y el grado de presión sobre las fuentes locales.

La primera capacidad identificada es la anticipación. Las empresas necesitan sistemas de información que integren datos climáticos, niveles de almacenamiento, disponibilidad de las fuentes, condiciones de las redes y proyecciones de demanda. El agua debe incorporarse a las decisiones de los órganos de gobierno, las áreas financieras, las unidades de riesgo y las direcciones de operaciones.

La anticipación también exige la planeación de escenarios. El consumo medio anual es insuficiente para evaluar la exposición. Deben considerarse reducciones de presión, interrupciones prolongadas, restricciones regulatorias, alteraciones de la calidad y aumentos temporales de la demanda. Estos escenarios permiten identificar servicios críticos, tiempos máximos tolerables de inactividad, costos potenciales y opciones técnicamente viables.

La segunda capacidad es la absorción. Durante una emergencia es necesario proteger al personal, mantener los procesos esenciales y evitar consumos innecesarios. Los planes de continuidad deben definir prioridades, ajustes de turnos, canales de comunicación y mecanismos de apoyo mutuo entre empresas. Estas medidas deben impedir respuestas improvisadas o la adquisición de agua a proveedores no regulados.

La tercera capacidad es la eficiencia hídrica. Entre las medidas pertinentes se encuentran la instalación de medidores sectoriales, la reparación de fugas, el mantenimiento preventivo y la automatización de las actividades de limpieza. La eficiencia debe evaluarse mediante indicadores vinculados con la producción y con datos absolutos, pues una reducción relativa puede coexistir con un incremento del consumo total.

La cuarta capacidad es la circularidad. El reúso interno del agua tratada puede disminuir la dependencia de fuentes superficiales y subterráneas. Cuando la calidad es adecuada, el agua regenerada puede emplearse en enfriamiento, limpieza, servicios sanitarios, riego o determinados procesos.

La circularidad también puede extenderse al intercambio de agua entre empresas ubicadas en parques industriales o corredores.

El reúso requiere infraestructura de tratamiento, almacenamiento y distribución, así como reglas claras sobre calidad, rendición de cuentas, tarifas y monitoreo. Una estrategia circular no puede limitarse a incrementar el porcentaje de agua reutilizada; debe demostrar que reduce las extracciones, evita impactos adicionales y mantiene condiciones sanitarias y ambientales adecuadas.

La quinta capacidad es la diversificación responsable. La resiliencia aumenta cuando las empresas no dependen de una sola fuente, pero cada alternativa debe evaluarse a escala territorial. La perforación de nuevos pozos puede asegurar temporalmente el suministro de una instalación y, al mismo tiempo, agravar el deterioro del acuífero. Por ello, la primera opción debe ser reducir la demanda, seguida por la recirculación, el uso de agua regenerada y el aprovechamiento de agua pluvial para usos no potables.

La sexta capacidad es la colaboración. Durante la crisis de 2022 se establecieron mecanismos de coordinación entre las autoridades y los usuarios productivos para aportar temporalmente volúmenes destinados al abastecimiento público. De manera similar, la construcción del Acueducto El Cuchillo II involucró a los gobiernos federal y estatal, así como a empresas que proporcionaron materiales, equipo y capacidad de ejecución (Conagua, 2022a, 2022b).

Estas experiencias muestran que el sector privado puede movilizar recursos durante una crisis. Sin embargo, la colaboración no debe limitarse a la respuesta de emergencia. Debe orientarse también a la prevención, la reducción de pérdidas, el incremento del reúso, el monitoreo de las fuentes y la restauración de los ecosistemas.

Un ejemplo es el programa Reconectando con el Agua, desarrollado por Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey y el Fondo Ambiental Metropolitano de Monterrey. El proyecto busca intervenir sectores de la red, medir los consumos y reducir el agua no contabilizada. Su relevancia radica en que canaliza recursos empresariales hacia la operación eficiente del sistema metropolitano, y no solo hacia la seguridad de instalaciones particulares (Gobierno del Estado de Nuevo León, 2026b).

Las alianzas deben evaluarse mediante indicadores verificables, entre ellos los volúmenes recuperados, la reducción de pérdidas, los costos, la duración de las mejoras y el número de personas beneficiadas. También deben precisar la propiedad de la infraestructura, las responsabilidades de mantenimiento, la gestión de los datos y las salvaguardas para prevenir conflictos de interés.

La intervención en la cadena de suministro también es necesaria para la resiliencia industrial. Las grandes empresas pueden solicitar a sus proveedores información sobre consumo, disponibilidad, tratamiento, cumplimiento y continuidad. Sin embargo, la evaluación no debe convertirse en un mecanismo de exclusión. Las pequeñas y medianas empresas suelen disponer de menos recursos financieros y capacidades tecnológicas, por lo que requieren asistencia técnica, financiamiento y soluciones colaborativas.

La colaboración territorial también puede incluir la conservación de las zonas de recarga, la restauración de los ríos, la gestión de escorrentías y la infraestructura verde. Las soluciones basadas en la naturaleza pueden ayudar con la infiltración, la regulación hidrológica y la recuperación del entorno. Solo funcionan cuando los sitios se seleccionan con cuidado, las finanzas se sostienen a lo largo del tiempo, la ciencia y el monitoreo son sólidos y la participación social es profunda (Gooden y De Rosenzweig, 2023).

A partir de la revisión, se propone un modelo de resiliencia hídrica industrial compuesto por seis capacidades: anticipación, eficiencia, circularidad, diversificación responsable, colaboración territorial y transparencia. Estas capacidades deben aplicarse en tres niveles: las instalaciones, las cadenas de suministro y el territorio.

En las instalaciones, las empresas controlan los procesos, el equipamiento, el consumo y las descargas. En las cadenas de suministro, pueden identificar proveedores vulnerables y promover mejores prácticas. En el territorio, deben reconocer que comparten fuentes, infraestructura y riesgos con la población, otras actividades económicas y los ecosistemas.

Este modelo permite distinguir entre resiliencia real y resiliencia aparente. La primera consiste en mantener las operaciones con menores dependencias e impactos, al tiempo que se fortalece el sistema hídrico compartido. La segunda se presenta cuando una empresa sobrevive mediante la

transferencia de riesgos, el incremento de las extracciones, el acaparamiento preventivo o la externalización de impactos hacia otros usuarios.

La transparencia es una condición transversal. Las empresas deben divulgar datos comparables sobre extracción, consumo, reúso, descargas, riesgos y metas, sin revelar información comercialmente sensible. Las recomendaciones del TNFD ofrecen un marco para ampliar y profesionalizar la divulgación de dependencias, impactos, riesgos y oportunidades relacionados con la naturaleza, incluido el agua (Taskforce on Nature-related Financial Disclosures, 2023).

La política pública puede incorporar métricas comunes, auditorías de agua, incentivos para la eficiencia, financiamiento para el reúso y mecanismos de apoyo a las pequeñas empresas. También debe establecer prioridades claras durante las crisis. El derecho humano al agua exige que los usos personales y domésticos tengan prioridad sobre los productivos.

Esta prioridad no contradice la importancia económica de la industria. Por el contrario, reconoce que el éxito empresarial depende de una población con servicios adecuados, instituciones eficaces, infraestructura funcional y comunidades capaces de participar en la gestión del recurso. La resiliencia industrial solo puede sostenerse dentro de un marco de seguridad hídrica colectiva.

Conclusiones

El riesgo hídrico industrial en Nuevo León resulta de la interacción entre las condiciones climáticas, la expansión metropolitana, el crecimiento productivo, la infraestructura, la demanda, la regulación y las capacidades institucionales. La sequía es una amenaza recurrente, pero se convierte en crisis cuando coincide con fuentes sometidas a presión, redes deterioradas, demanda creciente y respuestas tardías.

Los riesgos pueden ser físicos, operativos, regulatorios, financieros, reputacionales o relacionados con la cadena de suministro. El volumen total consumido es insuficiente para evaluarlos. También deben analizarse la procedencia del agua, la disponibilidad de la fuente, la calidad requerida, la recirculación, las descargas y las condiciones de la cuenca o del acuífero.

La anticipación, la eficiencia, la circularidad, la diversificación responsable, la colaboración territorial y la transparencia conforman las capacidades centrales de la resiliencia industrial. En las operaciones se expresan mediante medición, análisis de escenarios, mantenimiento, reúso y planes de continuidad. En el territorio requieren coordinación con autoridades, organismos operadores, otras empresas, universidades y comunidades.

Las asociaciones público-privadas pueden contribuir a cerrar brechas de infraestructura, ampliar el tratamiento y el reúso y apoyar la restauración de ecosistemas. Sin embargo, deben sujetarse a transparencia, escrutinio y evaluación independiente. La participación empresarial complementa, pero no sustituye, las funciones regulatorias y de planeación del Estado.

Una empresa resiliente no es aquella que se aísla de las crisis mediante fuentes exclusivas o mayores extracciones, sino la que mantiene sus operaciones mientras reduce su dependencia, sus pérdidas y sus impactos, y contribuye a fortalecer el sistema hídrico compartido.

La competitividad futura de Nuevo León dependerá de que el crecimiento industrial sea compatible con la disponibilidad de agua, el derecho humano al recurso y la integridad de las cuencas y los acuíferos. Las investigaciones futuras deberán evaluar la eficiencia hídrica de sectores específicos, las estrategias empresariales de reúso y los beneficios económicos, sociales y ambientales de los mecanismos de articulación público-privada.

Referencias

- Barajas Madrigal, U. A., Madrigal Barrera, J. J., García Romero, L., y Sánchez Quispe, S. T. (2024). Evaluación de los recursos hídricos en el acuífero Área Metropolitana de Monterrey en la última década y sus implicaciones en la crisis hídrica de la zona. *Ciencia Nicolaita*, (91), 69-82. <https://doi.org/10.35830/cn.vi91.791>
- Bouziotas, D., Stofberg, S., Frijns, J., Nikolopoulos, D., y Makropoulos, C. (2023). Assessing the resilience of circularity in water management: A modeling framework to redesign and stress-test regional systems under uncertainty. *Urban Water Journal*, 20(5), 532-549. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2023.2190030>
- CDP. (2023). Stewardship at the source: Global water report 2023. CDP Worldwide.
- Comisión Nacional del Agua. (2022a, 28 de junio). Gobierno de México exhorta a industriales y agricultores de Monterrey a ceder agua temporalmente para abasto a la población. Gobierno de México.

- Comisión Nacional del Agua. (2022b, 30 de agosto). Acuerdan gobiernos de México y Nuevo León, con industriales, participantes en la construcción del Acueducto El Cuchillo II. Gobierno de México.
- Gobierno del Estado de Nuevo León. (2022, 3 de febrero). Emite Gobierno de Nuevo León declaratoria de emergencia por sequía.
- Gobierno del Estado de Nuevo León. (2026a, 4 de febrero). Fortalece Nuevo León su liderazgo industrial con el arranque de Expo Manufactura 2026.
- Gobierno del Estado de Nuevo León. (2026b, 24 de mayo). Firman Agua y Drenaje y Fondo Ambiental Metropolitano de Monterrey convenio para fortalecer el programa Reconectando con el Agua.
- Gooden, J., y De Rosenzweig, L. J. (2023). Nature-based solutions to improve water security in northern Mexico. *Oryx*, 57(3), 286-287. <https://doi.org/10.1017/S0030605323000261>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2025). Censos Económicos 2024: Resultados definitivos. INEGI.
- Magaña, V., Herrera, E., Ábrego-Góngora, C. J., y Ávalos, J. A. (2021). Socioeconomic drought in a Mexican semi-arid city: Monterrey Metropolitan Area, a case study. *Frontiers in Water*, 3, Article 579564. <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.579564>
- Morseletto, P., Mooren, C. E., y Munaretto, S. (2022). Circular economy of water: Definition, strategies and challenges. *Circular Economy and Sustainability*, 2, 1463-1477. <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00165-x>
- Pacheco-Treviño, S., y Manzano-Camarillo, M. G. (2024). The socioeconomic dimensions of water scarcity in urban and rural Mexico: A comprehensive assessment of sustainable development. *Sustainability*, 16(3), Article 1011. <https://doi.org/10.3390/su16031011>
- Presidencia de la República. (2022, 29 de julio). Decreto por el que se establece el plan de acción inmediata para atender la emergencia por el desabasto de agua potable para uso público urbano y doméstico en los municipios afectados por baja disponibilidad en sus fuentes de abastecimiento y por sequía. Diario Oficial de la Federación.
- Taskforce on Nature-related Financial Disclosures. (2023). Recommendations of the Taskforce on Nature-related Financial Disclosures. TNFD.
- Zhu, Y., Zhang, C., Wang, T., y Miao, Y. (2024). Corporate water risk: A new research hotspot under climate change. *Sustainable Development*, 32(3), 2623-2637. <https://doi.org/10.1002/sd.2800>