

# Estudio comparativo de límites de vertido para efluentes industriales en cinco regiones de la República Argentina

*Nicolás Rodríguez Bormioli<sup>1</sup>, Marisol Reale<sup>1</sup>, Sergio Hanela<sup>1</sup>, María de los Ángeles Davico<sup>2</sup>, Yanina El Kassisse<sup>1</sup>, Damiano Tagliavini<sup>3</sup>, Alicia Duek<sup>2</sup>, Eduardo A. Comellas<sup>2</sup>, Carlos E. Gómez<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Instituto Nacional del Agua –Centro de Tecnología del Uso del Agua

<sup>2</sup> Instituto Nacional del Agua–Centro de Economía y Legislación del Agua

<sup>3</sup> CONICET/INA

E-mail: [nbormioli@ina.gob.ar](mailto:nbormioli@ina.gob.ar)

## RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo relevar y comparar los parámetros de vertido a redes cloacales y cuerpos superficiales establecidos por las distintas normativas que regulan las descargas de efluentes líquidos realizadas por establecimientos industriales y comerciales. El análisis se circunscribe a las provincias de Buenos Aires, Mendoza, Córdoba, San Juan y Santa Fe y al Área Metropolitana de Buenos Aires, que incluye normas de la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR) y el Marco Regulatorio de la Concesión del sistema cloacal efectuada a la empresa Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA). Se relevaron las diversas normativas vigentes que regulen la composición de los efluentes líquidos en las jurisdicciones analizadas. La información recabada se plasmó en una tabla a fin de permitir el análisis comparativo de los parámetros y los mismos fueron agrupados para su presentación gráfica. Se encontraron diferencias en las distintas jurisdicciones en la regulación de control del vuelco a los diferentes destinos, tanto en las formas (concentración, carga másica, objetivos de calidad), como en los rangos de concentraciones regulados, presentándose para algunos parámetros una significativa amplitud de concentración. También se observaron diferencias en las técnicas analíticas para regular determinados parámetros como así también en la nomenclatura utilizada. Es necesario la unificación de las mismas debido a que diferentes criterios de vertido a cuerpos superficiales dificultan la adopción e implementación de presupuestos mínimos con consenso de las provincias.

## INTRODUCCIÓN

La Constitución Nacional Argentina (C.N.A.) adopta la forma federal de gobierno; la misma se caracteriza por la descentralización del poder, dándoles cierto grado de autonomía a las provincias y reconociendo el poder originario de las mismas. Con la reforma constitucional de 1994, las provincias delegaron en forma expresa a la Nación la facultad de establecer normas de presupuestos mínimos en materia ambiental. El artículo 41 de la C.N.A. establece que “La Nación dictará las normas de presupuestos mínimos de calidad ambiental y las provincias las necesarias para complementarlas”. A pesar de ello, la delimitación de los ámbitos de actuación nacional y provincial sigue generando dificultades y conflictos que restringen en la práctica, el margen de posibilidades para el ejercicio de las mencionadas potestades por parte de la Nación. De esta manera se dificulta la regulación de cuestiones ambientales como ser límites de vuelco en casos como las cuencas hídricas que traspasan varias jurisdicciones, pudiéndose encontrar más de un organismo de

control para la misma cuenca, cada uno con sus normas y requisitos. Una industria podría entonces estar sujeta al cumplimiento de más de un cuerpo normativo con sus respectivos límites de vuelco. También ocurre que diferentes actividades productivas, aun cuando descargan a un mismo cuerpo de agua, deben cumplimentar requisitos diferentes en función de la jurisdicción en la que se encuentren. A su vez, las normas se encuentran dispersas en las diferentes páginas web de los organismos dificultando su consulta por parte del usuario, a lo que se adiciona el hecho de que las normas suelen ser derogadas, complementadas y/o modificadas parcialmente, generando de este modo una gran cantidad de normativas que dificultan su acceso e interpretación por parte de los establecimientos que deben cumplirlas.

El objetivo de este trabajo consiste en relevar y comparar los parámetros de vertido establecidos por las distintas normativas que regulan las descargas de efluentes líquidos realizadas por establecimientos industriales y comerciales. El presente análisis se circunscribe a las provincias de Buenos Aires, Mendoza, Córdoba, San Juan y Santa Fe y al Área Metropolitana de Buenos Aires, que incluye normas específicas de la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR) y el Marco Regulatorio de la Concesión del sistema cloacal efectuada a la empresa Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA) cuya área de concesión abarca la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y parte del territorio provincial homónimo.

## METODOLOGÍA

Se realizó una exhaustiva búsqueda y análisis de las normativas vigentes en las jurisdicciones analizadas que establecieran limitaciones en las características de los efluentes líquidos a ser vertidos en redes cloacales o cursos de agua, que son los dos cuerpos receptores más frecuentes. No se contemplaron condiciones para descarga a mar abierto, absorción por suelo, u otros que pudieran referirse en normas específicas. Tampoco se analizaron los requisitos para reuso, salvo algunas cuestiones generales al respecto. La información recabada se plasmó en una tabla a fin de permitir el análisis comparativo de los parámetros controlados por cada cuerpo normativo y los valores establecidos en cada caso. En las normas analizadas los límites de vertido varían según el cuerpo receptor de las descargas y, algunos casos, también presentan variaciones en función de las características de los mencionados cuerpos receptores y/o los puntos de vertido. Los datos se agruparon para su presentación gráfica con el objetivo de facilitar su análisis comparativo.

## NORMAS ANALIZADAS EN CADA JURISDICCIÓN

Como se mencionó, cada provincia tiene la potestad de regular en materia ambiental dentro de su jurisdicción, potestad que incluye la definición de límites de vuelco como así también cuestiones relacionadas a los diferentes requisitos a los que estarán obligadas las industrias. En algunos casos, coexisten diversas normativas, en función del destino final del vuelco. A continuación, se describen someramente las principales normas analizadas de las jurisdicciones mencionadas a los fines de este trabajo:

*Provincia de San Juan:* La norma provincial analizada fue el Decreto 2.107/06, enmarcado bajo la Ley Provincial 5.824/87. Sus autoridades de aplicación son el Departamento de Hidráulica de la Secretaria del Agua, en lo que respecta a vertidos a cuerpos de agua superficial y la empresa Obras Sanitarias Sociedad del Estado (OSSE), para vuelcos a la red cloacal. El objetivo de la norma es la preservación de los recursos de agua, suelo y aire a fin de evitar la alteración de las aguas superficiales y subterráneas y minimizar los riesgos de contaminación, alcanzando a las actividades industriales, comerciales, agropecuarias, mineras, de servicio y a cualquier otra que genere efluentes, de tipo industrial, agropecuario, minero o doméstico. Entre algunas de sus consideraciones se encuentra el otorgamiento de permisos de vuelco precarios, previa inscripción en el registro especial para establecimientos industriales con vuelco efluentes, la solicitud de

factibilidad hidráulica del operador para el caso de vertidos a red cloacal, y la prohibición de introducir efluentes cloacales a la red de riego, ya sean tratados o no, imposibilitando su reuso con este fin.

*Provincia de Córdoba:* La norma provincial analizada fue el Decreto 847/16 cuya autoridad de aplicación es la Secretaría de Recursos Hídricos. La norma alcanza a las personas físicas o jurídicas en sus actividades potencialmente impactantes de forma tal de evitar efectos perjudiciales sobre el ambiente como consecuencia de esa actividad. Contempla la inscripción en el Registro de Actividades Antrópicas Generadoras de Efluentes, el otorgamiento de permisos precarios, con previa factibilidad hidráulica del operador para cloacales, entre otros aspectos. Clasifica a las actividades industriales, comerciales y de servicios según la naturaleza de los efluentes, previamente a su tratamiento (categoría I: sustancias tóxicas y/o peligrosas, categoría II: con carga orgánica biodegradable, categoría III: efluentes cloacales). También promueve el reuso de agua residual e incentiva el reciclado y reuso de efluentes líquidos de todo tipo como medida de manejo eficiente y sustentable del recurso hídrico y establece que se podrá exigir dicha medida frente a situaciones de escasez de fuente o de incapacidad de admisión en el cuerpo receptor. En su anexo III establece 8 (ocho) categorías de reuso posibles y prohíbe el reuso para determinados fines. También autoriza descargas a canales de riego con autorización. Prohíbe la dilución de los efluentes previamente a su vuelco. En el anexo I establece los límites de vuelco a aguas superficiales y algunas observaciones técnicas adicionales a tener en cuenta, adicionalmente a los límites de concentración para vuelco.

*Provincia de Santa Fe:* Las normas analizadas fueron las Resoluciones 1.572/17 y 234/11 del Ente Regulador de Servicios Sanitarios (ENRESS) y la Resolución 1.089/82 de la Dirección Provincial de Obras Sanitarias (Di.P.O.S). Cabe destacar que en el caso de la Res. 1.572/17, su jurisdicción de aplicación no contempla el área de la concesión de Aguas Santafesinas S.A., la cual cuenta con la Ley 11.220 para vuelcos a su colectora cloacal. Debido a que la Res. 1.572/17 posee los mismos límites que la ley 11.220 a los fines del análisis se adoptó la Res. 1.572/17, pero se entiende que ambas resultan coincidentes. Las tres normativas establecen límites para vertidos industriales. Por un lado, las dos normas del ENRESS, plantean límites para la descarga de efluentes cloacales diferenciándose en que la Res. 1.572/17 establece valores considerablemente más restrictivos, y establece valores para los parámetros de Nitrógeno total y amoniacal y Fósforo total. También crea un Registro de Generadores de desagües industriales, prohíbe la dilución del efluente previo a su vuelco y clasifica los efluentes en 5 categorías según el tipo de industria, siendo la última de estas, que incluye los rubros de mayor relevancia ambiental, no admisible para su vuelco a la colectora. Establece límites obligatorios, condiciones recomendadas (sugeridas como objetivos de operación normal) y obligatorios sin tratamiento. Tal como está redactada la norma, no resulta fácil, especialmente para un usuario industrial ajeno a los detalles técnico-legales, identificar fácilmente que los límites que debe cumplimentar su establecimiento corresponden a “Límite obligatorio sin tratamiento” mientras que los otros se refieren a vertidos de las prestadoras de servicios cloacales. La Resolución 1.089/82 establece la aprobación del reglamento de control del vertimiento de líquidos residuales, tanto para colectora cloacal y cuerpo de agua superficial, entre otros, aplicable a toda la provincia. Dicha normativa regula determinados parámetros según la dilución del efluente con el caudal del cuerpo receptor, y la distancia del vuelco a la toma de agua más próxima, estableciendo entre seis y siete valores distintos para determinados parámetros, habiéndose tomado en cuenta los valores más restrictivos de cada uno de ellos para el análisis posterior. En el caso de sustancias tóxicas que generen olor, sabor o interfieran en el proceso de potabilización de agua para consumo humano, las mismas no podrán superar los valores admisibles para agua de bebida, con la salvedad de las sustancias enumeradas en la Resolución (principalmente metales y otros compuestos tóxicos) que poseen siete valores admisibles según los criterios explicados anteriormente. La norma establece que ante la presencia (no especifica niveles de cuantificación o detección) de tres o más compuestos restringidos,

aún por debajo de los límites permitidos, la autoridad de aplicación lo considere en base a criterios toxicológicos.

*Provincia de Mendoza:* Las normas provinciales analizadas fueron la Res. 778/96 cuya autoridad de aplicación es el Departamento General de Irrigación (DGI) y reglamenta el control de vuelcos industriales a cuerpos de agua superficial, regula la protección de la calidad de las aguas del dominio público provincial y establece la obligatoriedad de inscribirse en el Registro Único de Establecimientos (RUE), y el Decreto 1.418/97 cuya autoridad de aplicación es la empresa Agua y Saneamiento Mendoza (AySAM) y rige para el control de vuelcos a colectora cloacal. La Res. 778/96 establece límites permitidos y tolerables determinando que los primeros no deben ser sobrepasados por nuevas industrias y que “no se permitirán el vuelco de más de tres parámetros dentro de lo tolerable por establecimiento, independientemente de la cantidad de puntos de vuelcos separados con que cuente.” Si bien, la redacción puede ser confusa, se entiende que el texto refiere a tres parámetros, por encima del máximo permitido, pero debajo del tolerable. En casos específicos (p.e. cercanía a tomas de agua de bebida, afectación de aguas subterráneas, algunos cuerpos receptores, etc.) se establecen condiciones particulares para el límite permitido. El Decreto 1.418/97 otorga en concesión la prestación del servicio público de agua potable y desagües cloacales a AySAM requiriendo la colección, tratamiento, disposición de desagües cloacales e industriales cuyo vertimiento al sistema cloacal sea legal o reglamentariamente admisible. También indica que la empresa puede recibir y tratar desagües industriales no asimilables a desagües cloacales en los términos enunciados en el Decreto.

*Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA):* El AMBA está conformada por la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y los partidos de la Provincia homónima que conforman el conurbano bonaerense. Dentro de este territorio coexisten legislaciones de alcance nacional, provincial, municipal y de cuenca, cada una con su respectivo organismo de fiscalización y criterios de vertido. Esto conlleva superposiciones en materia de control. Existen casos donde un mismo establecimiento puede ser fiscalizado por hasta cinco organismos de control y estar sujeto a cuatro normativas con límites de vuelco diferentes.

*Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA):* La Ley 3.295/2010 denominada “Ley de gestión ambiental de aguas de la CABA” fija los usos prioritarios y estándares de calidad para las aguas de dominio público, y determina que los límites de vertido de efluentes líquidos a cursos superficiales y a conductos pluviales, que deberán reglamentarse, no podrán exceder las tolerancias establecidas en el Decreto Nacional 674/89. Consecuentemente, y hasta que se reglamente la mencionada Ley, rigen los límites de vuelco establecidos por el Decreto 674/89 y sus normas complementarias (Res.79.179/90). La Autoridad de Aplicación es la Agencia de Protección Ambiental (APrA).

*Provincia de Buenos Aires:* la norma que rige en dicha jurisdicción es la Resolución 336/2003 de la Autoridad del Agua Provincial, que en su Anexo II establece los parámetros de calidad de las descargas a colectora cloacal y a cuerpos de agua superficial, entre otros. En este caso, la aplicación, reglamentación y vigilancia se encuentra en manos de la Autoridad del Agua (ADA) Provincial.

*Cuenca hídrica Matanza-Riachuelo:* La misma se asienta sobre terrenos de la CABA y la Provincia de Buenos Aires. La Autoridad de Cuenca Matanza-Riachuelo (ACUMAR) fue creada mediante la Ley Nacional 26.168, que también define: “Las facultades, poderes y competencias de la ACUMAR en materia ambiental prevalecen sobre cualquier otra concurrente en el ámbito de la cuenca”. La ACUMAR ha establecido límites de vuelco para efluentes líquidos mediante la Resolución 1/2007, modificada por la Resolución 2/2008. En el año 2017, la ACUMAR dictó la Resolución 46/17, que también establece límites de vuelco para descarga de efluentes líquidos, pero en su texto se indica que recién entrará en vigencia a partir de su reglamentación. Cabe destacar que esta norma, postula como criterio de control complementario

al de concentración, la limitación de cargas másicas en los vertidos en función de los niveles guía de calidad establecidos para cada tramo de la cuenca.

*Área de concesión de la empresa Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AYSA):* dicha concesión se encuentra regulada por la Ley Nacional 26.221, que determina límites y condiciones para las descargas recibidas en la red cloacal concesionada. El Marco Regulatorio de AySA, no otorga a la empresa la potestad de control sobre los vertidos industriales y especiales recibidos en la red que opera, quedando esta facultad a cargo de la Dirección de Inspecciones, que opera en la órbita de la Subsecretaría de fiscalización y recomposición, de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, en los términos estipulados por el Dec. 674/89 y sus normas complementarias. Los límites de vuelco, se establecen en la Res. 79179/90, que fue luego modificada por Res. 314/92, Res. 963/99, Res. 999/92 y Res. 799/99. Esta dependencia, también tiene a cargo el poder de policía en materia de control de la contaminación hídrica, de la calidad de las aguas naturales, superficiales y subterráneas y de los vertidos en el área servida por AySA, con el objetivo de proteger las fuentes de toma que emplea la concesionaria. Adicionalmente al criterio de control por concentración, cuyos límites se establecen en las normas mencionadas, el Decreto 674/1989 también contempla el “límite de carga contaminante ponderada total” (LCPT), cuyo cálculo consiste en una sumatoria ponderada de las cargas másicas de aquellos parámetros que superen los límites permisibles. Los coeficientes de ponderación de cada parámetro se definen en la Res. 32/1989. Finalmente, en el Decreto 674/1989, se definen los “vertidos no tolerados” como aquellos en los que alguno de los parámetros de calidad registre concentraciones superiores a los límites permisibles y también sobrepasen, el valor numérico LCPT establecido en 1.500 (Res. 231/1993). En la Resolución 242/1993 se define adicionalmente el “Límite de Carga Tóxica Ponderada Total” (LCPTt) que se calcula en forma similar al LCPT pero solamente en base a siete parámetros (Cianuro, Cromo hexavalente, Cadmio, Plomo, Mercurio, Arsénico y Fenoles) considerados como potencialmente tóxicos.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación, se presentan los gráficos obtenidos para los diferentes parámetros de vuelco a red cloacal y a cuerpos de agua superficiales. Los principales parámetros analizados fueron pH, sólidos sedimentables 10 minutos y 2 horas (SS10' y SS2hs), Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Oxígeno consumido al permanganato (OC), Sustancias Solubles en Éter Etilico (SSEE), Hidrocarburos (HC), Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM), Sustancias Reactivas al Azul de O-Toluidina (SRAO), Cianuro, Cobre, Cadmio, Plomo, Cinc, Níquel, Cromo y Mercurio.

## PARÁMETROS DE VERTIDO A RED CLOACAL Y A CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL

pH

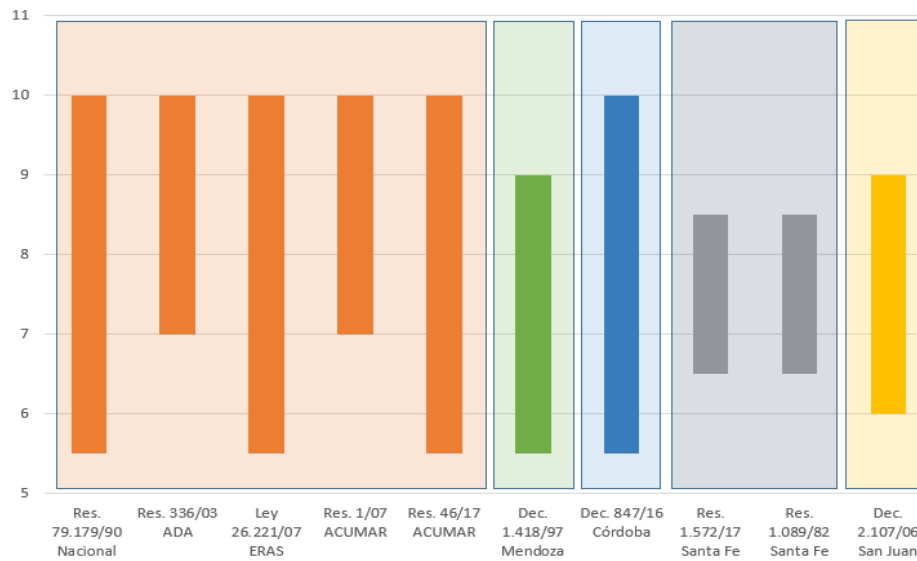


Figura 1 - Rangos permitidos de pH en vertidos a red cloacal

En la Figura 1 se observa disparidad en el rango permitido de pH, siendo las normas de Santa Fe las más restrictivas. Cabe mencionar que en varias jurisdicciones del AMBA, pueden coexistir sobre un mismo establecimiento los requerimientos establecidos por las cuatro normas en vigencia, dos de ellas con rango de 7 a 10 y las restantes, de 5,5 a 10. La importancia de este parámetro en las redes cloacales se fundamenta en la prevención de corrosión e incrustaciones, y en la eventual reacción con otros compuestos susceptibles de liberar gases tóxicos (principalmente Cianuro y Sulfuro). Los criterios adoptados por cada jurisdicción analizada al respecto, difieren, pero siempre se mantienen en un rango entre 5,5 y 10.

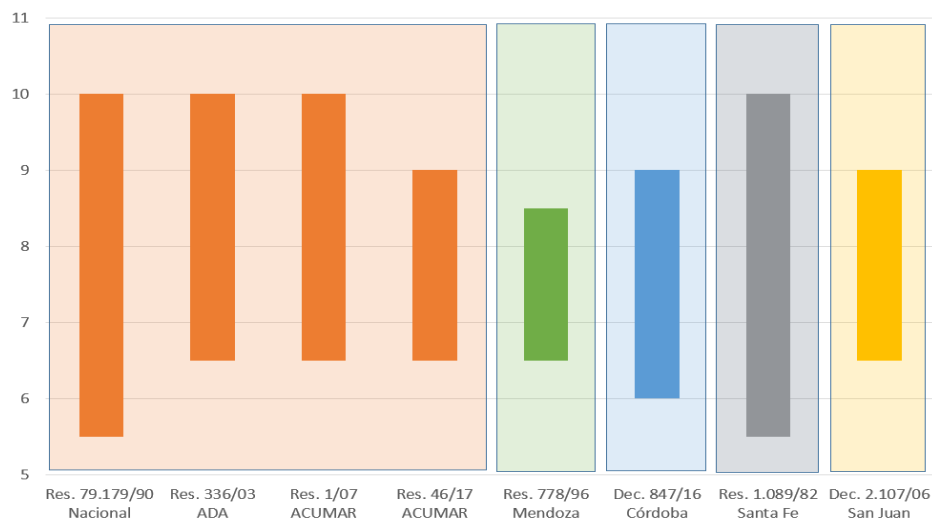


Figura 2 – Rangos permitidos de pH en vertidos a cuerpo de agua superficial

Dentro de los valores de pH establecidos para vertidos a cuerpos de agua superficial, (Figura 2) se encuentra la provincia de Mendoza como la más restrictiva seguida por la provincia de San Juan. Una vez que entre en vigencia la Res. 46/17 de ACUMAR, ésta igualará los valores de la anterior. Es esperable observar valores

más restrictivos en dos provincias que presentan escasez hídrica, y en una cuenca que se encuentra en proceso de recomposición ambiental.

### Sólidos sedimentables

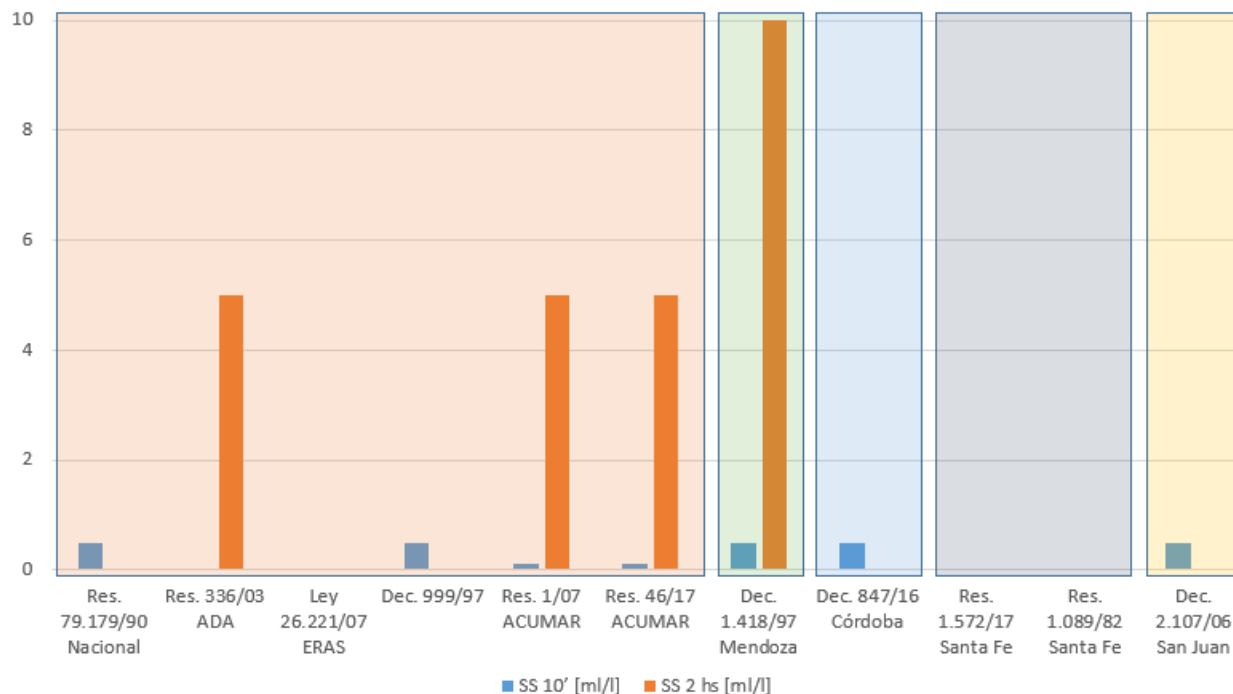


Figura 3 - Límites permitidos de Sólidos Sedimentables en vertido a red cloacal

En la provincia de Santa Fe ninguno de los parámetros de SS10' y SS2hs están regulados. En los casos de Córdoba, San Juan y la Res. 79.179/90, sólo se contempla el parámetro SS10', que se regula habitualmente a fin de prevenir depósitos en las redes que puedan afectar su normal funcionamiento. En el caso de la Ley 26.221, la ausencia fue subsanada mediante el Dec. 999/92 que establece un valor de 0,5 ml/l para este parámetro.

Las normas que regulan SS10' establecen los límites de: 0,5 ml/l (Res. 79.179, Mendoza, Córdoba y San Juan) y 0,1 ml/l (ADA, ACUMAR). Estrictamente, la Res. 336 de la ADA establece que sea inferior al límite de detección analítico, que resulta ser de "entre 0,1 y 1 ml/l" dependiendo de las características de la muestra (APHA, 1998).

Los valores de SS2hs son limitados a 10 ml/l por la normativa de Mendoza, a 5 ml/l por ADA y ACUMAR y no se encuentran regulados en el resto de los casos. Este parámetro toma relevancia para el diseño y operación de sedimentadores primarios en las plantas depuradoras.

La medición de estos parámetros es importante para definir la necesidad de unidades de sedimentación y el comportamiento físico de las corrientes de residuos que entran a los cuerpos de agua naturales.

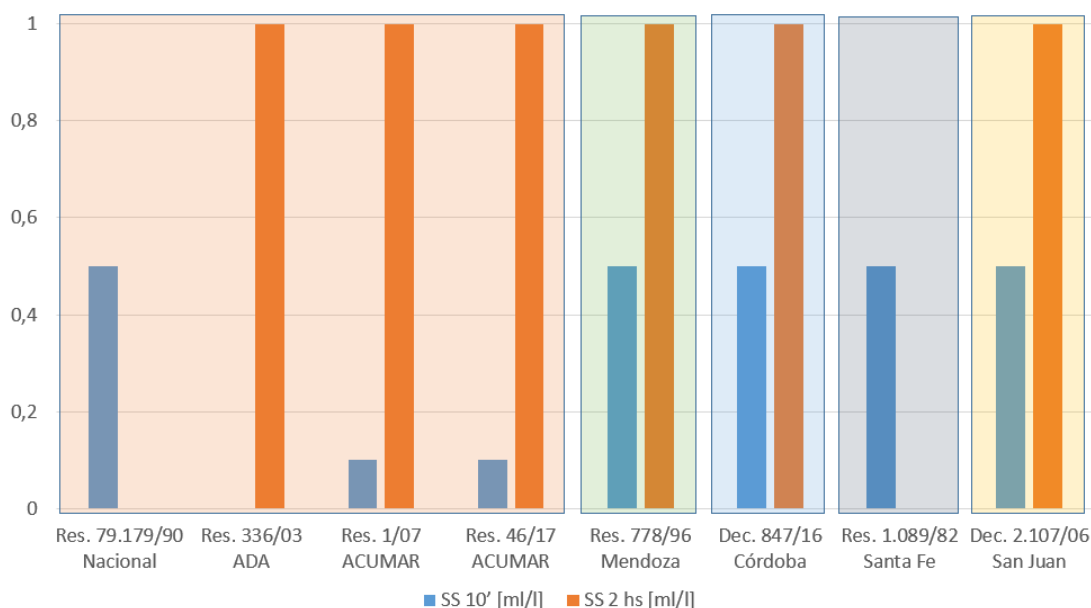


Figura 4 - Límites permitidos de Sólidos Sedimentables en vertidos a cuerpo de agua superficial

Para vertido a cuerpos superficiales, los valores de SS10' se encuentran regulados en todas las normas analizadas con valores de 0,5 ml/l a excepción de ACUMAR que requiere 0,1 ml/l. Esta condición resulta consistente con el hecho de tratarse de una cuenca altamente contaminada. Al igual que para vertido a cuerpos superficiales, la Res. 336/03 establece que el parámetro debe encontrarse “ausente”, empleando con un término discutible ya que no se establece el límite de detección analítico, quedando consecuentemente supeditado al laboratorio que realice la determinación. La situación de SS2hs presenta mayor dispersión. Algunos cuerpos normativos no la contemplan (Santa Fe, ADA y Res. 79.179) mientras que otros fijan un límite de 1 ml/l para el mismo. En cuerpos superficiales el aporte de sólidos sedimentables puede provocar depósitos que alteren el cauce en los puntos cercanos al vertido, especialmente SS10, y dependiendo de la composición de los sólidos, también pueden constituir fuentes de aporte de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, entre otros componentes.

#### Compuestos orgánicos agregados (DQO, DBO<sub>5</sub>, O.C., SSEE, HC)

La materia orgánica presente en los vertidos se regula principalmente mediante los parámetros presentados en la Figura 5. La DQO indica la presencia de compuestos oxidables por vía química, que no son solamente orgánicos y la DBO<sub>5</sub> es un indicador de aquellos biodegradables. La determinación de DBO<sub>5</sub> se relaciona con la capacidad, diseño y operación de los sistemas de tratamiento de efluentes por medios biológicos tales como los sistemas de lodos activados, o lechos percoladores. La DBO<sub>5</sub> también es un indicador de la cantidad de oxígeno que los vertidos consumirán si son degradados biológicamente en los cuerpos de agua superficiales donde son descargados. De esta forma La DBO<sub>5</sub> es uno de los parámetros de mayor relevancia para el control de la contaminación hídrica. La DQO es un indicador de la presencia de materia oxidable químicamente, que incluye aquella oxidable por mecanismos biológicos. La DQO puede obedecer a la presencia de compuestos orgánicos, biodegradables o recalcitrantes y también puede incrementarse debido a la presencia de compuestos inorgánicos oxidables. La relación DBO<sub>5</sub>/DQO resulta un indicador del grado de biodegradabilidad de los vertidos.

El parámetro SSEE refleja el contenido de aceites y grasas, caracterizados por su escasa solubilidad en agua y su tendencia a separarse de la fase acuosa formando capas oleosas que pueden dificultar las operaciones de



transporte y tratamiento. Lo mismo ocurre con los HC. Una vez en los cauces de agua, estos compuestos pueden formar películas superficiales que dificulten la transferencia de oxígeno hacia el líquido.

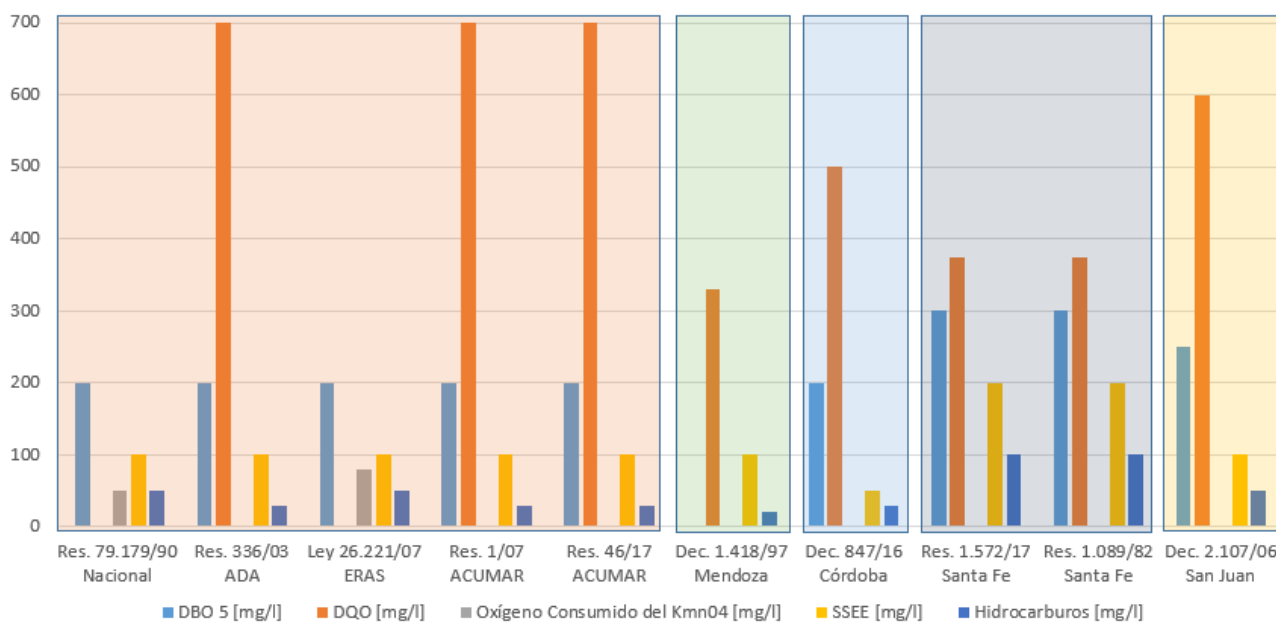


Figura 5 - Límites permitidos de DBO<sub>5</sub>, DQO, O.C., SSEE e HC en vertidos a red cloacal

La Res. 79.179/90 y la Ley 26.221 regulan O.C. del permanganato de potasio en lugar de la DQO. Esta técnica analítica, que consiste en una oxidación química con un oxidante diferente al empleado en la DQO, no se encuentra fácilmente disponible en la bibliografía moderna, sino que proviene de antiguos reglamentos de Obras Sanitarias de la Nación (OSN). Los valores obtenidos por ambos métodos no son directamente comparables, por lo que la exigencia simultánea de ambos dificulta tanto los análisis que deben realizar las industrias, como la comparación de los resultados obtenidos y la posibilidad de tomar decisiones de gestión, por parte de las autoridades gubernamentales, en función de los mismos. Cabe destacar que las normas referidas consignan que el O.C. corresponde “en vez de la DBO”, pero no detallan en qué casos correspondería una u otra determinación. En las demás normativas se encuentra regulado el parámetro DQO, con límites que oscilan desde 300 hasta 700 mg/l. Cabe mencionar que, en una red cloacal, es esperable contar con valores de DQO del mismo orden que los presentes en efluentes domésticos que, dependiendo de sus características, pueden hallarse entre 250 y 1000 mg/l (Metcalf, 1991).

En el caso del parámetro DBO<sub>5</sub>, la mayoría de las normas establecen límites de vertido comprendidos entre 200 y 300 mg/l, que coinciden con los rangos reportados en la bibliografía para efluentes domiciliarios (Metcalf, 1991). La normativa de Mendoza no regula este parámetro. Los criterios para fijar estos límites en conductos cloacales debieran encontrarse íntimamente ligados a las instalaciones de depuración donde estos derivan y la dilución esperada de los vertidos industriales con otros líquidos residuales recibidos por el sistema cloacal. Consecuentemente, es esperable que los límites puedan diferir en función del sistema de recolección, transporte y tratamiento de líquidos cloacales disponibles en cada región, pero en líneas generales se requiere que los tenores sean similares a los de un efluente doméstico.

Las SSEE se encuentran reguladas en todas las normas relevadas. La mayoría de ellas estipulan un límite de 100 mg/l, mientras que Mendoza establece un valor de 50 mg/l y solo la Res. 1089/82 de la Provincia de Santa Fe, fija un límite de 200 mg/l. Respecto a HC, los límites permitidos oscilan entre 20 y 100 mg/l, siendo la normativa de Mendoza la más restrictiva.

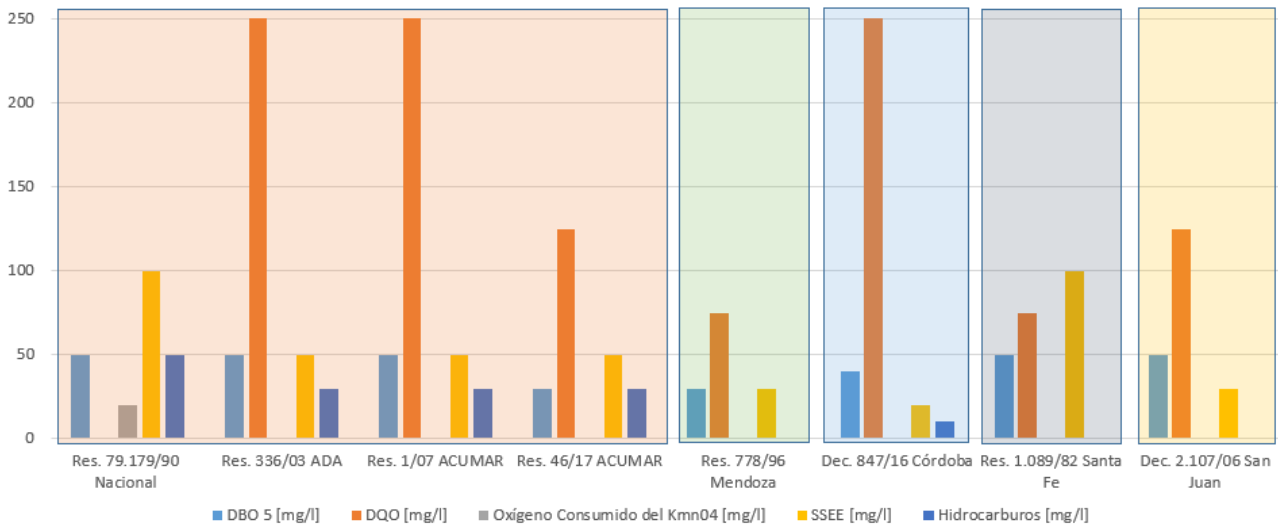


Figura 6 - Límites permitidos de DBO, DQO, O.C., SSEE e H.C. en vertidos a cuerpo de agua superficial

Al igual que ocurre para vertidos a redes cloacales, la Res. 79.179 es la única que regula O.C. al permanganato en lugar de DQO para vertidos a cuerpos superficiales. Las demás normativas regulan la DQO con límites entre 75 y 250 mg/l. Los valores más restrictivos se encuentran en Mendoza.

La DBO<sub>5</sub> se encuentra regulada en todas las normativas relevadas. La resolución 778/96 de Mendoza y la resolución 46/17 de ACUMAR plantean los valores más restrictivos (30 mg/l), seguidos por el Dec. 847/16, de Córdoba (40 mg/l) mientras que las demás requieren 50 mg/l.

Los valores regulados de SSEE se encuentran limitados en todas las normas, siendo la más restrictiva la provincia de Córdoba (20 mg/l), seguida por Mendoza y San Juan (30 mg/l). Luego se encuentran tres normativas de Buenos Aires (Res. 336/03, 1/07 y 46//17) con valores de 50 mg/l y, por último, la Res. 79.179/90 de Buenos Aires y la Res 1.089/82 de Santa Fe con un límite de 100 mg/l. La normativa de Santa Fe es la única que diferencia grasas de aceites, a los que asigna un límite de 10 mg/l. Los máximos permitidos de H.C. presentan mayores dispersiones entre regiones: En Mendoza rige un mínimo de 0,5 mg/l, en Córdoba de 10 mg/l. En el AMBA la Res. 79.179 requiere 50 mg/l mientras que ACUMAR requieren 30 mg/l. La última resolución de ACUMAR, que aún no entró en vigencia, fija un valor adicional de 1 mg/l para Hidrocarburos Volátiles. Por último, Santa Fe no reglamenta este parámetro y en San Juan se establece "ausente" haciendo referencia a que la autoridad podrá requerir mayores especificidades al respecto. Claramente, los criterios de control respecto a este parámetro resultan sumamente dispares.

### Detergentes (SAAM y SRAO)

La presencia de compuestos tensioactivos en los vertidos, favorece la formación de espumas en los sistemas de transporte y tratamiento de líquidos cloacales. Estos compuestos pueden causar inconvenientes en la operación de los procesos de tratamiento de efluentes, tanto por la presencia de espumas como por el hecho de que los detergentes pueden solubilizar compuestos orgánicos dificultando su remoción. Los detergentes que no son retenidos en los sistemas de tratamiento, dependiendo de su composición, pueden aportar nutrientes a los cuerpos de agua, además de dificultar la transferencia de oxígeno por la formación de espumas superficiales. (Manahan, 2004). Este grupo de compuestos se determina analíticamente mediante técnicas que involucran su reacción con compuestos cromóforos que permiten luego su cuantificación por espectrofotometría. La mayoría de los detergentes empleados comercialmente son de carácter aniónico y el

método más difundido para su cuantificación en aguas y efluentes se basa en la reacción de estos, con Azul de Metileno a fin de cuantificar Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM). (APHA, 1998)

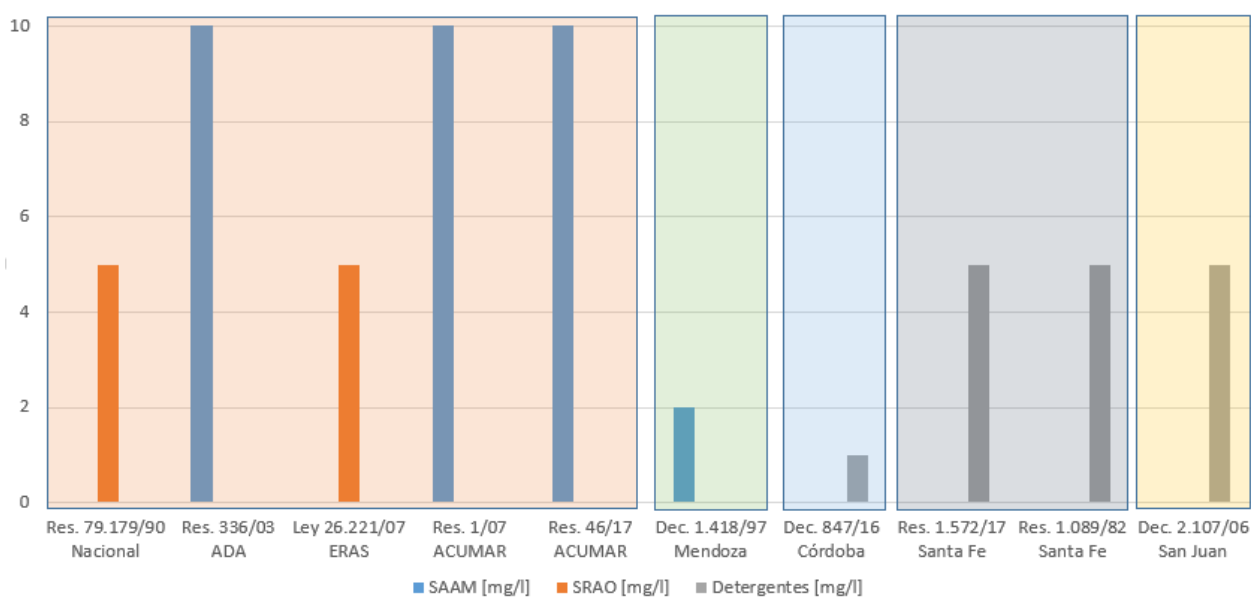


Figura 7 - Límites permitidos de detergentes en vertidos a red cloacal

Todas las normas relevadas sobre vertidos a red cloacal limitan la cantidad de detergentes aniónicos. No obstante, no todas emplean la técnica SAAM sino que algunas reglamentan en su lugar las Sustancias Reactivas al Azul de O-toluidina (SRAO). Esta técnica analítica puede encontrarse en antiguas reglamentaciones de Obras Sanitarias de la Nación, pero no figura en la bibliografía más ampliamente empleada, tal como el Standard Methods for Analysis of Water and Wastewaters (APHA, 1998 y posteriores). Las normas que regulan SRAO son la Res. 79.179/90 y la ley 26.221, de Buenos Aires. La Res. 1.572/17 de Santa Fe consigna “detergentes sintéticos” para vertidos a cloacales mientras que la 1089/82 de la misma Provincia establece SAAM para vuelco a cuerpos superficiales. Las normas de Mendoza refieren “detergentes” a secas para vuelcos a cursos superficiales y SAAM para líquidos cloacales (refiriendo sus siglas en idioma inglés). San Juan, consigna “detergentes totales” para vertidos a red cloacal y SAAM para descarga a cursos superficiales. Por último, Córdoba, menciona “detergentes” para ambos destinos de vuelco.

Cabe mencionar que en la CABA coexisten normas aplicables sobre los mismos establecimientos, que exigen formas diferentes de medir los mismos detergentes aniónicos (SRAO y SAAM). Esta situación implica la necesidad de que las empresas o los organismos de control costeen dos determinaciones analíticas para medir los mismos compuestos. Adicionalmente, los valores numéricos entre ambas técnicas no se relacionan directamente, por lo que un análisis comparativo de los límites resulta dificultoso y puede prestar a confusiones.

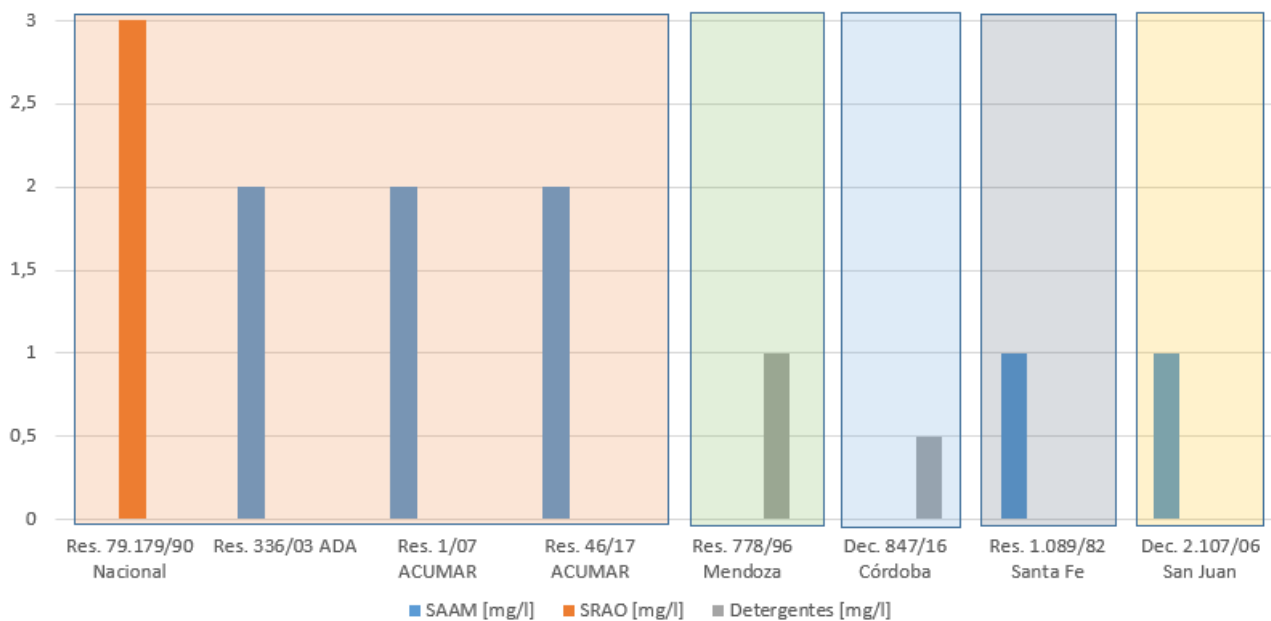


Figura 8 – Límites permitidos de detergentes en vertidos a cuerpo de agua superficial

### Cianuro

El cianuro, suele presentar límites restrictivos debido a la elevada toxicidad aguda de algunas de sus formas químicas y el riesgo de que estas se descompongan para liberar ácido cianhídrico (HCN) gaseoso. (Dzombak y col., 2006). Esta situación cobra especial relevancia en redes cloacales, donde los efluentes tienen mayor probabilidad de experimentar valores de pH bajos al mezclarse con descargas ácidas de otro usuario, situación que favorece el desprendimiento del gas tóxico HCN. Muchas empresas tratan los efluentes cianurados por cloración, destruyendo las formas menos estables de este compuesto, que también son las que presentan mayores riesgos y toxicidad. (Hanela, 2014). No obstante, las formas más estables del cianuro persisten luego de este tratamiento. Algunas normas establecen límites diferenciados para cianuros totales y cianuros destructibles por cloración, mientras que otras se limitan a regular el valor de “cianuro” sin aclarar a qué clasificación hacen referencia.

Un caso interesante de destacar es el relacionado a la normativa aplicable en radio servido de AySA, en Buenos Aires. La Res. 79179/90 establecía un límite de 0,1 mg/l de “cianuro”, condición ratificada en el Dec. 999/92. En el año 1999, mediante Res. 799/99 se determina: “Fijar el actual límite de 0,1 mg/l de vuelco a colectora, a conducto pluvial y a curso de agua, para los cianuros destructibles por cloración.” y “Fijar el límite de vuelco a colectora, a conducto pluvial y a curso de agua para los cianuros totales en un valor de 1mg/l.”. No obstante, hasta la fecha no se ha derogado o modificado el límite preexistente (0,1 mg/l de “cianuro” a secas). Consecuentemente, si el “cianuro” a secas se interpreta, como sería lógico al no aclararlo, como cianuro total, estarían co-existiendo los límites permisibles de 0,1 y 1 mg/l para cianuro total en un mismo cuerpo normativo. Este tipo de situaciones, ante un eventual conflicto, terminarían librados al criterio del magistrado interviniente, pero conforman puntos poco claros para una industria que debe saber hasta qué niveles debe tratar sus efluentes previamente al vertido.

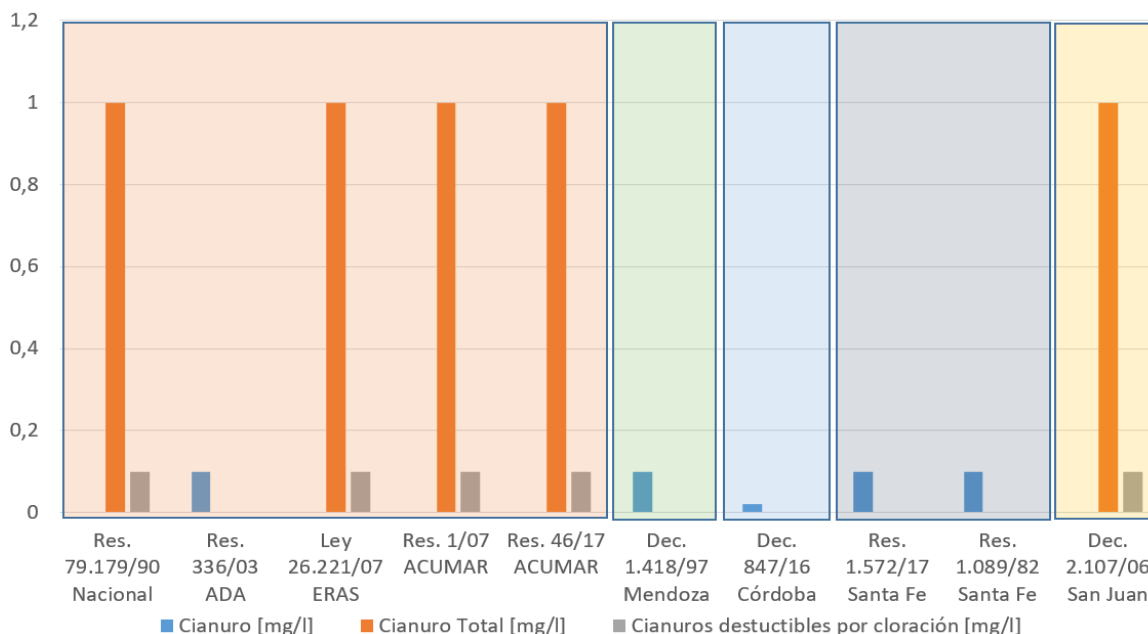


Figura 9 - Límites permitidos de Cianuros en vertidos a red cloacal

Todas las normativas que regulan cianuro total, también lo hacen con el parámetro de Cianuros destructibles por cloración. En cambio, las que regulan “cianuro” a secas, no establecen límites para ninguno de los otros dos parámetros. En los valores de cianuro total y destructible por cloración no se encuentran diferencias entre normas. Las normas que regulan “cianuro” a secas, le asignan un límite de 0,1 mg/l, equivalente al valor máximo permitido para cianuros destructibles por cloración en los casos donde se diferencian. Consecuentemente, podría decirse que están asumiendo un criterio más conservador al respecto, pero también más exigente hacia las industrias para alcanzar niveles más bajos de cianuro total, a los que no siempre puede llegarse empleando el tratamiento más difundido en estos casos: la cloración. El parámetro de “cianuro” se regula de manera mucho más restringida en Córdoba en relación a las demás jurisdicciones.

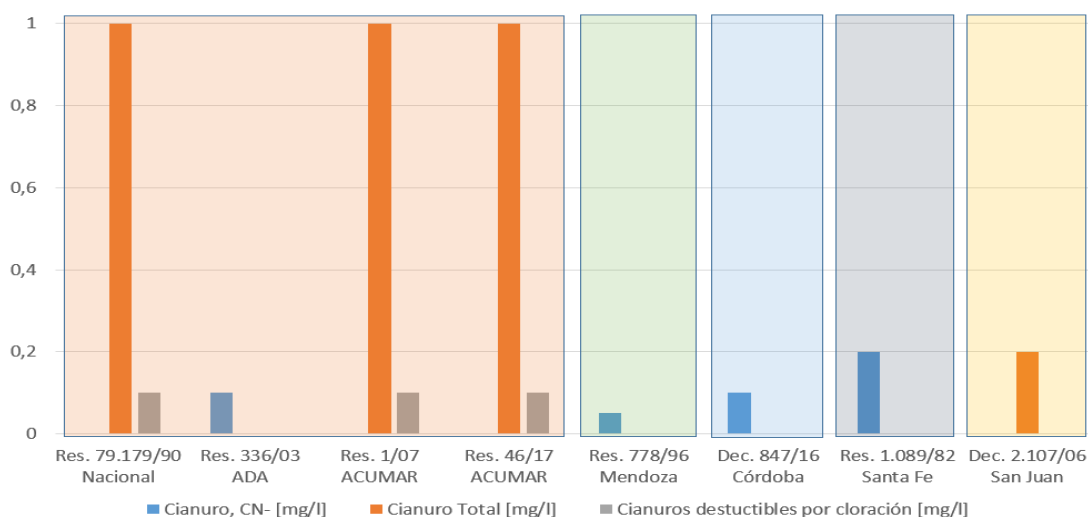


Figura 10 - Límites permitidos de Cianuros en vertidos a cuerpo de agua superficial

Para vertido a cuerpos superficiales, solo la Res. 79.179 y las normas de ACUMAR, regulan “cianuro destructible por cloración”. Las demás normas establecen límites de cianuro o cianuro total, cercanos al

orden de valores que las primeras definen para los cianuros clorables, adoptando un principio precautorio al regular la concentración total de cianuro, independientemente de su forma.

### Metales

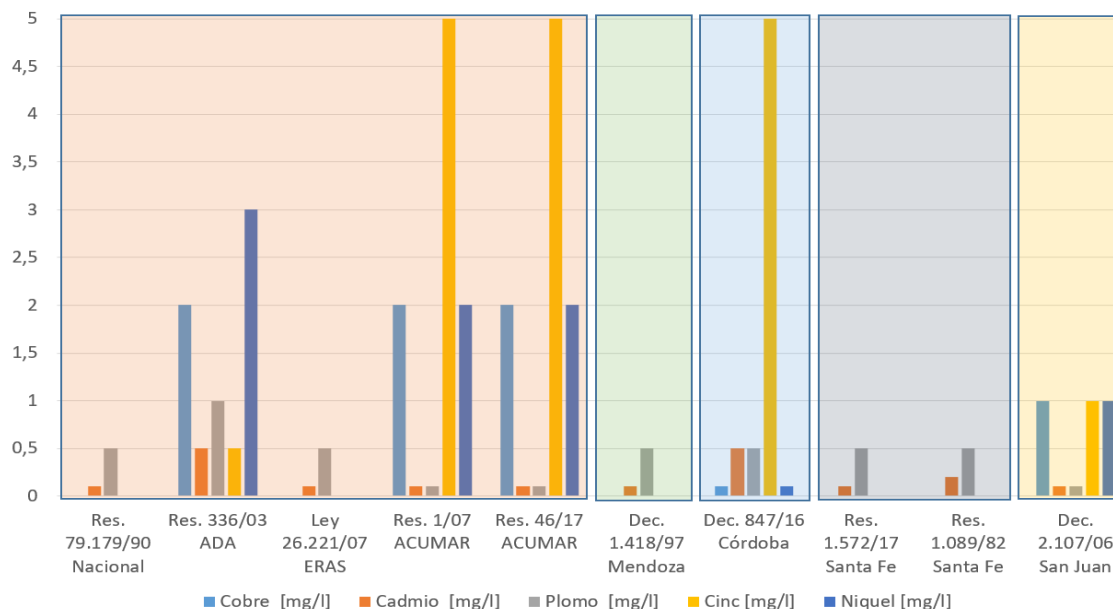


Figura 11 - Límites de metales en vertidos a red cloacal

La regulación de metales es de suma importancia tanto para vuelcos a colectora cloacales como para agua superficial. La misma se debe a su toxicidad y a que la mayoría de las plantas de tratamiento de las empresas operadoras de las redes cloacales no están diseñadas para remover dichos compuestos. De esta manera el vuelco de metales a las redes cloacales permitiría la llegada de los mismos a los cuerpos de agua. La responsabilidad al respecto, descansa en las empresas prestadoras de servicios cuyas estrategias de prevención se centran en el control de los efluentes que reciben sus redes. Más allá de afectar no solo la calidad del cuerpo de agua, la presencia de metales en los vertidos pueden poner en riesgo la salud humana debido a que, en numerosos casos, dichos cuerpos son fuente de abastecimiento de agua para la población, que generalmente tampoco cuenta con barreras tecnológicas para removerlos.

No todas las normas para vertidos cloacales regulan Cobre, Cinc y Níquel, contrariamente a lo que sucede con Cadmio y Plomo, de elevada toxicidad. En el caso de las normas de Buenos Aires (Res. 79.179/90), Mendoza y Santa Fe, sólo se regulan Cadmio y Plomo, todas con valores semejantes. Para el Cadmio, la norma de Córdoba y la Res. 336/03 tienen valores 5 veces más permisibles. Tanto la norma de San Juan como las normas de ACUMAR presentan los valores más restrictivos para Plomo (cinco veces menor que otras) y la Res. 336 de la ADA tiene el valor de vuelco más alto (diez veces mayor que el más restrictivo). Las normas de ADA, ACUMAR, Córdoba y San Juan regulan los 5 metales siendo la más exigente la normativa cordobesa, a excepción de cinc que tiene el valor más restrictivo en la normativa de la ADA, contrariamente al valor de níquel, para el que tiene el valor más permisible. Para el caso de Cobre, las tres normas de Buenos Aires que lo regulan presentan los valores más permisibles.

La decisión de regular metales pesados en vertidos a la red cloacal, debe fundamentarse en la probabilidad de ocurrencia de los mismos y su capacidad de dilución con los demás líquidos circulantes a fin de cumplimentar los requerimientos de vertido de las plantas depuradoras para satisfacer los niveles de calidad de los cuerpos receptores donde estas descargan los líquidos tratados. Consecuentemente, la disparidad de

critérios y parámetro regulados en este caso, obedecería a las consideraciones adoptadas a tal fin en cada jurisdicción.

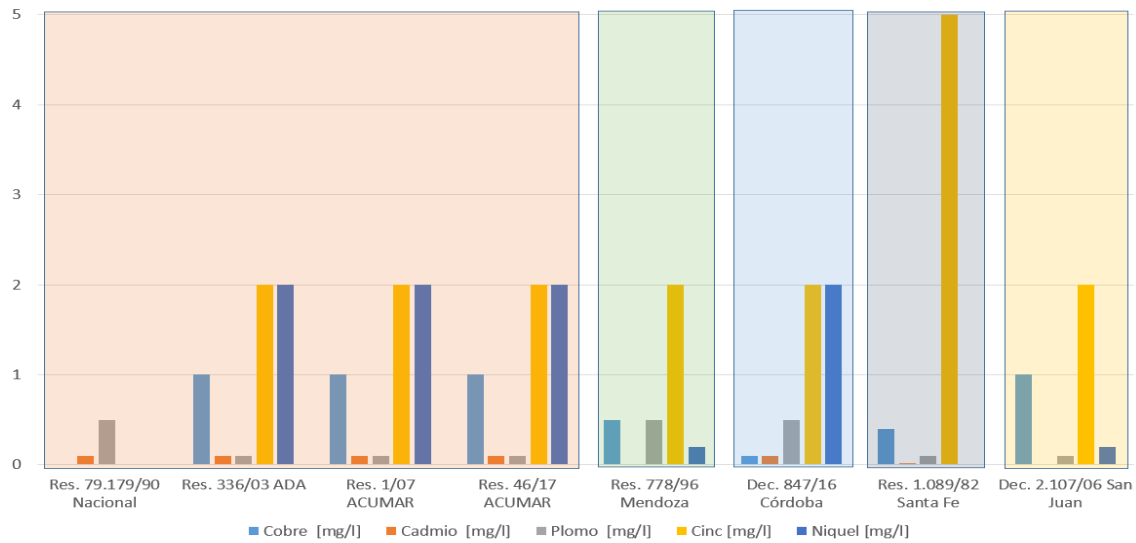


Figura 12- Límites de metales en vertidos a cuerpo de agua superficial

Todos los parámetros analizados en la Figura 12 se encuentran contemplados en las normas relevadas para vuelco a cuerpo superficial, a excepción del parámetro de Níquel en la provincia de Santa Fe. En lo que respecta al parámetro de Cobre, se regula de manera más restrictiva en la provincia de Córdoba, mientras que las provincias de San Juan y Buenos Aires son las más permisivas. El Cadmio se regula de manera más restrictiva en San Juan y Mendoza (con un valor de 0,01 mg/l) siendo 10 veces menor que el valor menos restrictivo. Los valores establecidos para Plomo son más restrictivos en las resoluciones de ACUMAR y la 336/03 de Buenos Aires, San Juan y Santa Fe, por último, se encuentran las provincias de Mendoza, Córdoba, y la resolución 79.179 de Buenos Aires. El parámetro Cinc está regulado con el mismo valor en Buenos Aires, Mendoza, Córdoba y San Juan, seguido la provincia de Santa Fe, siendo esta última la más permisiva de las normas analizadas. El último parámetro analizado en este gráfico es el Níquel, el cual se encuentra regulado en Mendoza y San Juan, siendo éstas las más restrictivas, seguido de Buenos Aires y Córdoba por una diferencia muy amplia.

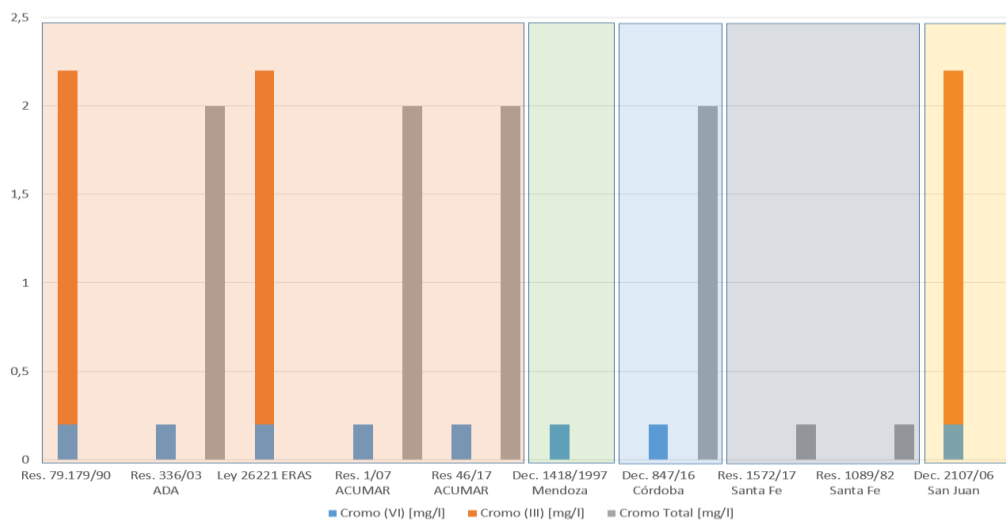


Figura 13 - Límites de Cromo en vertidos a red cloacal

Las formas más habituales de este compuesto, son la trivalente (Cr III) y la hexavalente (Cr VI), que resulta ser la más tóxica. La cantidad de cromo total, se obtiene por suma de las anteriores (generalmente se analiza “total” y hexavalente, calculando la trivalente por diferencia). Un conjunto de normas regula el Cr VI y cromo total, con valores permitidos de 0,2 y 2 mg/l, respectivamente, para vuelcos a red cloacal. Santa Fe regula “cromo” a secas (que fue interpretado como “cromo total” para este análisis) y tiene un valor de vuelco igual al cromo hexavalente regulado por las demás normativas (0,2 mg/l). Las normas de San Juan y el Marco Regulatorio de AySA regulan Cr VI y Cr III, en 0,2 y 2 mg/l respectivamente, que totalizarían un máximo permitido de 2,2 mg/l de Cromo Total para vuelcos a red cloacal.

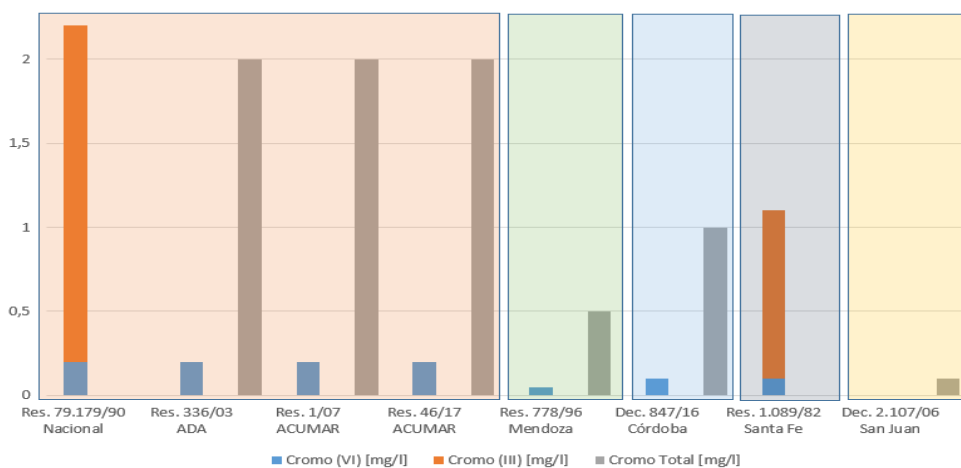


Figura 14 - Límites de Cromo en vertidos a cuerpo de agua superficial

Sería esperable que los límites admisibles de cromo a cuerpos de agua fueran inferiores a los permitidos a red cloacal, considerando los efectos de dilución en la red. No obstante, en el AMBA, las normas establecen valores prácticamente coincidentes. Las demás jurisdicciones, si contemplan reducciones. La provincia de San Juan, no regula Cr III o Cr VI en forma individual, pero es la normativa que establece valores notoriamente más restrictivos mediante un único parámetro: Cromo total.

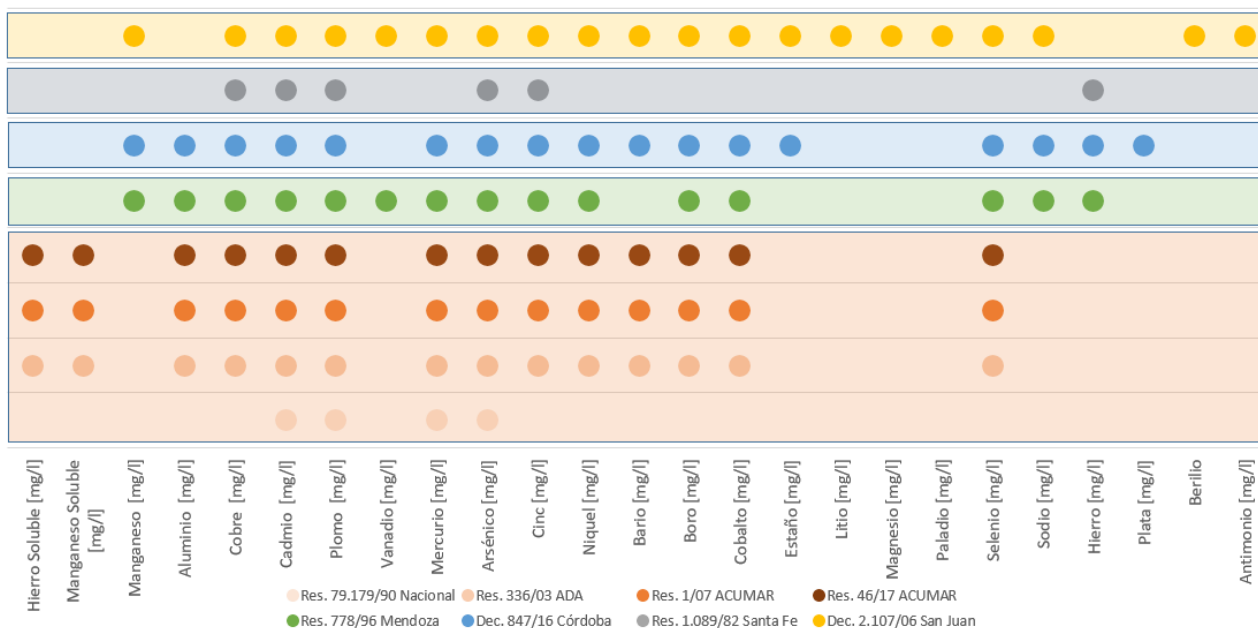


Figura 15 – Metales regulados para vuelcos a agua superficial



En la Figura 15 se graficaron los metales regulados por cada norma de agua superficial, sin entrar en detalle de los valores de concentración permitidos. Se puede observar que Cadmio, Plomo y Arsénico son los únicos regulados por todas las normativas analizadas. La normativa que más metales regula, es el Decreto 2107/07 de la Provincia de San Juan, aunque no establece valores para Hierro, Plata y Aluminio. Se destaca, del gráfico anterior, la amplitud de criterios en cuanto a regulación de estos parámetros para vertido a cuerpos superficiales. Esta amplitud, puede dificultar los consensos necesarios para establecer presupuestos mínimos a nivel nacional.

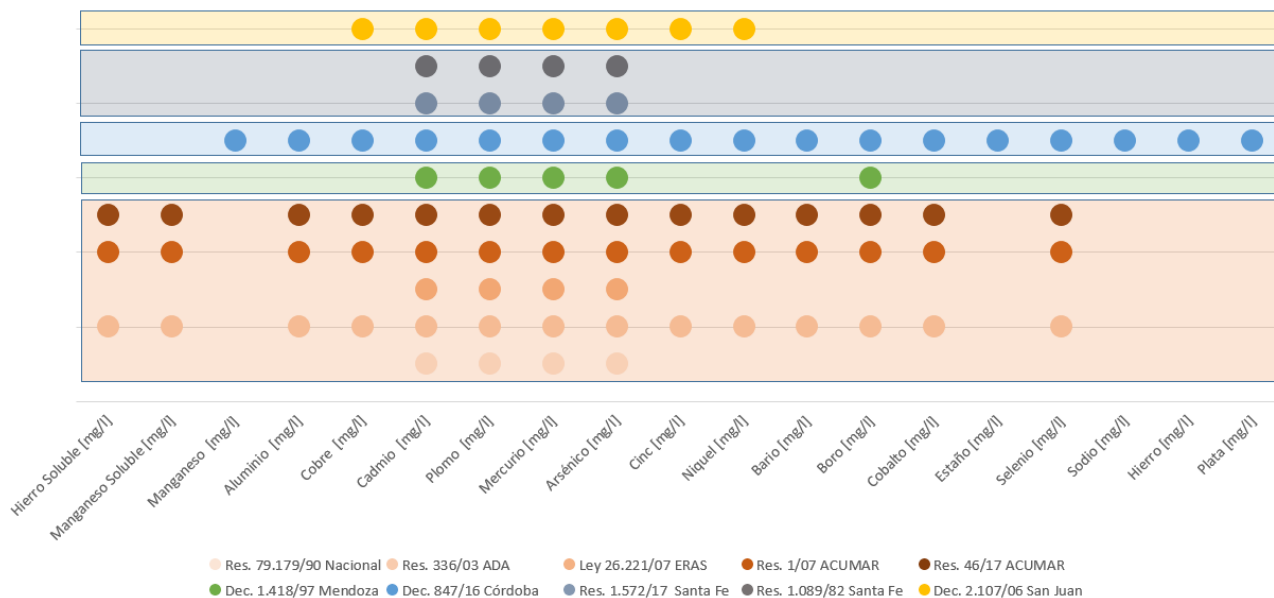


Figura 16 – Metales regulados para vuelcos a Red Cloacal

En el caso de Mercurio, metal tóxico, para vuelcos a red cloacal todas las normas lo regulan con el mismo valor a excepción de la norma de la ADA que tiene un valor más permisivo. Para el caso de vuelcos a agua superficial, todas las normas lo regulan a excepción de la provincia de Santa Fe que no lo contempla entre sus parámetros. Todas las normas de Buenos Aires y Córdoba regulan mercurio con el mismo valor, siendo la provincia de San Juan más restrictiva con un valor 5 veces menor.

## Otros parámetros

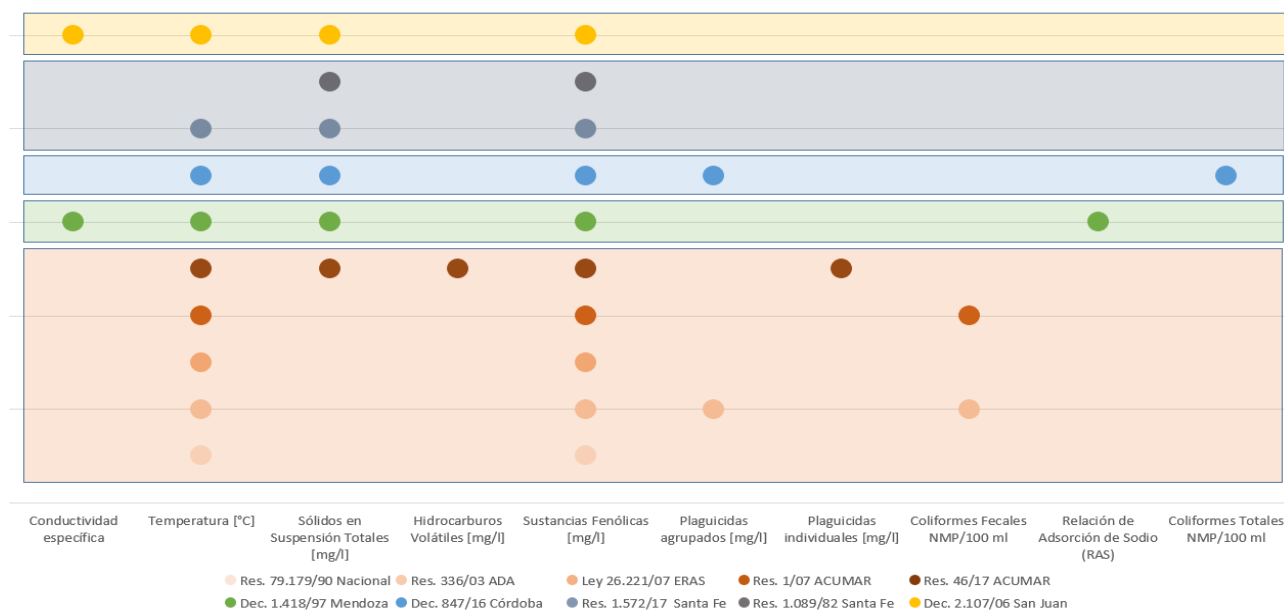


Figura 17 – Otros parámetros regulados para vuelcos a colectora cloacal

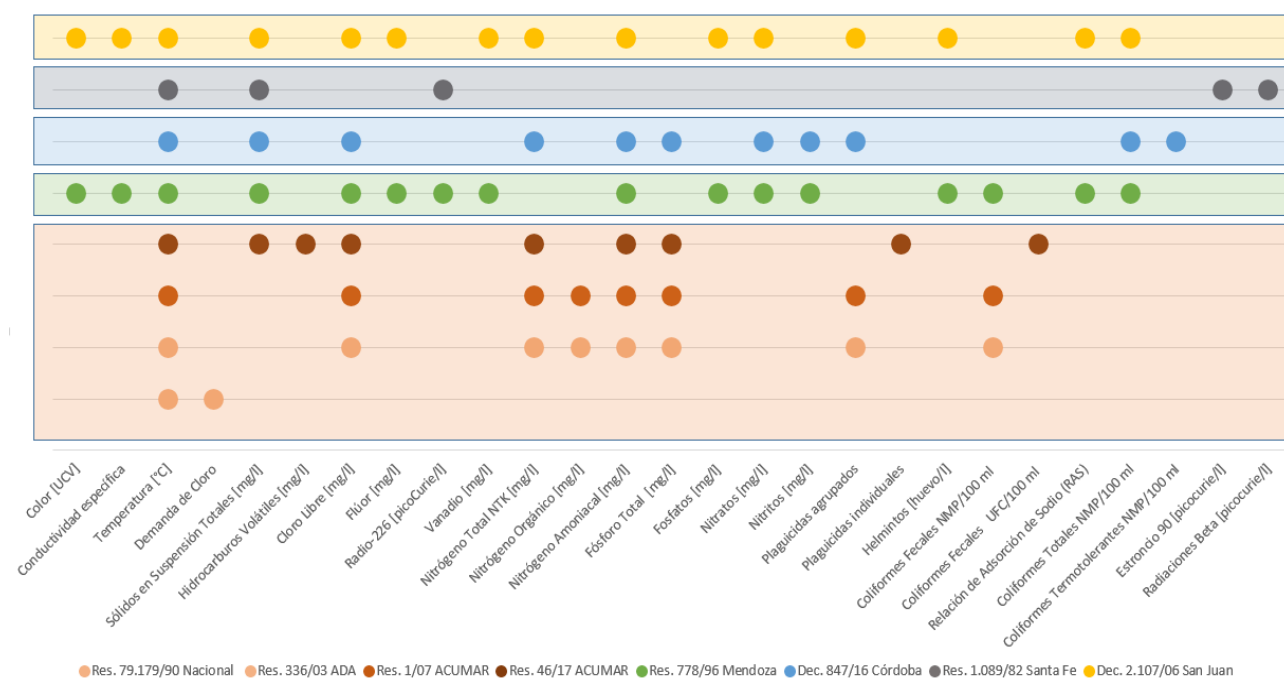


Figura 18 – Otros parámetros regulados para vuelcos a agua superficial

Algunos casos particulares para vuelcos son los parámetros de conductividad y color contemplados solo por Mendoza y San Juan tanto para vertidos a red cloacal como a cuerpo superficial, y la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), parámetro que refleja la aptitud del agua para riego, contemplado solo por dichas provincias donde la disponibilidad de agua para riego es un factor de suma relevancia para el desarrollo local.

Los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs) solo son contemplados por la normativa de ACUMAR 46/17 para agua superficial. En el caso de los plaguicidas, no todas las jurisdicciones lo contemplan y, las que sí, adoptan diferentes criterios, hay normas que contemplan los tipos de plaguicidas organoclorados y

organofosforados como totales dejando a criterio de la industria que plaguicidas medir, mientras que otras normas establecen cada uno de los plaguicidas regulados (solo la Res. 46/17 de ACUMAR), su importancia en la regulación radica en su toxicidad y en determinados casos su prohibición de uso. Solo las provincias de Mendoza y Santa Fe contemplan parámetros radioactivos.

En el caso de nutrientes, para vuelcos a cloacales solo está regulado por las normas de ACUMAR, ADA y Córdoba. Esta situación debiera relacionarse con la disponibilidad de unidades de remoción de nutrientes, en las plantas depuradoras y sus tecnologías que estas poseen. Para vuelcos a cuerpos superficiales todas las jurisdicciones regulan nutrientes con excepción de Santa Fe. El tema merecería una discusión mayor pero no se ahondó en el mismo, dentro de este trabajo, por razones de extensión.

## CONCLUSIONES

Los marcos normativos de las diferentes jurisdicciones tienen en general una base común de control basado en criterios por concentración de compuestos individuales en la descarga, autorizaciones de vertido que deben gestionarse ante las autoridades de control, y que revisten carácter precario ya que pueden retirarse ante la detección de irregularidades, permisos de vertido a redes cloacales a cargo de los prestadores con base en la factibilidad hidráulica de las mismas, entre otras.

Existen algunas Jurisdicciones como por ejemplo el AMBA, donde se superponen distintas normativas, con diferentes parámetros, límites máximos permitidos y múltiples autoridades de aplicación. Para un mayor detalle sobre este hecho se remite a un trabajo previo (Hanela et al., 2016). Si bien pueden apreciarse criterios de control, muchas veces similares en algunos aspectos, para las diferentes jurisdicciones analizadas, se evidencian notorias diferencias en función de la autonomía que cada provincia detenta respecto a la regulación de sus recursos naturales.

En la mayoría de los casos, se adoptan límites máximos permisibles de concentración en la descarga, sin contemplar el caudal de las mismas (que determina la carga másica de contaminantes descargados) ni la especificidad de los cuerpos receptores. Sin embargo, es posible realizar dos salvedades al respecto, tal es el caso de la Res. 46/17 de ACUMAR y la Res. 1.572/17 de Santa Fe. La primera de ellas, contempla el control de vuelco por carga másica y sus efectos sobre el cumplimiento de objetivos de calidad en el cuerpo receptor, mientras que la segunda define distintos valores en función de la dilución que tendrá la descarga en el cuerpo de agua.

En lo que respecta a la Provincia de Santa Fe, las Resoluciones 1.572/2017 y 324/2011 establecen “Límites Recomendados”, los cuales plantean diversos valores para algunos parámetros en forma de sugerencia, lo que resulta, a simple vista, de difícil aplicación debido al carácter flexible del término. Aún no se analizó la forma en que se está aplicando esta norma en la práctica actual. En esta misma jurisdicción, encontramos (Resolución 1.089/1082) límites de concentración para vertidos a curso de agua superficial variables en función de la dilución y la distancia a la toma de agua en cada caso. Por tal motivo, por ejemplo, existen siete valores distintos para el parámetro de Arsénico. Estas consideraciones no fueron encontradas en ninguna otra jurisdicción.

Se observaron importantes diferencias en los valores regulados para algunos parámetros. Por ejemplo para Hidrocarburos (desde ausente hasta 50 mg/l); Cadmio (desde 0,003 a 0.1mg/l) y Cinc (0,5 a 5 mg/l para descarga a red cloacal y de 2 a 5 mg/l para descarga a cursos superficiales). También se observó parámetros que solamente son regulados en ciertas jurisdicciones, tales como plaguicidas o nutrientes para agua superficial, a pesar que la importancia ambiental que los mismos revisten.

También se encontraron diferencias en las nomenclaturas como en las técnicas analíticas establecidas para la cuantificación de determinados parámetros (como en detergentes que se regula SRAM y SRAO, o cianuro algunos aclaran total y otros no, etc.).

Si bien nos encontramos en un país federal, en donde cada Provincia posee autonomía sobre sus recursos naturales, se considera necesario unificar ciertos criterios generales como por ejemplo la nomenclatura, las técnicas analíticas planteadas, etc. La unificación de dichas cuestiones facilitaría la adopción e implementación de presupuestos mínimos, favoreciendo el consenso entre las provincias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition.*

Dzombak, D. A., Wong-Chong, G. M., Ghosh, R. S., 2005. *Cyanide in Water and Soil, chemistry, risk and management.*

Hanela, S. D., Duek, A., Tagliavini, D., Gómez, C. E., Reale, M., Russian, Y., Comellas, D. A., Salinas, M. S., 2016. *Sistematización de la normativa argentina relacionada con el control de la contaminación hídrica, aplicable a establecimientos industriales y comerciales.*

Hanela, S., Durán, J., Jacobo, S., 2014. *Cálculo para el escalado de un sistema de tratamiento para efluentes con complejos ferrocianurados empleando Oxidación Avanzada (UV-ozono) y un lecho de zeolita modificada.*

Manahan, S. E., 2010. *Environmental Chemistry 9<sup>o</sup> edition.*

Metcalf, 3era Ed. 2018. *Ingeniería de Aguas Residuales.*

Sawyer, C. N., Mccarthy, P. L., Parkin, G. F., 2001. *Química para Ingeniería Ambiental, 4 edición.*