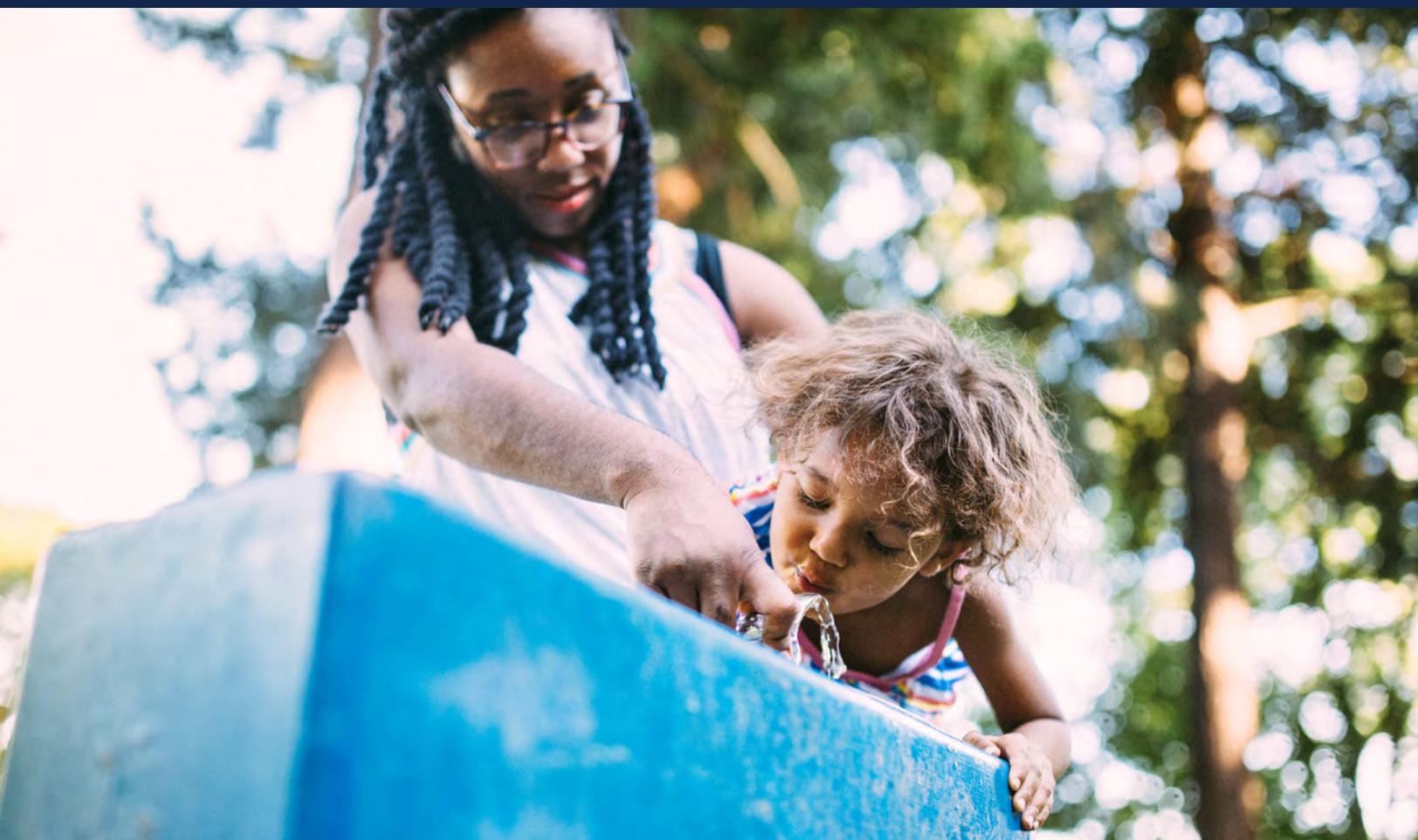




INFORME

AGUA SUCIA: PREVALENTE INCIDENCIA DE COMPUESTOS TÓXICOS PERSISTENTES EN AGUAS DE COMUNIDADES SIN JUSTICIA AMBIENTAL



Susan Lee
Avinash Kar
Anna Reade, PhD
Consejo para la Defensa de Recursos Naturales

En colaboración con:
El Centro Comunitario por el Agua
Médicos por la Responsabilidad Social – Los Ángeles
Clean Water Action

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos enormemente a nuestras colegas del NRDC, la Dra. Kristi Pullen Fedinick (Directora Científica), Tracy Quinn (Directora de la Política de Agua Urbana en California) y la Dra. Kim Knowlton (Científica Sénior y Subdirectora del Centro Científico) por su meticulosa revisión y valiosa crítica constructiva sobre el presente informe. Reconocemos también la inmensa aportación de Andria Ventura con Clean Water Action, Michael Rincon con Médicos por la Responsabilidad Social – Los Ángeles y Erick Orellana con El Centro Comunitario por el Agua, por compartir su contexto y añadir perspectiva al presente informe.

Financiando con fondos caritativos aportados al NRDC.

Sobre el NRDC

El NRDC es una organización ambiental internacional sin fines de lucro que cuenta con más de tres millones de miembros y activistas cibernéticos. Nuestros abogados, científicos y demás especialistas ambientales se han dedicado desde el 1970 a proteger los recursos naturales del planeta, la salud pública y el medio ambiente. El NRDC cuenta con oficinas en la Ciudad de Nueva York; Washington, D.C.; Los Ángeles; San Francisco; Chicago; Montana y Pekín. Nos encuentra en la web en nrdc.org.

Jefa de Comunicaciones, NRDC: Michelle Egan

Directoras Ejecutivas de Comunicaciones, NRDC: Lisa Goffredi and Jenny Powers

Editora de Publicaciones sobre Reglamentos, NRDC: Leah Stecher

Portada: © iStock

Diseño y producción: www.suerossi.com

© Consejo para la Defensa de Recursos Naturales 2021

Índice

Resumen ejecutivo	4
Introducción.....	5
Crisis de contaminación con PFAS en las aguas potables de California	6
Resumen de metodologías	7
Hallazgos.....	7
La contaminación con PFAS es prevalente en acueductos californianos	7
La contaminación con PFAS es alta en comunidades desfavorecidas	9
La contaminación con PFAS es particularmente alta en las comunidades más desfavorecidas	11
La extensión del problema podría ser mucho mayor de lo que aparenta	13
Recomendaciones de reglamentación.....	14
1. Para salvaguardar el agua potable	15
Extender programas de monitoreo	15
Abordar el problema de contaminación del agua potable con PFAS	16
2. Para controlar el problema general de contaminación con PFAS.....	16
Dejar de añadir al problema.....	16
Disponer de desechos con PFAS de manera segura	17
Responsabilizar a quienes contaminan.....	17
Referencias	18

Resumen ejecutivo

© Brian Maranan Pineda para el NRDC



Las sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas, conocidas por su acrónimo en inglés, “PFAS”, son un amplio grupo de miles de compuestos químicos sintéticos de uso extendido por sus propiedades de repelencia al agua y aceites, resistencia a temperaturas extremas, y reducción de fricción en productos caseros, tales como utensilios antiadherentes de cocina, prendas de ropa impermeables y empaques de comida. Hay vínculos establecidos entre las PFAS y varias amenazas serias a la salud, incluyendo incidencia de cáncer, trastornos de desarrollo y reproducción, y toxicidad al sistema inmunológico. Lamentablemente, debido a su uso generalizado y su alta resistencia a la descomposición (por lo cual frecuentemente se les llama “compuestos persistentes”), así como su alta facilidad de movimiento (o sea, la facilidad

con la que se esparcen en el medio ambiente) y la tendencia a acumularse dentro del sistema de plantas, animales y seres humanos con el paso del tiempo, nos encontramos ahora con un problema extenso de contaminación. Las mediciones revelan que prácticamente toda persona que reside en Estados Unidos contiene algún nivel de PFAS dentro del cuerpo, y que continuamos exponiéndonos mediante un gran número de rutas, que incluyen el agua potable, los alimentos, productos de consumo, la tierra y el aire. Ante la creciente evidencia de daño, científicos y expertos de salud pública alrededor del mundo continúan alzando la voz de alarma en contra de este grupo de compuestos químicos tan amplio y tan dañino.

El estado de California comienza a dar pasos hacia la corrección de esta crisis ambiental y de salud pública, mediante una serie de investigaciones en torno a la posible procedencia de la contaminación con PFAS, que incluye el monitoreo de fuentes de agua potable situadas en las inmediaciones de vertederos y aeropuertos. El presente informe con sus mapas interactivos complementarios, proporciona un análisis de los datos iniciales recopilados mediante dicho programa de monitoreo.¹

Los datos preliminares indican lo siguiente:

1. Ya es perceptible mediante el sistema de muestreo y pruebas aun bastante limitadas que hay contaminación con PFAS generalizada en el estado de California, afectando potencialmente hasta a dieciséis millones de californianos.
2. Es evidente que la contaminación con PFAS es mayor en comunidades que ya viven agobiadas por múltiples otras fuentes de contaminación y más factores que las predisponen a mayor susceptibilidad a contaminantes, poniéndolas en mayor riesgo a daños por exposición a PFAS cuando ya están clasificadas como vulnerables.
3. El alcance del sistema de monitoreo es sumamente limitado, lo cual imposibilita discernir la gravedad del problema.
 - a. El programa de muestreo y monitoreo actual sólo cubre un 3 por ciento de los sistemas de acueductos públicos, por lo cual carecemos de información referente a miles de acueductos y pozos privados.
 - b. Actualmente, sólo se llevan a cabo pruebas para la detección de 18 PFAS en específico, cuando existen miles.
4. La respuesta de comunicación relevante a comunidades en torno a resultados de muestreo y potencial riesgo a exposición no ha dado el grado.

Hay que tomar acción exhaustiva para atajar el problema generalizado de contaminación con PFAS. La estrategia tiene que incluir la expansión de programas de monitoreo, apoyo inmediato y acceso inmediato a agua potable limpia para las comunidades más vulnerables, amplia reglamentación y limpieza de aguas contaminadas con dichos químicos, requisitos en torno al manejo y eliminación de desechos con PFAS, restricciones al uso de dichos químicos y consecuencias monetarias para aquéllos responsables de la contaminación, responsabilizándolos por daños y perjuicios asociados con las PFAS.

El presente informe constituye un resumen de todo lo que se sabe hasta el momento sobre la contaminación con PFAS en California y sobre quiénes son probablemente los más afectados, y además propone recomendaciones reglamentarias para que el estado actúe con debida premura en defensa de sus comunidades más vulnerables.

Introducción

Las sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas, conocidas por su acrónimo en inglés, “PFAS”, son un amplio grupo de miles de compuestos químicos sintéticos de uso extendido por sus propiedades de repelencia al agua y aceites, resistencia a temperaturas extremas, y reducción de fricción. Son varias las industrias que manufacturan PFAS o utilizan dichos compuestos en artículos tales como utensilios de cocina, empaques de comida, productos de aseo personal, espuma antiincendios y tejidos.

Sencilla y llanamente, el uso de PFAS se ha convertido en una crisis ambiental y de salud pública a nivel global. Son varias las razones por las cuales las PFAS suponen una amenaza tan perfectamente imponente:

- Su composición química es extremadamente “persistente”, lo cual quiere decir que no se descomponen mediante biodegradación en el medioambiente o, alternativamente, que la descomposición de su estructura molecular redunde en la creación de otras PFAS persistentes. Por ello se dice que son compuestos que duran “para siempre”.
- Suelen tener gran **facilidad de movimiento**, lo cual se refiere a la velocidad con la cual se esparcen en un ambiente una vez han sido introducidos en el mismo. Actualmente tanto el agua potable, como el aire, los alimentos y nuestros hogares contienen partículas de PFAS.
- La remoción de dichas partículas del agua, el suelo y la cadena de producción de alimentos es **sumamente difícil y costosa**.
- Son capaces de **acumulación en organismos vivos**, tales como en las plantas, animales y seres humanos. Todos los que vivimos en Estados Unidos contenemos alguna medida de PFAS en nuestros cuerpos.²
- Son **tóxicas aún en cantidades extremadamente pequeñas** (a nivel de pocas partes por trillón [ppt]). Se han establecido vínculos entre las PFAS y ciertos efectos graves en la salud, incluyendo cáncer, disrupción hormonal, daño renal y hepático, trastornos de desarrollo y reproductivo, y toxicidad al sistema inmunológico.³
- Su uso se ha **generalizado** en múltiples procesos industriales y comerciales, además de figurar en una gran variedad de productos de consumo.⁴
- Son un grupo químico muy prolífico. Actualmente existen **más de 9,000 variantes** de dichos compuestos tan perjudiciales.⁵

La preocupación sobre el impacto de las PFAS no ha hecho más que incrementar durante la pandemia, ya que se vinculan con una **respuesta reducida en la creación de anticuerpos tras vacunación**, lo cual redunde en una reducción de efectividad en vacunas contra enfermedades graves, tales como el tétano, la difteria y el COVID-19.⁶ Por si fuera poco, también se vinculan las PFAS con mayor riesgo de asma y aumentos en colesterol (que contribuye a condiciones cardíacas), disfunción del sistema inmunológico, y enfermedad renal y hepática, todas las cuales son condiciones subyacentes serias que pueden aumentar el riesgo de gravedad del COVID-19 y, muy probablemente, de otras enfermedades infecciosas.⁷

Se ha demostrado que ciertas PFAS pueden acumularse dentro del cuerpo humano y tardar décadas en eliminarse del sistema.⁸ Dicha acumulación puede incluso comenzar en la etapa prenatal, o sea, antes del nacimiento. Tanto los bebés como niños pequeños pueden ser expuestos a PFAS durante la etapa fetal del embarazo, así como mediante fórmula infantil o leche materna contaminada.⁹ Lamentablemente, los niños son particularmente susceptibles a los efectos dañinos de las PFAS y demás tóxicos, debido a los complejos y veloces procesos de crecimiento y desarrollo que experimentan.¹⁰

Las PFAS son particularmente peligrosas, ya que las variantes son sumamente similares a nivel molecular. Muy a menudo, varios tipos de PFAS presentan vínculos con riesgos de salud similares, como interferencia con el sistema inmunológico o la función hormonal. Por ello, preocupa grandemente que cuando un individuo ha sido expuesto a múltiples PFAS a lo largo de un periodo de tiempo, dichos químicos tendrán un efecto sobre los mismos sistemas biológicos, creando un daño compuesto mucho mayor que el ocasionado por una sola PFAS.¹¹

No obstante, hasta el momento, el manejo de riesgos a causa de PFAS se ha enfocado primordialmente en buscar soluciones una por una, lo cual ha dado paso a un enorme fracaso en el intento de controlar la exposición generalizada a dichos compuestos, muchas veces corriendo a sustituir una PFAS con otra (a lo cual se le conoce como una “sustitución desafortunada”). Todo ha redundado en la protección deficiente de la salud pública. Para enfrentar la contaminación con PFAS de manera efectiva y lograr una verdadera reducción



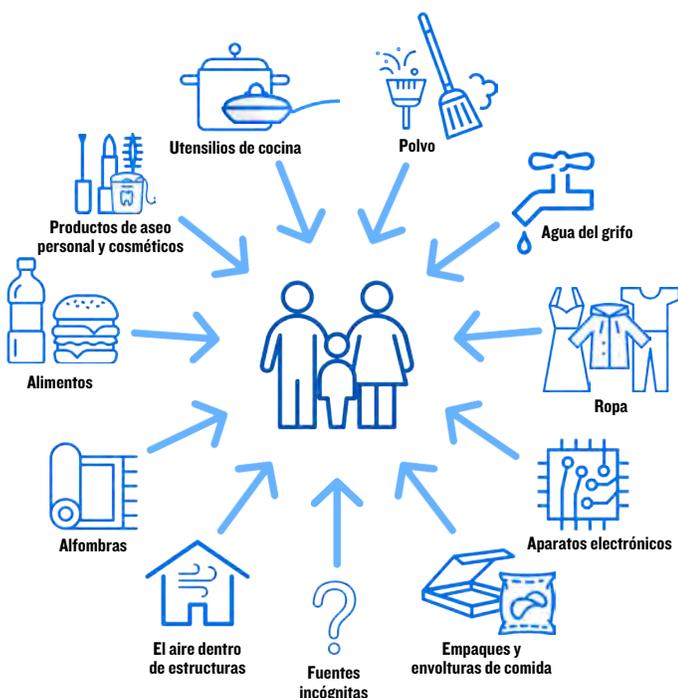
© Duane Mendes

en el impacto al medio ambiente y los seres humanos, la comunidad científica urge a legisladores a tratar estos compuestos como una sola clase (o sea, a monitorear y reglamentar todas las PFAS juntas, en vez de una por una).¹² Todo esfuerzo para enfrentar la contaminación con PFAS debe partir de dicho punto, ya sea para implementar una eliminación gradual del uso, sistemas de monitoreo o estrategias de limpieza.

CRISIS DE CONTAMINACIÓN CON PFAS EN LAS AGUAS POTABLES DE CALIFORNIA

El uso extendido de PFAS ha culminado en la infiltración de dichas sustancias en todas las facetas del medio ambiente: el aire, el agua, los alimentos, las plantas, la vida silvestre y nuestros propios cuerpos.¹³ Todos los días nos exponemos a la posibilidad de entrar en contacto con distintas combinaciones tóxicas provenientes de diversas fuentes, incluyendo el agua que bebemos, la comida que ingerimos, el aire que respiramos o incluso el polvo que tocamos, las alfombras, la pintura, las ceras, la ropa, los tapizados, productos de aseo personal tales como el hilo dental y cosméticos (Figura 1).

FIGURA 1: LA EXPOSICIÓN A PFAS PROVIENE DE MÚLTIPLES FUENTES



La contaminación con y exposición a PFAS es, por varias razones, un problema serio en California. No solo corren riesgo los abonados a sistemas de acueductos que se nutren de fuentes de agua contaminada, sino que la situación podría dejar sin servicio de agua a comunidades en un estado donde el recurso ya es escaso debido a sequías y otros contaminantes. Más importante aún, hay un sinnúmero de comunidades a través de todo el estado que ya sufren injusticias ambientales que sólo se pueden agravar mediante la exposición a PFAS. Un buen ejemplo de esto es la incidencia de asma en California, un mal de la salud vinculado al contacto con PFAS.¹⁴ En California, más de cinco millones de personas han sido diagnosticadas con asma en algún punto en sus vidas, a menudo de niños. Los riesgos que acarrea el contacto con PFAS en una persona con asma son mayores cuando la persona ya ha estado expuesta a otros tipos de tóxicos ambientales, como la contaminación del aire.¹⁵

Para millones de personas, incluyendo aquellas con asma, el punto de contacto principal con PFAS es muy probablemente el agua potable.¹⁶ La contaminación del agua con PFAS también proviene de muchas fuentes: instalaciones industriales, vertederos, plantas de tratamiento de aguas negras y zonas de entrenamiento para combatir incendios, tanto en aeropuertos como en bases

militares.¹⁷ No obstante, no hay monitoreo, pautas ni reglamentos implementados a nivel federal para el manejo de aguas contaminadas con PFAS. Ante la falta de acción federal, han sido ciertos estados, como California, los que han liderado los esfuerzos contra la crisis de PFAS en el agua potable.

Al día de hoy, la mayor parte de los esfuerzos por abordar el problema de PFAS se llevan a cabo en los estados donde hay o ha habido manufactura de dichas sustancias. Sin embargo, la manufactura no es la única fuente significativa de contaminación del agua con PFAS. En California, otros posibles culpables lo son aeropuertos, refinerías y bases militares, todos los cuales son usuarios empedernidos de productos que contienen PFAS. Para poder hacerse una mejor idea del problema, la Junta de Control de los Recursos Acuáticos del Estado California (conocida como la Junta del Agua) promulgó en marzo del 2019 una investigación en tres fases sobre posibles ubicaciones responsables de contaminar cuerpos de agua con PFAS.¹⁸ La primera fase incluyó fuentes de agua en las inmediaciones de aeropuertos y vertederos, para las cuales tocan ahora cuatro rondas de muestreo y recopilación de datos.¹⁹ También están bajo actual investigación plantas de tratamiento de aguas negras, instalaciones y refinerías petroleras, e instalaciones de galvanoplastia, pero todavía no hay datos disponibles.

El presente informe proporciona un resumen de los hallazgos obtenidos en la primera fase, los cuales muestran amplia presencia de PFAS en el agua potable de California. Los datos hasta el momento indican además que dicha contaminación es aún más intensa en comunidades ya desproporcionadamente afectadas por adversidades. Debido a la persistencia molecular de las PFAS y a la inmensa variedad en la procedencia de la contaminación, el problema tiene que abordarse desde un punto de partida con medidas abarcadoras, que vayan más allá de la obvia limpieza de aguas contaminadas,

tajando el problema de contaminación desde la raíz y concentrándose en proteger a comunidades ya vulnerables de esta amenaza cada vez mayor a la salud pública.

Este informe cuenta con una serie complementaria de mapas interactivos por internet que combinan los hallazgos iniciales de la investigación en California junto con información sobre las comunidades potencialmente afectadas, incluyendo datos demográficos y la gravedad de la situación que dichas comunidades ya enfrentan con otros contaminantes.²⁰

Resumen de metodologías

El objetivo fue crear un análisis de la potencial exposición a PFAS en comunidades californianas a través del agua potable, utilizando las unidades poblacionales delineadas por el mapa censal. Para ello, tabulamos los resultados de los muestreos para detección de PFAS en los cuerpos de agua incluidos en la primera fase de la investigación de la Junta del Agua. Al momento del estudio, hubo disponible cuatro rondas consecutivas de muestreos, conteniendo datos a partir del 1 de abril de 2019 hasta el 30 de junio de 2020.²¹ Nuestro análisis se enfocó en la “cantidad total de PFAS”, léase, la suma de las 18 PFAS para las cuales se realizaron pruebas, en vez de cada compuesto individualmente, ya que todas las PFAS representan una amenaza a la salud pública. Luego, utilizando información disponible a través de la División de Agua Potable sobre los límites geográficos de los sistemas de acueductos, superpusimos sobre el mapa del censo los niveles de PFAS más altos registrados en cada comunidad abastecida por cada uno de los sistemas de acueductos públicos.²²

Un segundo objetivo fue obtener un mayor entendimiento de quiénes son los potencialmente afectados por la contaminación del agua potable con PFAS en California y, particularmente, las implicaciones de dicha exposición. Para ello, llevamos a cabo una examinación comparativa entre los resultados del muestreo de PFAS y las puntuaciones asignadas por el sistema de investigación ambiental del estado de California, CalEnviroScreen 3.0 (CES), diseñado para medir la carga de impactos ambientales en unidades geográficas según el mapa censal. El CES identifica comunidades desproporcionadamente impactadas por y vulnerables a múltiples fuentes de contaminación.²³ El 25 por ciento con el mayor impacto entre todas las comunidades es denominado como “comunidades desfavorecidas”, para propósitos de asignación de fondos estatales a través del programa de derechos de emisión (Proyecto de Ley 535). La superposición de las puntuaciones del CES con los resultados de PFAS sobre el mapa del censo facilitó la identificación de las áreas geográficas potencialmente más vulnerables a la contaminación del agua con PFAS.

Para una descripción a fondo de la metodología, favor de consultar el Apéndice A.

Hallazgos

LA CONTAMINACIÓN CON PFAS ES PREVALENTE EN ACUEDUCTOS CALIFORNIANOS

Nuestro análisis demuestra contaminación con PFAS generalizada en el agua potable del estado de California. Según los datos disponibles hasta el momento, se sabe que millones de californianos están en riesgo debido a la contaminación del agua potable con PFAS, y que existen además miles de pequeños sistemas de acueductos y pozos privados que abastecen a más de 19 millones de californianos, y que no han sido muestreados para la detección de PFAS.

De los 248 sistemas de acueductos examinados hasta el momento (los cuales abastecen a la mitad de la población residencial en California), se han detectado PFAS en 160 (Figura 2). Estos 160 sistemas de acueductos son primordialmente los más grande del estado y abastecen a más de 16 millones de personas en total (aproximadamente el 42 por ciento de la población de California).

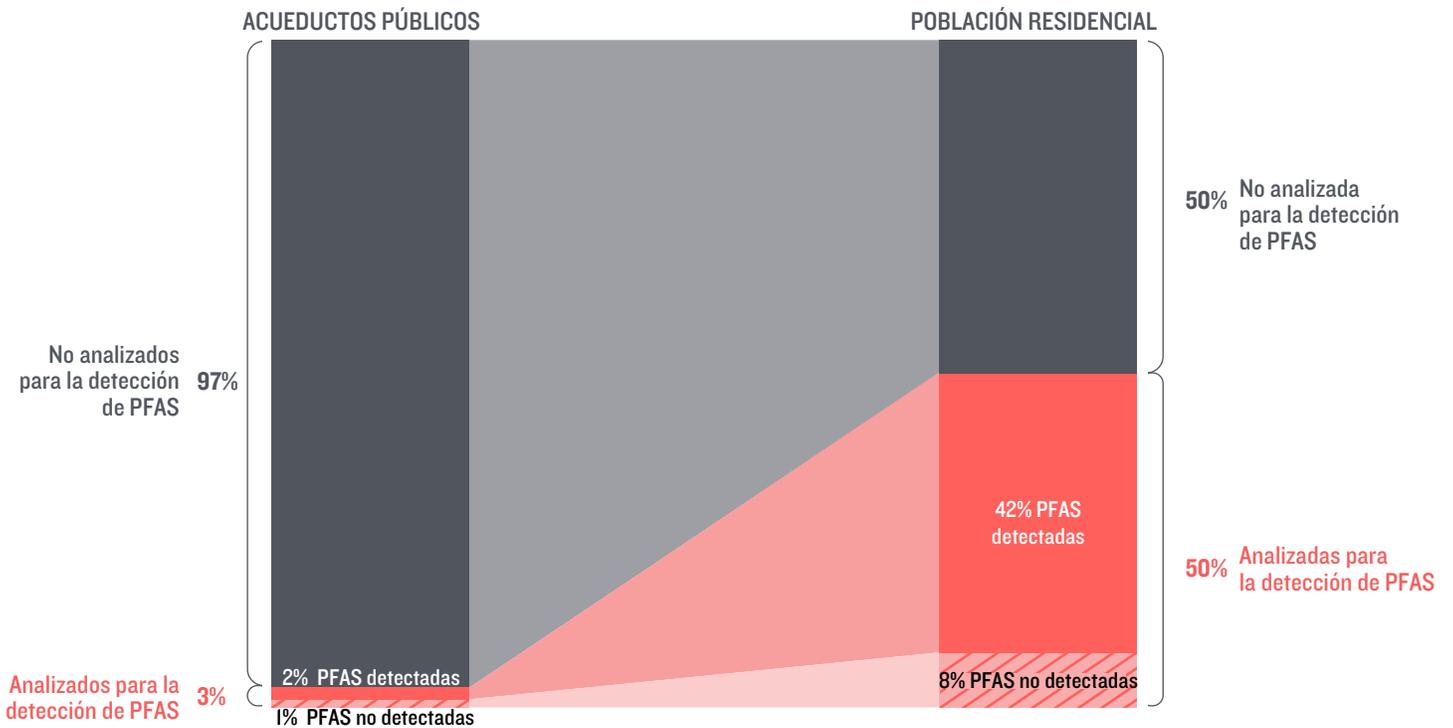
Cabe resaltar que, aunque las examinaciones hasta el momento han cubierto la mitad de la población, no obstante representan sólo un 3 por ciento (248 de un total de 7,896) de los sistemas de acueductos públicos del estado de California, y que sólo incluyen 18 compuestos PFAS en específico, lo cual sugiere que la magnitud del problema de contaminación con PFAS en el estado podría ser muchísimo mayor de lo esperado, y que muchas comunidades más pequeñas se han abandonado a su suerte sin monitoreo disponible.

FIGURA 2: SISTEMAS DE ACUEDUCTOS PÚBLICOS ANALIZADOS PARA LA DETECCIÓN DE PFAS EN CALIFORNIA Y COMUNIDADES ABASTECIDAS

Sistemas de Acueductos Públicos (SAP) analizados para la detección de PFAS en California



Sistemas de Acueductos Públicos analizados y población residencial abastecida

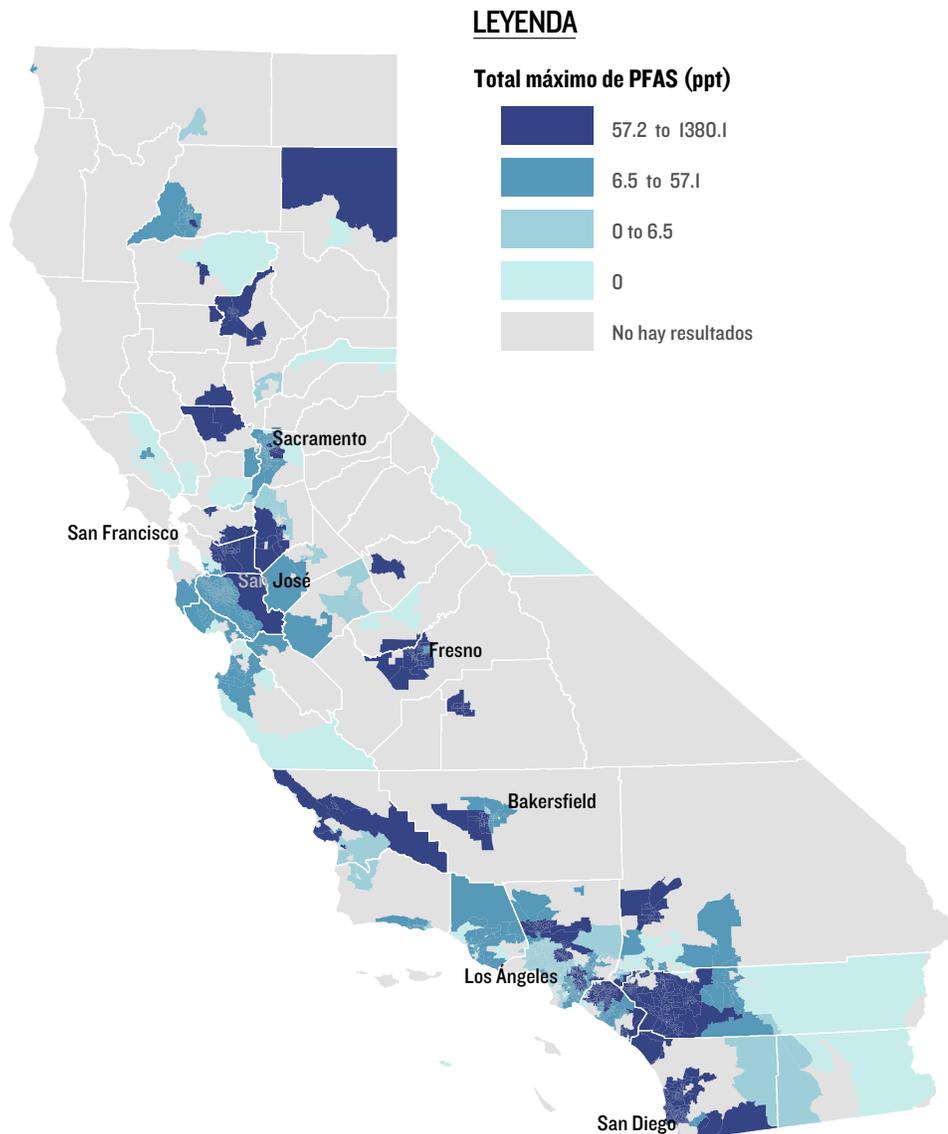


	# de SAP	% del total de SAP	Población residencial abastecida	% del total de la población residencial abastecida
Total de SAP en California	7,896	--	38,441,719	--
SAP no analizados para detección de PFAS	7,648	97%	19,078,479	50%
SAP analizado para detección de PFAS	248	3%	19,363,240	50%
SAP con detección de PFAS	160	2%	16,123,916	42%
SAP sin detección de PFAS	88	1%	3,239,324	8%

Las ubicaciones de contaminación con PFAS que se encuentran en la Figura 3 muestran que el problema no se limita a ninguna región en específico dentro de California, sino que se han detectado dichos contaminantes en la mayoría de las comunidades donde se realizaron pruebas de detección a través del estado. Ya que se detectaron PAFS en más de la mitad de los sistemas de acueductos analizados, es muy probable que haya PFAS presentes en muchos de los 7,648 sistemas de acueductos que aún quedan por analizar (marcados en gris).

FIGURA 3: POTENCIAL EXPOSICIÓN A PFAS EN SISTEMAS DE ACUEDUCTOS DE CALIFORNIA POR ZONA CENSUAL

Las cantidades detectadas de cada uno de los 18 compuestos PFAS se sumaron unas a otras en cada uno de los muestreos por cada trimestre. Luego, el total más alto de cualquier fuente dada en cada sistema de acueducto fue asignado a cada una de las zonas censuales dentro de las áreas de abastecimiento de dicho sistema. Este método representa la posible exposición máxima, o sea, el peor de los casos, para cada sistema de acueductos. Los niveles de PFAS han sido divididos entre no detectado (0) y en terciles con nivel de PFAS detectado, donde cada tercil contiene el mismo número de zonas censuales ordenadas de menor a mayor en detección total de PFAS.



LA CONTAMINACIÓN CON PFAS ES ALTA EN COMUNIDADES DESFAVORECIDAS

Para tener una idea más clara de quiénes son los posiblemente afectados por la contaminación del agua potable con PFAS, incorporamos datos recopilados por CalEnviroScreen 3.0 (CES) a nuestro propio análisis. EL Proyecto de Ley 535 exige a la Agencia de Protección Ambiental del estado de California que identifique comunidades desfavorecidas en base a criterios geográficos, socioeconómicos, peligros ambientales y asuntos de salud pública.²⁴ CES es la herramienta dedicada a esa labor. La Figura 4 refleja las puntuaciones generadas por el CES a través del estado.

Mediante la incorporación de las puntuaciones del CES a nuestro análisis, podemos comenzar a estudiar los puntos de intersección entre la contaminación con PFAS y comunidades previamente agobiadas por otros tipos de contaminación (p.ej., contaminación del aire, uso de pesticidas, etc.) y factores socioeconómicos o de salud (tales como pobreza, enfermedades cardiovasculares, etc.). Par a lograr la comparación, hemos superpuesto los niveles de contaminación con PFAS sobre el mapa de puntuaciones del CES, en busca de puntos de coincidencia. El mapa que emerge (Figura 5) identifica las zonas censales que enfrentan las peores circunstancias de contaminación y problemas socioeconómicos, así como el mayor nivel de probabilidad de agua potable contaminada con PFAS. Más específicamente, al superponer las comunidades más vulnerables (según el CES), identificadas en la Figura 4, con los niveles más altos de PFAS, identificados en la Figura 3, es evidente que dichas comunidades o no han sido muestreadas (coloreadas en gris), o han arrojado resultados altos de contaminación con PFAS (coloreadas en verde oscuro). Las comunidades en Fresno, Los Ángeles, San Joaquín y los condados de Tulare parecen correr mayor riesgo. La lista de los resultados del muestreo para PFAS y las puntuaciones del CES desglosadas por ciudad y condado aparece en el Apéndice C.

FIGURA 4: PUNTUACIONES DEL CALENVIROSCREEN 3.0 POR ZONA CENSAL EN CALIFORNIA

Cada zona censal aparece codificada por color basado en la puntuación generada por el CES, identificand o aquellas comunidades agobiadas por y vulnerables a múltiples fuentes de contaminación. El mapa muestra las puntuaciones del CES en percentiles para cada zona censal, divididas en terciles, ordenados de menor a mayor respecto al nivel de adversidad relacionada con la contaminación: de 0 a 32 por ciento, de 33 a 66 por ciento y de 67 a 100 por ciento.

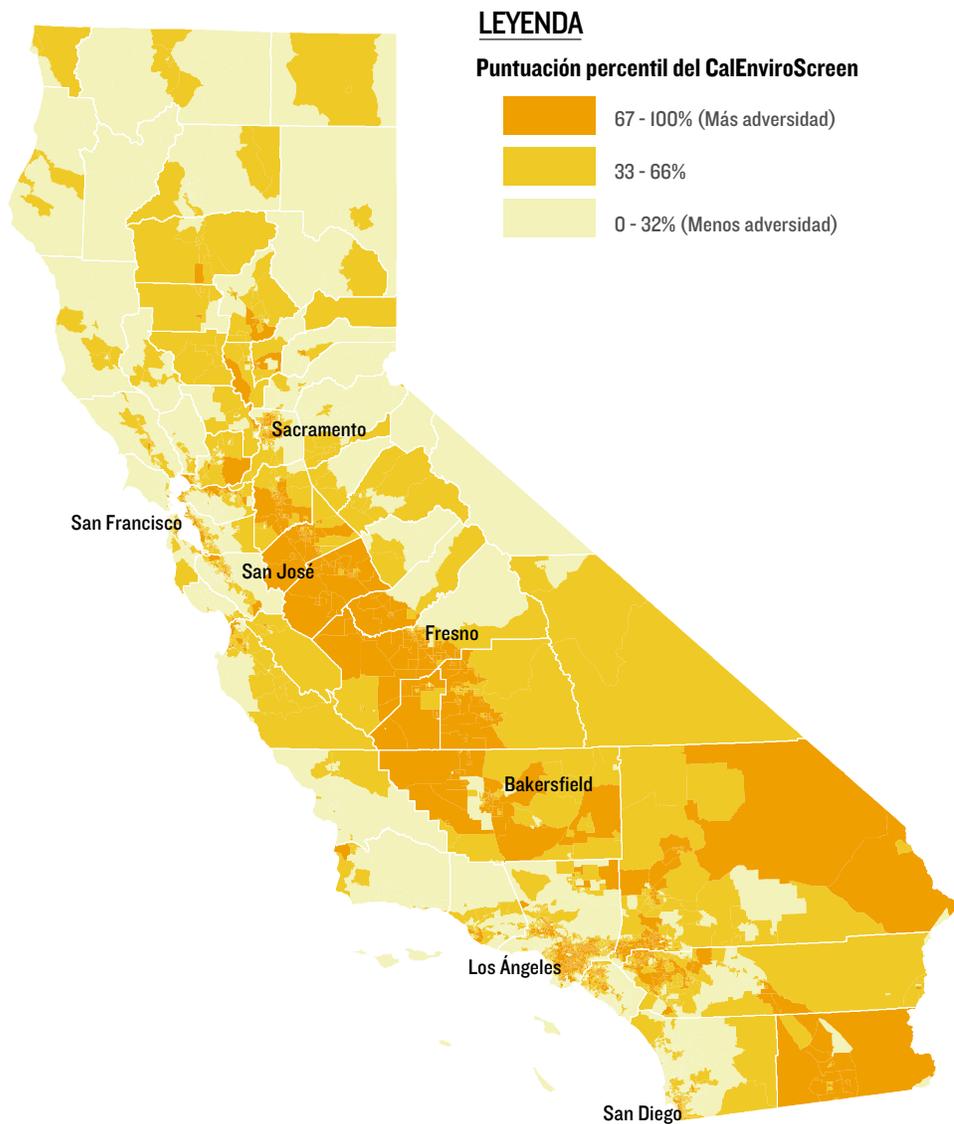
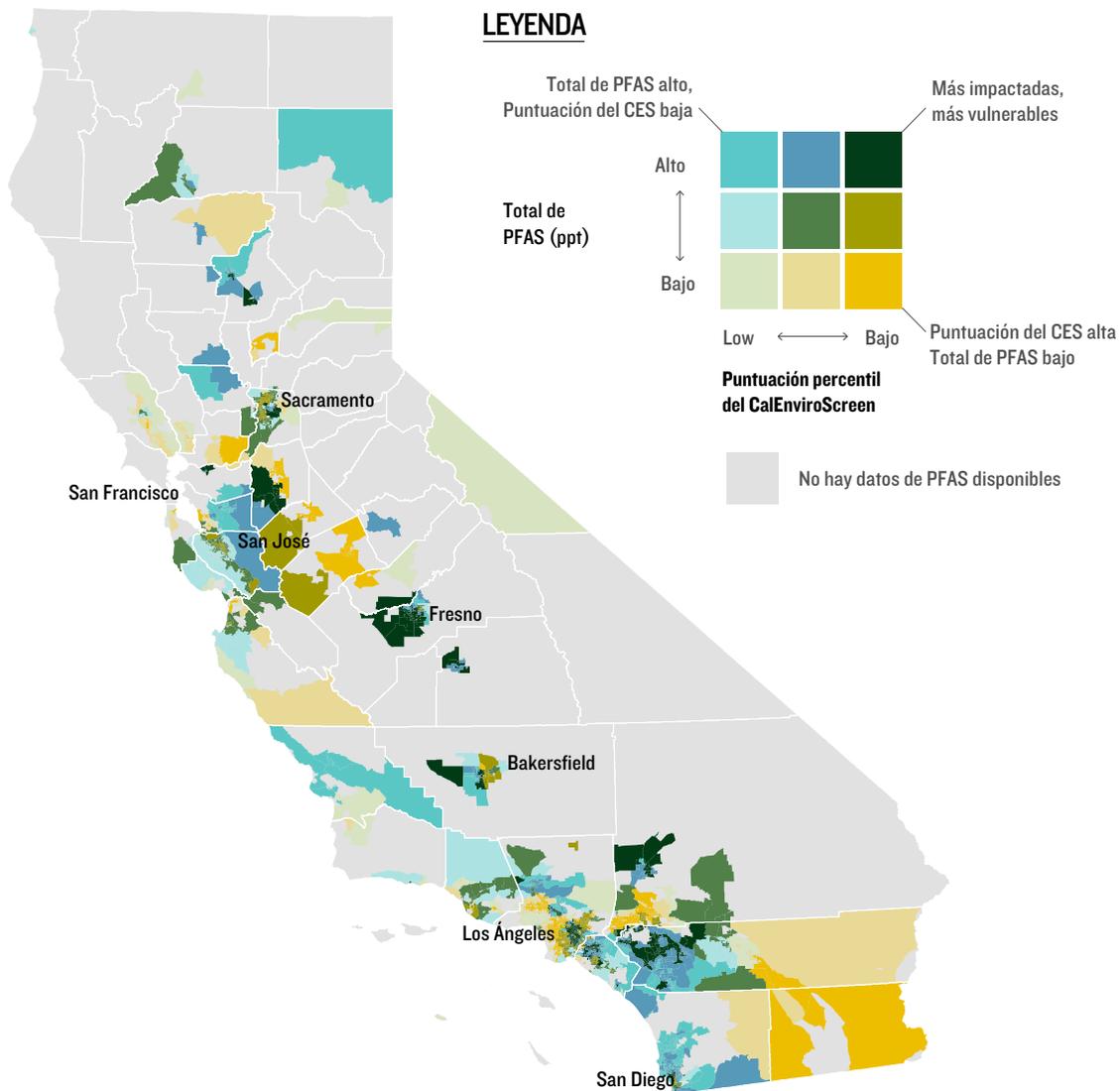


FIGURA 5: CALENIROSCREEN 3.0 Y POTENCIAL EXPOSICIÓN A PFAS EN TOTAL

Las sumas totales de todas las PFAS detectadas se han dividido en terciles que contienen la misma cantidad de zonas censuales. Las puntuaciones percentiles generadas por el CES, a su vez, se han dividido en terciles de menor a mayor, ordenados por nivel de adversidad o impacto a causa de diversos contaminantes: de 0 a 32 por ciento, de 33 a 66 por ciento y de 67 a 100 por ciento. Cada zona censual que contenga tanto un resultado de total de PFAS mayor de 57.2 partes por trillón (el tercil más alto) y una puntuación percentil del CES por encima del 66 por ciento, emerge como una de las comunidades con el mayor impacto adverso combinado; lo cual quiere decir que son las comunidades más desproporcionadamente agobiadas según el CES y potencialmente las más expuestas a contaminación con PFAS.

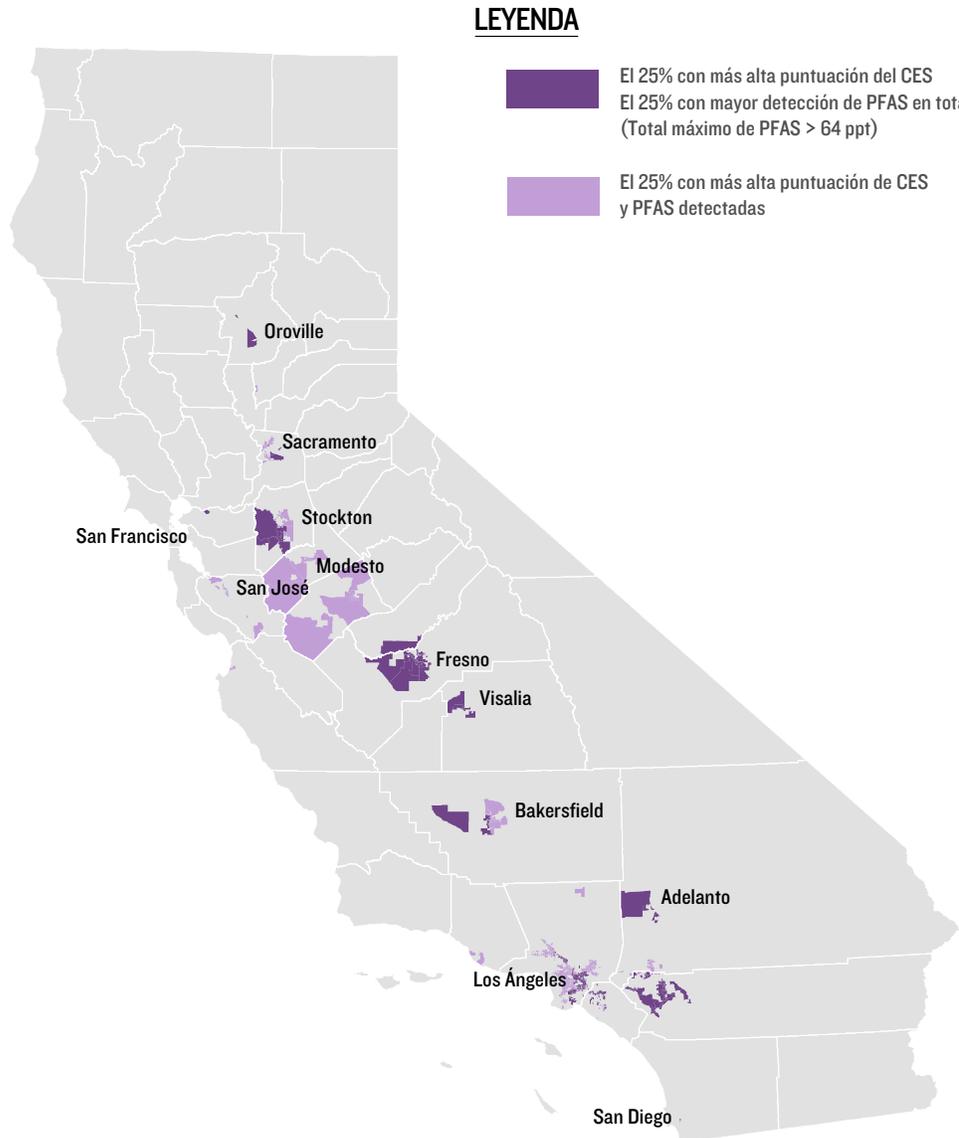


LA CONTAMINACIÓN CON PFAS ES PARTICULARMENTE ALTA EN LAS COMUNIDADES MÁS DESFAVORECIDAS

Cuando nos fijamos con detenimiento en las comunidades más vulnerables (o sea, aquellas con puntuaciones del CES dentro del 25 por ciento más alto, las cuales han sido reconocidas por el estado como comunidades desfavorecidas para propósitos de asignación de fondos estatales a través del programa de derechos de emisión), podemos apreciar que muchas de estas comunidades desfavorecidas cuentan además con muy altos niveles de contaminación con PFAS. Sólo el 77 por ciento de esas comunidades desfavorecidas contienen datos de muestreo referentes a PFAS. Y de ese 77 por ciento, el 69 por ciento ha arrojado resultados positivos a detección de PFAS en sus sistemas de acueductos. Más importante aún, al menos un 20 por ciento dichas comunidades en donde se han realizado muestreos son sitios donde se han detectado los más altos niveles de PFAS (el cuartil superior), lo cual redunda en una acumulación de adversidad sobre adversidad (Figura 6). Y aun así, es importante hacer hincapié, aproximadamente a un cuarto de dichas comunidades aún no se les ha extendido oportunidad de monitoreo para PFAS. Tomando en cuenta sus vulnerabilidades preexistentes, es crucial cerrar esta brecha en obtención de datos cuanto antes.

FIGURA 6: EL 25 POR CIENTO DE COMUNIDADES MÁS MARCADAS POR LA ADVERSIDAD EN CALIFORNIA

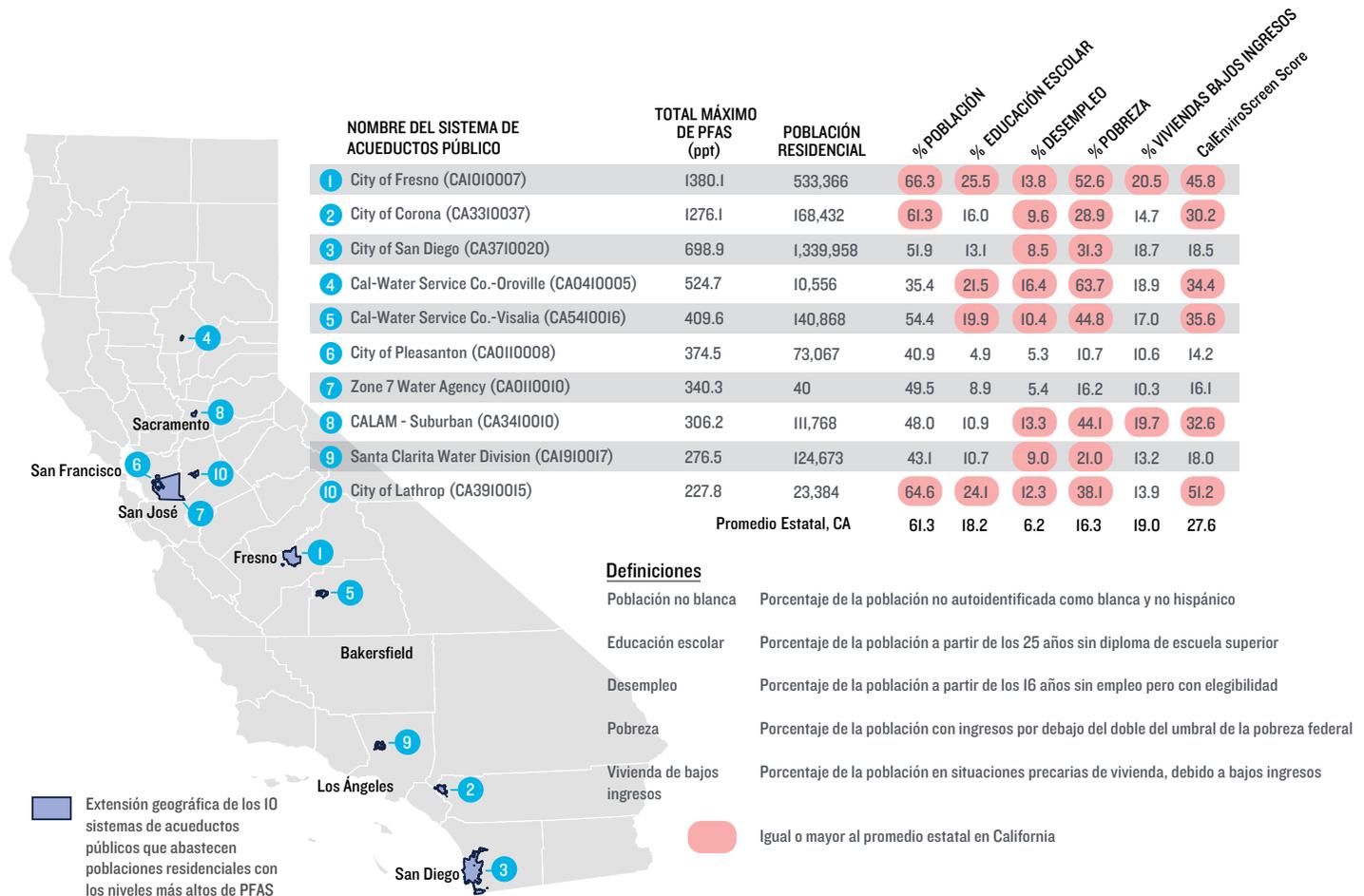
El mapa a continuación identifica las zonas censales que pertenecen tanto al 25 por ciento de las comunidades con las más altas puntuaciones de CalEnviroScreen 3.0 y al 25 por ciento de sistemas que arrojaron los resultados más altos de detección de PFAS. Estas comunidades aquí identificadas representan zonas potencialmente expuestas a altos niveles de contaminación con PFAS además de altos niveles de otros contaminantes ya tomados en cuenta dentro de las tabulaciones del CES.



El patrón de coincidencia entre la incidencia de altos niveles de contaminación con PFAS y altos niveles de otros impactos continúa firme cuando examinamos los 10 sistemas de acueductos con los más altos niveles de contaminación con PFAS (Figura 7). Estos diez sistemas de acueductos públicos registraron un total de PFAS entre 227.8 y 1,380.1 ppt—decenas de cientos de veces por encima de los máximos establecidos para ciertas PFAS individualmente a nivel estatal. Ocho de dichos 10 sistemas abastecen comunidades relativamente más desfavorecidas que la comunidad californiana promedio, y la contaminación con PFAS no hace más que agravar las adversidades ambientales que ya se viven allí.

FIGURA 7: LOS 10 SISTEMAS DE ACUEDUCTOS PÚBLICOS CON LOS MAYORES NIVELES DE PFAS EN TOTAL

Este mapa identifica los 10 sistemas de acueductos con las mayores incidencias de PFAS registradas. La tabla desglosa el tamaño de la población que se abastece de dichos sistemas, las características demográficas de dichas poblaciones y la puntuación asignada por el CalEnviroScreen 3.0 (una puntuación alta del CES representa un mayor impacto adverso en la comunidad). Las cifras resaltadas en la tabla señalan aquellas áreas donde la población abastecida por un sistema de acueductos ha sido asignada una puntuación igual o mayor al promedio estatal en California, o sea, comunidades más desfavorecidas.



LA EXTENSIÓN DEL PROBLEMA PODRÍA SER MUCHO MAYOR DE LO QUE APARENTA

Los datos recopilados hasta el momento todavía no revelan la extensión ni el impacto total de la contaminación del agua potable con PFAS en California. Quedan por examinar miles de sistemas de acueductos públicos. Y además, de los 248 sistemas con resultados de pruebas en curso para PAFS, sólo el 45 por ciento había realizado pruebas en los cuatro trimestres.

El problema podría verse agravado por fuentes contaminadas que no han sido incluidas en este análisis. De los 398 sistemas de acueductos públicos monitoreados para la presencia de PFAS, 150 fueron retirados de este análisis porque los resultados provenían de muestras en ubicaciones de repuesto o no conectadas a la red, por lo cual no contribuyen a la exposición. Las ubicaciones no conectadas no pueden producir ni distribuir agua al sistema de distribución hasta recibir aprobación para ello; y las fuentes de repuesto solo entran en vigor en caso de emergencias a corto plazo, con no más de cinco días consecutivos.²⁶



No obstante, dichas fuentes acarrear limitaciones adicionales a los sistemas de acueductos del estado. Dada la precaria situación con la disponibilidad del agua en California, es muy probable que estas fuentes se necesiten en un futuro. Por ello, aunque no figuren en el presente análisis, sí son pertinentes al momento de evaluar la situación de contaminación del estado.

Además, los programas de monitoreo del estado no consideran hasta el momento los pequeños sistemas ni los pozos domésticos. Muchas comunidades rurales y comunidades desfavorecidas dependen de sistemas pequeños o pozos domésticos—los cuales ya tienen dificultad controlando otros contaminantes. Por ende, no se puede definir la verdadera magnitud del problema sin primero obtener resultados de dichos recursos de agua.

Otra barrera en la búsqueda de una idea clara y completa sobre el impacto de la contaminación con PFAS en el agua potable de California lo es el hecho de que actualmente sólo se realizan pruebas para un número muy limitado de PFAS. El estado monitorea para 18 PFAS en específico. Sin embargo, existen miles de PFAS que podrían estar presentes en el ambiente. En un estudio aparte donde se analizó el agua potable de cinco ciudades a través de Estados Unidos, el nivel total estimado de PFAS (que se midió mediante el total de flúor orgánico “extraíble”) fue mucho mayor que la suma de las 15 PFAS detectadas y medidas individualmente.²⁷ Más allá de esto, hay que entender que el panorama no será el mismo según las PFAS de hoy en día se reemplacen por otras. Por ejemplo, recientemente se identificaron 40 nuevas subclases de PFAS presentes en espuma antiincendios y aguas subterráneas que entraron en contacto con dicha espuma.²⁸ Queda evidentemente claro que hay muchísimos más tipos de PFAS y otros compuestos organofluorados ya presentes en nuestras aguas, y que podrían identificarse con pruebas diseñadas para la detección específica de ciertos químicos.

Recomendaciones de reglamentación

A pesar de todo lo que sabemos con respecto a los riesgos de salud que acarrea la contaminación con PFAS del agua, los alimentos, el aire, la tierra y el medio ambiente, no existen requisitos nacionales para el monitoreo ni la limpieza de PFAS. Por ello, varios estados han optado por tomar las riendas en la protección de sus ciudadanos contra el riesgo de exposición a PFAS. Entre las medidas, se han implementado o extendido requisitos de monitoreo e instituido estándares para la calidad del agua potable.²⁹ Si bien es cierto que el estado de California ha tomado sus primeros pasos importantes hacia la evaluación de la presencia de ciertos compuestos PFAS en el agua potable y los riesgos de salud vinculados con dichas sustancias, es justo aseverar que el estado podría y debería de hacer más para proteger a sus residentes de esta crisis de salud pública. Para comenzar, California debería finalmente establecer estándares medibles, aplicables y ejecutables para la presencia de cualquier PFAS en el agua potable o incluso en cualquier medio ambiental, lo cual otros estados ya han hecho.

Los datos recopilados preliminarmente demuestran que la magnitud del problema de contaminación con PFAS en el estado es enorme. La primera etapa de estudio de la Junta del Agua, realizando pruebas para un número limitado de PFAS, ha identificado una cantidad alarmante de fuentes de agua con niveles perjudiciales de contaminación. Cualquier fase adicional revelará sin duda alguna muchísimas más fuentes contaminadas y la detección de más tipos de PFAS. El agua potable del estado de California y su salud pública están en riesgo, especialmente muchas de sus comunidades más vulnerables. Nuestro análisis concluye que con los pocos datos que hay disponibles, ya es evidente que, como mínimo, un 69 por ciento de las comunidades identificadas por el estado como desfavorecidas contienen sistemas de acueductos contaminados con PFAS. Casi un cuarto de dichas comunidades enfrentan los niveles más altos de contaminación con PFAS de todo el estado.

El error de California en reducir sus esfuerzos de medición y control de exposición a sólo un pequeño subconjunto de compuestos PFAS consiste en un mal cálculo. Y es que el problema persistirá hasta que se identifiquen y reduzcan las muchísimas PFAS adicionales que tanto riesgo similar representan para la salud ambiental y la salud humana. Si tomamos en consideración los daños a largo plazo, sabidos y a saber, que provocan las PFAS, resulta evidente que la manera más efectiva de proteger tanto la salud pública como el ambiente es manejar el problema en forma de clase, atajando todas las PFAS colectivamente. La recomendación científica se inclina hacia esta estrategia, dada la persistencia química de todas las PFAS y su habilidad para acumularse en organismos vivos, esparcirse rápidamente y perjudicar tanto la salud como el ambiente.³⁰

Los efectos de la contaminación con PFAS, que son tanto duraderos como graves, no son fáciles de deshacer. Es urgente que se tome acción para proteger a las comunidades en California de estos compuestos tan ubicuos—especialmente aquellas comunidades ya agobiadas por exposición acumulativa a múltiples tipos de contaminación.

Nuestras recomendaciones para atajar la crisis de salud son las siguientes.

I. PARA SALVAGUARDAR EL AGUA POTABLE

Expandir programas de monitoreo

Si bien es cierto que la investigación referente a PFAS de la Junta del Agua es una buena manera de empezar a entender la magnitud del problema de contaminación con PFAS en California, es verdaderamente crucial que la Junta del Agua preste atención al total de PFAS que enfrentan las comunidades, y no sólo a las pocas PFAS para las cuales actualmente se monitorea. Además, es importante recalcar que los muestreos han demostrado que la contaminación con PFAS no es fácilmente predecible. Por ende, una investigación no puede basarse únicamente en lo que se sabe sobre el historial de uso actual o anterior de PFAS. Podemos tomar por ejemplo a Michigan, que realizó mediciones a nivel estatal de los sistemas de acueductos públicos junto con investigaciones más a fondo en ubicaciones específicas donde ya se sabía o se sospechaba que existía contaminación con PFAS. Las mediciones generales realizadas en los acueductos públicos detectaron varias incidencias de contaminación que no se hubiesen podido identificar si sólo se hubiesen llevado a cabo las investigaciones de ciertas ubicaciones en específico.³¹ Por último, concentrar la atención en sistemas de acueductos públicos pasa por alto todos los residentes que dependen de pozos domésticos para su consumo de agua potable, abandonándolos a su suerte.

California debería:

- **Expandir la cobertura del muestreo** – La Junta del Agua debería de validar un método alternativo de muestreo, como, por ejemplo, el análisis total de precursores oxidables (TOP, por sus siglas en inglés) o el análisis total de organofluorados (TOF, por sus siglas en inglés), los cuales producen mejores cálculos estimados de la cantidad total de PFAS en agua potable.³² La Junta del Agua debería emplear estos métodos alternos junto con pruebas diseñadas para la detección de ciertas PFAS en específico, a fin de crear una imagen más completa de la extensión de contaminación con PFAS en California.
- **Llevar a cabo una medición general de todos los sistemas de acueductos públicos estatales** – Este tipo de medición debería llevarse a cabo por lo menos una vez, idealmente cada dos años, para detectar contaminación con PFAS fuera de las ubicaciones designadas en la investigación de la Junta del Agua, identificando así cualquier cambio en la producción y uso de PFAS.
- **Dar prioridad de muestreo garantizada a comunidades rurales desfavorecidas** – Nuestros hallazgos indican que las comunidades desfavorecidas podrían ser las más afectadas por altos niveles de contaminación con PFAS. No

obstante, dichas comunidades desfavorecidas y rurales, que suelen depender de sistemas de acueductos pequeños y de pozos domésticos, y que ya enfrentan grandes dificultades con otros contaminantes, actualmente no cuentan con datos suficientes sobre la calidad del agua.

- **Llevar a cabo muestreos de pozos privados** – Muy a menudo, las comunidades rurales dependen de pozos domésticos privados que están expuestos a contaminantes tales como el arsénico, el 1,2,3-tricloropropano o nitratos en el agua potable. Muestrear dichos pozos para la detección de PFAS es sumamente importante, ya que exposición a los mismos podría exacerbar impactos preexistentes.
- **Integrar la detección de PFAS a esfuerzos existentes** – California ya cuenta con varios esfuerzos establecidos, tales como el programa SAFER de la Junta del Agua, que abordan el problema de agua potable contaminada que enfrentan muchas comunidades. El estado debería por ende integrar monitoreos para la detección de PFAS a dichos programas, a fin de maximizar recursos e identificar riesgos en estas comunidades a las cuales a veces es difícil llegar.
- **Subsidiar costos** – Dichas comunidades van a necesitar apoyo adicional por parte del estado para poder costear un programa de muestreo.
- **Optimizar el nivel de detalle en la recolección de datos y la respuesta de comunicación a usuarios en caso de impactos potenciales en la calidad del agua** – A fin de mejorar la respuesta estatal, el estado debería de recolectar información más detallada sobre la distribución de agua contaminada con PFAS a través de sistemas de acueductos públicos. Dicha información tiene que ser compartida con residentes potencialmente afectados, de manera que las comunidades puedan tomar medidas necesarias para protegerse a sí mismas.

Abordar el problema de contaminación del agua potable con PFAS

El estado de California no ha implementado ningún tipo de reglamentación en torno a la presencia de PFAS en el agua potable. La Junta del Agua acaba de instituir requisitos de notificación y respuesta para niveles de tres compuestos PFAS en específico, PFOA, PFOS y PFBS, y le ha solicitado a la Oficina para la Evaluación de Riesgos Ambientales de Salud que instituya requisitos de notificación y respuesta para niveles de seis PFAS adicionales detectados en el agua potable de California.³³ No obstante, el proceso es lento, por lo cual esto podría tardar años. Además, los requisitos de respuesta no requieren tratamiento del agua potable, sino que permiten a los sistemas de acueductos públicos decidir entre tratar el agua, decomisar las fuentes contaminadas o notificar a abonados que los niveles de un contaminante dado están por encima del nivel de respuesta. (Vale la pena señalar que los niveles de respuesta muy a menudo no son niveles adecuados para proteger la salud, y que permiten una presencia de contaminante muy probablemente por encima de lo que un estándar final permitiría.)

Aun si el proceso de reglamentación fuese más ágil, teniendo en cuenta que hay miles de variantes de PFAS que considerar, continuar con un enfoque de reglamentación individual jamás será un método adecuado para proteger la salud pública en California. En lugar de continuar con dicho enfoque, la Junta del Agua debería crear una clase de químicos para las PFAS, la manera más eficiente de abordar la situación y de proteger la salud contra dichos químicos. Reglamentar todas las PFAS juntas en vez de una por una culminará en menor exposición y mayor protección para toda California, especialmente para poblaciones vulnerables, como mujeres embarazadas, niños, trabajadores, y aquellos desproporcionadamente afectados por otros contaminantes. Además, reglamentar compuesto por compuesto abre la puerta a que una PFAS reglamentada sencillamente sea sustituida con otra no-reglamentada pero igual de problemática. La situación también podría redundar en tratamiento ineficiente de las aguas, si se instalara una tecnología para tratar una PFAS en específico y resultara que es insuficiente en el tratamiento de un grupo más amplio de PFAS probablemente reglamentado en un futuro.

California debería:

- **Establecer una única técnica de tratamiento para una clase de PFAS totales** – Establecer un estándar de tratamiento facilitaría la tarea de la Junta del Agua de convertir las PFAS en una clase definida. Un estándar de tratamiento provoca una serie de técnicas que deben ser empleadas cuando un contaminante excede el nivel límite establecido. En el caso de las PFAS, tal nivel límite tiene que basarse en el mejor método para calcular el total de PFAS. La Junta del Agua debería requerir que los sistemas de acueductos retiren PFAS de las agua mediante técnicas de tratamiento tales como la osmosis o alguna secuencia de tratamiento equivalente, una vez se rebase el límite establecido. Con el funcionamiento y mantenimiento necesario, muchas de las técnicas de tratamiento diseñadas para la remoción de PFAS proporcionarían el beneficio adicional de eliminar casi todo el resto de contaminantes peligrosos del agua potable.
- **Darle prioridad a acceso de agua limpia a comunidades de múltiples impactos** – Muchas de las comunidades que enfrentan los niveles más altos de contaminación con PFAS han sido identificadas como comunidades desfavorecidas por el estado de California. Dichas comunidades ya enfrentan una cantidad desproporcionada de contaminantes

ambientales, además de obstáculos técnicos y financieros en su lucha para controlar dichos contaminantes, por lo cual deberían tener prioridad de acceso a agua limpia. El estado debería de proporcionar asistencia técnica y financiera a estas comunidades, a fin de ayudarlas a manejar el problema de contaminación y proporcionar agua potable limpia, en cumplimiento con el Derecho Humano al Agua del Estado de California.

- **Desarrollar pautas claras de respuesta en torno a la detección de PFAS** – Algunos sistemas de acueductos públicos han optado por decomisar fuentes de agua cuando se ha detectado PFAS.³⁵ Y aunque reconocemos el esfuerzo por proteger al consumidor, este tipo de respuesta es insostenible en un estado propenso a sequías donde la contaminación con PFAS es inescapable. El sistema municipal de Downey, por ejemplo, se nutre de aguas subterráneas locales y de aguas importadas de la Cuenca Central. Más de la mitad de los pozos que la ciudad posee y utiliza para extraer agua potable presentan concentraciones de PFAS por encima del Nivel de Respuesta compulsoria.³⁶ Si el municipio decidiese decomisar cualquiera de dichos pozos, se arriesgaría a no tener suficiente suministro de agua para dar abasto. En lugar de decomisar, tanto los estados como los sistemas públicos deberían de invertir en tratamientos de purificación que eliminen PFAS, y la Junta del Agua debería involucrarse en proporcionar pautas para una respuesta apropiada a la detección de PFAS. Esto es de particular importancia, ya que constantemente se siguen descubriendo nuevas PFAS previamente no identificadas, con propiedades que muy a menudo las hacen más difíciles de contener y eliminar que contaminantes tradicionales.³⁷
- **Invertir en soluciones más asequibles y mejor diseñadas para la eliminación de PFAS** – El manejo de las PFAS puede resultar costoso. Teniendo en cuenta la magnitud de la contaminación con PFAS y el riesgo que ésta representa para California, tanto el estado como los sistemas de acueductos públicos deberían colaborar para invertir en, y crear incentivos para el desarrollo de tecnologías que eliminen PFAS de las aguas de manera más segura, más completa y más asequible.

2. PARA CONTROLAR EL PROBLEMA GENERAL DE CONTAMINACIÓN CON PFAS

Dejar de añadir al problema

El estado de California debería además dar prioridad a los esfuerzos de poner fin al uso de PFAS. Los estudios demuestran que detener el uso de ciertos PFAS por fases reduce la exposición a estos químicos con el transcurso del tiempo. Además, una vez se introducen estos compuestos al medio ambiente, eliminarlos cuesta mucho dinero y energía, sin poder jamás revertir completamente el daño ocasionado a la salud pública y al medio ambiente. El método más eficiente de proteger a la ciudadanía y al ambiente contra la exposición a PFAS es detener la producción y el uso de PFAS siempre que sea posible

California debería:

- **Detener por fases todo uso de PFAS que no sea esencial** – A fin de limitar el daño futuro a nuestra salud y ambiente, hay que detener inmediatamente todo uso de PFAS que no sea estrictamente necesario.³⁹ Cualquier producto que contenga PFAS debe ser evaluado utilizando las siguientes preguntas:
 - a. ¿Es actualmente esencial este producto para la salud, seguridad y el funcionamiento de la sociedad?
 - b. ¿Qué función desempeñan o proporcionan las PFAS en el producto? ¿Es esencial esa función?
 - c. ¿Es necesario utilizar PFAS para obtener dicha función o existe algún químico más seguro o alguna alternativa funcional?

El uso de PFAS debe ser considerado esencial única y exclusivamente cuando la respuesta a todas las preguntas anteriores sea afirmativa. O sea, si un producto es esencial para la salud y seguridad (como, por ejemplo, la espuma antiincendio), pero existen otros químicos más seguros que pueden realizar la misma función que actualmente se relega a PFAS en el producto, entonces el uso de PFAS no es esencial. Ambas partes, los programas administrativos tales como el programa para Productos de Consumo Más Seguros y la legislatura estatal, pueden tomar medidas para ayudar a eliminar el uso no esencial de PFAS poco a poco.

- **Invertir en el desarrollo de alternativas más seguras** – Al estado le toca explorar múltiples avenidas para incentivar e invertir en alternativas más seguras para esas instancias en que la función de PFAS se considera esencial para la salud o la seguridad pública, o cruciales para el funcionamiento de la sociedad, a fin de que eventualmente podamos eliminar toda aplicación de PFAS.

Disponer de desechos con PFAS de manera segura

La realidad es que el tratamiento de aguas contaminadas con PFAS no sólo generará desechos altamente contaminados con PFAS (filtros, membranas de osmosis, etc.), sino que la continua utilización de PFAS en sus varias aplicaciones también continuará generando desechos contaminados para los cuales actualmente no existen soluciones de eliminación adecuadas. Las PFAS son altamente resistentes a la biodegradación, y los métodos de eliminación actuales (la incineración, la regeneración, los vertederos), no conducen a la destrucción de los mismos, sino a la reintroducción de estos compuestos en el ambiente.⁴⁰ La situación es particularmente peligrosa para comunidades que colindan con vertederos, incineradores e instalaciones de regeneración o reciclaje.

California tiene que actuar con iniciativa ante este problema y prepararse para los retos que inevitablemente le esperan. El proceso requerirá soluciones interinas y a largo plazo:

- **En el ínterin: Requerir que cualquier desecho altamente contaminado con PFAS sea almacenado** – California ya ha identificado el almacenamiento como la opción preferida en el manejo a corto plazo de desechos de PFAS (Proyecto de Ley 1044).⁴¹ El estado debería promulgar una moratoria sobre toda eliminación PFAS, empezando por los desechos altamente contaminados, hasta que la Agencia de Protección Ambiental estatal determine que existe un método seguro de eliminación. Hasta que llegue ese momento, el estado debería requerir que todo desecho altamente contaminado con PFAS sea almacenado con métodos que eviten crear más problemas de contaminación a comunidades colindantes que ya sufren desproporcionadamente.
- **A largo plazo: Incentivar el desarrollo de tecnologías de eliminación de desechos de manera segura** – California tiene que dar tanto prioridad como respaldo económico y demás incentivos a la investigación y desarrollo de métodos de eliminación que destruyan la clase PFAS en su totalidad y que garanticen la captura de todo producto de degradación, para que no se introduzcan en el ambiente restantes dañinos, como PFAS, reactivos intermedios fluorados y fluoruro de hidrógeno.

Responsabilizar a quienes contaminan

Asegurarse de que los responsables de la contaminación paguen la parte correspondiente del costo – Ni los sistemas de acueductos ni sus abonados o contribuyentes deberían tener que subsidiar el costo de resolver el problema de contaminación con PFAS. Aquellos quienes han contaminado el ambiente y nuestros cuerpos con PFAS deberían también tener que pagar lo que les corresponde. El estado tiene que trabajar mano a mano con los sistemas de acueductos y los gobiernos municipales para asegurarse de que los fabricantes de dichos compuestos paguen las consecuencias. Una de las muchas avenidas disponibles para tomar acción es mediante litigios tales como el caso que llevaron los estados de Nueva York y Nueva Jersey contra los fabricantes Solvay y 3M.⁴² Aparte de tal ruta, es posible que haya que tomar acción legislativa.

Mientras más pase el tiempo, más PFAS habrá en el aire, el agua y la tierra californiana, y más se acumularán en los cuerpos de los residentes. Toca al estado tomar las medidas necesarias para que todo californiano tenga acceso a agua limpia, mediante monitoreo optimizado para la detección de PFAS, la limpieza de aguas contaminadas, el acceso a agua limpia provisional a comunidades desfavorecidas y la eliminación de todo uso no esencial de PFAS en productos y aplicaciones.

REFERENCIAS

- 1 Susan Lee, "PFAS in California," última modificación el 1 de junio de 2021, <https://www.nrdc.org/resources/dirty-water-toxic-forever-pfas-chemicals-are-prevalent-drinking-water-environmental>.
- 2 Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC), *Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals: Updated Tables*, vol. 1, marzo de 2021 <https://www.cdc.gov/exposurereport/index.html>.
- 3 Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR), *Toxicological Profile for Perfluoroalkyls*, mayo de 2021, <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp200.pdf>.
- 4 Juliane Glüge et al., "An Overview of the Uses of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS)," *Environmental Science: Processes and Impacts* 22, núm.12 (octubre de 2020): 2345-2373, <https://doi.org/10.1039/DOEM00291G>.
- 5 Agencia de Protección Ambiental (EPA), "PFAS Master List of PFAS Substances (Version 2)," consultado el 3 de marzo de 2021, https://comptox.epa.gov/dashboard/chemical_lists/pfasmaster.
- 6 Programa Nacional de Toxicología, *NTP Monograph: Immunotoxicity Associated With Exposure to Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Perfluorooctane Sulfonate (PFOS)*, septiembre de 2016, https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/ohat/pfoa_pfos/pfoa_pfosmonograph_508.pdf.
- 7 CDC, "People With Certain Medical Conditions," COVID-19, última modificación el 13 de mayo de 2021, <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/need-extra-precautions/people-with-medical-conditions.html>; Philippe Grandjean et al., "Severity of COVID-19 at Elevated Exposure to Perfluorinated Alkylates," *PLoS ONE* 15, núm. 12 (diciembre de 2020): 1-12, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244815>.
- 8 ATSDR, *Toxicological Profile*, 579.
- 9 Helen M. Goeden, Christopher W. Greene y James A. Jacobus, "A Transgenerational Toxicokinetic Model and Its Use in Derivation of Minnesota PFOA Water Guidance," *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 29, núm. 2, (enero de 2019): 183-195, <https://doi.org/10.1038/s41370-018-0110-5>.
- 10 Kirsten M. Rappazzo, Evan Coffman y Erin P. Hines, "Exposure to Perfluorinated Alkyl Substances and Health Outcomes in Children: A Systematic Review of the Epidemiologic Literature," *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14, núm. 7 (junio de 2017): 691, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28654008>; Philip J. Landrigan y Lynn R. Goldman, "Children's Vulnerability to Toxic Chemicals: A Challenge and Opportunity to Strengthen Health and Environmental Policy," *Health Affairs* 30, núm. 5 (mayo de 2011): 842-850, <https://www.healthaffairs.org/doi/pdf/10.1377/hlthaff.2011.0151>.
- 11 Anna Reade, Tracy Quinn y Judith S. Schreiber, *Scientific and Policy Assessment for Addressing Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Drinking Water*, NRDC, marzo de 2019, <https://www.nrdc.org/sites/default/files/assessment-for-addressing-pfas-chemicals-in-michigan-drinking-water.pdf>.
- 12 Carol F. Kwiatkowski et al., "Scientific Basis for Managing PFAS as a Chemical Class," *Environmental Science & Technology Letters* 7, núm. 8 (2020): 532-543 <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00255>.
- 13 Xindi C. Hu et al., "Detection of Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs) in US Drinking Water Linked to Industrial Sites, Military Fire Training Areas, and Wastewater Treatment Plants," *Environmental Science & Technology Letters* 3, núm. 10 (octubre de 2016): 344-350, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5062567/>; Xiaoyu Liu et al., "Concentrations and Trends of Perfluorinated Chemicals in Potential Indoor Sources From 2007 Through 2011 in the US," *Chemo- sphere* 98 (marzo de 2014): 51-57, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24268172>; Zhishi Guo et al., *Perfluorocarboxylic Acid Content in 116 Articles of Commerce*, Laboratorio Nacional para la Investigación del Manejo de Riesgos, EPA, marzo de 2009, <https://www.oecd.org/env/48125746.pdf>.
- 14 ATSDR, *Toxicological Profile*, 272.
- 15 Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental del estado de California (OEHHA), "Asthma," consultado el 19 de noviembre de 2020, <https://oehha.ca.gov/calenviroscreen/indicator/asthma>.
- 16 David Q. Andrews y Olga V. Naidenko, "Population-Wide Exposure to Per- and Polyfluoroalkyl Substances From Drinking Water in the United States," *Environmental Science & Technology Letters* 7, núm. 12 (octubre de 2020): 931-936, <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00713>; Robin Vestergren e Ian T. Cousins, "Tracking the Pathways of Human Exposure to Perfluorocarboxylates," *Environmental Science & Technology* 43, núm. 15 (julio de 2009): 5565-5575, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19731646>.
- 17 Hu et al., "Detection of Poly- and Perfluoroalkyl Substances."
- 18 Daniel Newton, Kurt Souza y Betsy Lichti, "State Water Resources Control Board PFAS Phased Investigation Approach" (presentación, State Water Resources Control Board, sin fecha) https://www.waterboards.ca.gov/drinking_water/certlic/drinkingwater/documents/pfos_and_pfoa/pfas_consolidated_training_040319.pdf.
- 19 Junta de Control Estatal de los Recursos de Agua (Junta del Agua), "Public Water System Testing Results," consultado el 30 de junio de 2020, https://www.waterboards.ca.gov/pfas/drinking_water.html.
- 20 Lee, "PFAS in California."
- 21 *Ibidem*
- 22 Juntas del Agua de California, "California Drinking Water System Area Boundaries," Geoportal del Estado de California, consultado el 8 de julio de 2020, https://gis.data.ca.gov/datasets/fbba842bfl34497c9d611ad506ec48cc_0.
- 23 OEHHA, "Proyecto de Ley 535 Comunidades Desfavorecidas," consultado el 8 de julio de 2020, <https://oehha.ca.gov/calenviroscreen/sb535>.
- 24 *Ibidem*
- 25 *Ibidem*
- 26 Junta del Agua, Resultados de Muestreos para la Detección de PFAS en Sistemas de Acueductos Públicos, pantalla principal para PFOA y PFOS, consultada el 30 de junio de 2020, <https://app.powerbigov.us/view?r=eyJrIjoim-mZmNmEiOWUtMDAwMy00NmQzLTk0NDQtNjQxZDZjYTgwMDIiIiwidCI6ImZlMTg2YTUILLTdkNDktNDFFNi-05OTQxLTA1ZDIyODFkMzZjMSJ9>.
- 27 Xindi C. Hu et al., "Tap Water Contributions to Plasma Concentrations of Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFAS) in a Nationwide Prospective Cohort of U.S. Women," *Environmental Health Perspectives* 127, núm. 6 (junio de 2019): 67006, <https://doi.org/10.1289/EHP4093>.
- 28 Krista A. Barzen-Hanson et al., "Discovery of 40 Classes of Per- and Polyfluoroalkyl Substances in Historical Aqueous Film-Forming Foams (AFFFs) and AFFF-Im-pacted Groundwater," *Environmental Science & Technology* 51, núm. 4 (enero de 2017): 2047-2057, <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b05843>.
- 29 Asociación de Administradores Estatales del Agua Potable, "Per- And Polyfluoroalkyl Substances (PFAS)," consultado el 19 de noviembre de 2020, <https://www.asdwa.org/pfas/>.
- 30 Kwiatkowski et al., "Scientific Basis for Managing PFAS as a Chemical Class."

- 31 Reade, Quinn y Schreiber, *Scientific and Policy Assessment*.
- 32 *Ibidem*
- 33 Junta del Agua, "Response Levels Lowered for Water Systems Statewide as PFAS Investigation Continues: New Stricter Standard Established for PFOA and PFOS," nueva edición, 6 de febrero de 2020, https://www.waterboards.ca.gov/press_room/press_releases/2020/pr02062020_pfoa_pfos_response_levels.pdf.
- 34 EPA, "Overview of Technologies - Granular Activated Carbon," consultado el 20 de enero de 2021, <https://www.epa.gov/sdwa/overview-technologies#:~:text=GAC%20is%20useful%20for%20the,molecular%20weights%20are%20readily%20adsorbable>.
- 35 Emily C. Dooley, "California County Shuts Down Fifth of Water Wells Over PFAS (2)," *Bloomberg Law*, 6 de febrero de 2020, <https://news.bloomberglaw.com/environment-and-energy/california-increases-scrutiny-of-forever-chemicals-in-water>.
- 36 Junta del Agua, Resultados de Muestreos para la Detección de PFAS en Sistemas de Acueductos Públicos.
- 37 CDM Smith, *Advanced Treatment Options for the Northwest Water Treatment Plant: Final Report*, Servicios Públicos del Condado de Brunswick, abril de 2018, <http://www.brunswickcountync.gov/wp-content/uploads/2018/04/CDM-Smith-Brunswick-Final-Report-April-2018.pdf>; Hu et al., "Detection of Poly- and Perfluoroalkyl Substances"; John W. Washington et al., "Nontargeted Mass-spectral Detection of Chloroperfluoropolyether Carboxylates in New Jersey Soils," *Science* 368, núm. 6495 (junio de 2020): 1103-1107, <https://doi.org/10.1126/science.aba7127>.
- 38 Antonia M. Calafat et al., "Polyfluoroalkyl Chemicals in the U.S. Population: Data from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2003-2004 and Comparisons with NHANES 1999-2000," *Environmental Health Perspectives* 115, núm. 11 (noviembre de 2007): 1596-602, <https://doi.org/10.1289/ehp.10598>.
- 39 Ian T. Cousins et al., "The Concept of Essential Use for Determining When Uses of PFASs Can Be Phased Out," *Environmental Science: Processes & Impacts* 21, núm. 11 (mayo de 2019): 1803-1815, <https://doi.org/10.1039/c9em00163h>.
- 40 EPA, *Interim Guidance on Destroying and Disposing of Certain PFAS and PFAS-Containing Materials That Are Not Consumer Products: Interim Guidance for Public Comment*, diciembre de 2020, <https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OLEM-2020-0527-0002>.
- 41 Equipo y espuma para combatir incendios: Químicos PFAS, Proyecto de Ley 1044, Información Legislativa de California, 30 de septiembre de 2020, https://leginfo.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=201920200SB1044.
- 42 Ryan Felton, "New Jersey Sues Solvay Over Alleged Water Contamination From New PFAS Compound," *Consumer Reports*, 10 de noviembre de 2020, <https://www.consumerreports.org/water-contamination/new-jersey-sues-solvay-over-alleged-water-contamination-from-new-pfas-compound/>; Sebastien Malo, "New York Town Sues 3M Over 'Forever Chemical' Drinking Water Pollution," Reuters, 1 de diciembre de 2020, <https://www.reuters.com/article/usa-environment-lawsuit/new-york-town-sues-3m-over-forever-chemical-drinking-water-pollution-idUSL1N2IH2BK>.