

**XXV CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA  
SAN JOSÉ, COSTA RICA, 9 AL 12 DE SETIEMBRE DE 2012**

**TRATAMIENTO Y GESTIÓN DEL AGUA EN LA INDUSTRIA DE LOS  
ÁRIDOS**

***Rodolfo Navarro J.<sup>1</sup>, Daniel Navarro J.<sup>2</sup> y Luis Burgos G.<sup>3</sup>***

1 Ingeniero Civil – Najjar Ingenieros S.A, Chile, [rnavarro@najar.cl](mailto:rnavarro@najar.cl)

2 Ingeniero Civil – Soc. Construcciones y Servicios Najjar Ltda, Chile, [dnavarro@najar.cl](mailto:dnavarro@najar.cl)

3 Ingeniero Civil – Najjar Ingenieros S.A, Chile, [lburos@najar.cl](mailto:lburos@najar.cl)

**RESUMEN:**

En la actualidad la tendencia mundial referente a las explotaciones de áridos ha sufrido variaciones. La integración del medio ambiente y el desarrollo económico social sostenible han marcado la pauta en la industria de áridos. El principal gestor de este cambio es la Unión Europea, que ha desarrollado e implementado una serie de políticas técnicas, económicas y ambientales, que han marcado un precedente mundial en la industria de los áridos. Lo anterior, ha sido consecuencia del trabajo asociado entre entidades gubernamentales, empresas, centros de investigación y diversas ONG.

La realidad de Chile y varios de los países latinoamericanos es diferente de las tendencias mundiales, tanto a niveles normativos, ambientales, técnicos y tecnológicos.

En el presente trabajo se presentan los resultados sobre la aplicación de mejoras en la administración ecológica, centrados principalmente en la gestión del agua.

**ABSTRACT:**

In current times, the global trend in aggregates exploitation has turned into integrating the environment and the sustainable social economic development into the industry. The main promoter of this change is the European Union, developing and implementing a series of technical-economic and environmental policies which have set a global precedent in the aggregates industry. This has been the result of associated work between government agencies, companies, research institutes and NGOs.

Reality in Chile and several Latin-American countries is different from global trends in all levels, regulatory, environmental, technical and technological.

In this document results about the application to improvements in ecological administration are presented, mainly centered on water management.

**PALABRAS CLAVES:** Áridos, Chile, agua, tratamiento de riles

## **INTRODUCCIÓN**

Desde los comienzos de la humanidad, los áridos han estado presentes en forma directa e indirecta en casi todos los logros del desarrollo de nuestra sociedad. Obras civiles como carreteras, aeropuertos, escuelas, hospitales, entre otras no podrían ser posibles sin la presencia de los áridos. Datos recientes, entregados por la Federación de Española de Áridos, hacen referencia a que cada habitante consume, directa o indirectamente, entre siete a diez toneladas al año de áridos, es decir, entre veinte y veinticinco kilogramos diarios, siendo el producto de mayor consumo después del agua.

En la actualidad, este material es indispensable para el diseño y construcción en la sociedad; no obstante lo anterior, también se sabe que la industria tiene un alto impacto con el entorno donde se desarrollan las actividades de producción.

Los objetivos específicos del estudio son la incorporación de los conceptos de administración ecológica tanto en las etapas de explotación y tratamiento de los áridos, generando de esta forma una integración transversal con la sociedad local y el medio ambiente. Dentro de este punto se exponen los resultados a la fecha de la gestión del agua, generados en una planta de tratamiento de áridos ubicada en la Comuna de Dalcahue, Provincia de Chiloé, Región de los Lagos, Chile, perteneciente a la empresa Soc. Construcciones y Servicios Najjar Ltda, pionera en la administración ecológica de la industria de los áridos en Chile.

La administración ecológica, desde el punto de vista del tratamiento mismo de los áridos, se refiere a la implementación de buenas prácticas ambientales generales, destacándose los conceptos de la optimización del agua, gestión de residuos, mitigación de emisiones, y modificación de procesos productivos, obteniéndose una aplicación práctica de los conceptos de desarrollo sustentable y progreso social en el tratamiento de los áridos en Chile.

Dentro de este mismo punto Soc. Construcciones y Servicios Najjar Ltda diseñó, desarrolló e implementó a finales de 2008 una Planta Prototipo de Recirculación y Tratamiento de Agua, para lavado de áridos denominada DPNJ – 15 (E) y de la cual se presentan tanto los resultados del monitoreo de la calidad de los residuos industriales líquidos procedentes hasta la fecha de dicha planta prototipo, como la experiencia en la implementación comercial de la PTA DPNJ-15 (E) en el Proyecto ampliación extracción de áridos en río Rahue sector fundo el Almud, Provincia de Osorno, Región de los Lagos, Chile, con Resolución Ambiental Exenta N° 114 del 16 de Febrero de 2011,- Soc. Dowling y Schilling S.A.”

## **ALCANCES Y MARCO LEGAL**

Los áridos son un insumo estratégico para la industria del hormigón y del cemento. La producción de áridos para hormigón, por normativa chilena, esta condicionada a la utilización de agua para el lavado de los agregados y por consecuencia se tiene la generación de Residuos Industriales Líquidos (Riles).

La Ley 18.902, Ley Orgánica de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) Chilena, otorga a este organismo el Control de los Residuos Industriales Líquidos (Riles), regulados en base a las Normas de Emisión Chilenas. Estas definen los contenidos máximos de cada elemento contaminante que pueda estar presente en los efluentes de los distintos establecimientos, según sea que se descarguen a cursos de agua, a sistemas de alcantarillado o en forma subterránea. Además estos textos se complementan con disposiciones sobre muestreo y análisis de los monitoreos efectuados por cada emisor de RILES.

La primera norma de emisión generada e implementada en Chile fue el D.S. MOP N°609 de 1998, norma que regula las Descargas a Sistemas de Alcantarillado y se encuentra vigente desde agosto de 1998. Existe una modificación establecida por D.S. MOP N° 3592 del 18.08.2000, que se refiere a una adecuación de los plazos originalmente establecidos.

La normativa Chilena sobre emisiones superficiales de riles se encuentra vigente desde el 03.09.01, regulando todo tipo de descargas a aguas marinas y continentales superficiales. Fue aprobada mediante D.S. SEGPRES N°90/2000 siendo publicada en el Diario Oficial Chileno el 07.03.01.

En el caso de la infiltración de riles es regulada por la normativa de emisión Chilena D.S.SEGPRES N°46., normativa vigente desde el 17.01.03 y que regula la descarga de Residuos Industriales Líquidos a Aguas Subterráneas.

## **OBJETIVOS**

Soc. Najar Ltda, consciente de los requerimientos del Estado de Chile, comenzó en 2007 el proceso de regularización e implementación de tecnologías permitan dar cumplimiento al DS 90/00, norma para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, destacando que Najar corresponde a una de las pocas empresas del rubro que informa sus descargas en la actualidad en el país.

Resultado de lo anterior, Najar comenzó el proyecto de diseño de una unidad de tratamiento de RILES que considere los parámetros reales de la producción de áridos; para lo cual, se definieron los siguientes objetivos:

- Disminuir los consumos de agua cruda, permitiendo la recirculación del agua en condiciones aptas para el proceso de lavado de áridos.
- Disminuir al mínimo las descargas de aguas de proceso.
- Dar cumplimiento a la normativa vigente.
- Recuperar sub productos procedentes del lavado de agregados.

## **SISTEMA DE RECIRCULACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUA**

Resultado de la optimización del sistema de lavado de agregados y modificaciones realizadas al proceso productivo, el sistema de recirculación y tratamiento de agua quedó definido por:

**Desarenador:** piscina donde se decanta el polvo roca y arenas no controladas por la planta en ambos tornillos lavadores de arenas y las cuales no son retenidas por el proceso normal de tamizado. Este material es colectado en una piscina (o grupo de hidrociclónado en otras plantas desarrolladas por Najar Ingenieros S.A. a posterior de este estudio) y reprocesado como material de aplicación vial o de construcción. Es importante destacar que dicha piscina fue impermeabilizada por la recepción de polvo roca, arenas y arcillas del proceso.

**Sedimentador:** esta piscina fue previamente impermeabilizadas con dos capas compactadas de 15 [cm] de espesor de arcilla y polvo roca. Se ubica posterior al desarenador y su función es regular los volúmenes de afluente antes del acondicionamiento del agua en unidad DPNJ-15 (E). Cabe destacar que para una correcta optimización de los consumos de agua industrial y realizar un proceso ambientalmente eficiente, se consideró el lavado de áridos sobre camión con aguas pre-tratadas desde el sedimentador y posterior devolución de las mismas hasta el desarenador.

**Unidad de mezclado y dosificación DPNJ-15 (E):** en esta unidad realiza el acondicionamiento del agua de lavado con caudal máximo nominal de 15 [l/s], el cual corresponde a un proceso físico mediante la aplicación de floculante.

**Clarificadores:** en estas unidades se retienen arcillas y partículas de tierra (limos), resultantes del proceso de lavado de los áridos en planta y sobre camiones. La presente se encuentra dividida en dos piscinas con el objetivo control tiempos de retención y regulación.

Los lodos (limos) resultantes, son retirados por maquinaria pesada y pueden ser utilizados como material de construcción y/o para el proceso de restauración de suelos mediante Metodología Najar, específicamente para la creación de aéreas verdes con especies arbóreas, consideran especies exóticas y nativas. Método base del Convenio Ambiental entre la Corporación Nacional Forestal Chilena (CONAF) y Soc. Construcciones y Servicios Najar Ltda, para el desarrollo de una unidad demostrativa “Establecimiento y desarrollo de especies forestales nativas y/o exóticas en suelos subsolados mecánicamente para recuperar graveras como superficies productivas”, Octubre 2009

**Reservorio:** Esta unidad fue previamente impermeabilizada con dos capas compactadas de 15 [cm] de espesor de arcilla y polvo roca. Esto evita la infiltración de agua limpia, regulando las aguas resultantes del proceso antes indicado, y donde se realiza la clarificación final. Las aguas son elevadas nuevamente a la planta de áridos mediante una impulsión. Solo en casos especiales, producto de las perdidas en el sistema se considera la incorporación de agua limpia al proceso de recirculación.

**Emisario y Cámara de control:** el sistema considera la descarga esporádica de aguas tratadas, es por esto que se instaló un emisario con cámara de para la toma de muestras de autocontrol según lo establecido por el DS90/00.

## PARAMETROS DE CONTROL

Dentro de los principales parámetros a controlar en el proceso de tratamiento de áridos se destacan los siguientes:

**Tabla 1.-** Parámetros Físico – Químicos a controlar

Parámetros	Descripción Mitigación
Sólidos suspendidos	Constituido por arcillas de lavado / planta DPNJ-15(E)
Hierro	Constituido por arcillas de lavado / planta DPNJ-15(E)
Manganeso	Constituido por arcillas de lavado / planta DPNJ-15(E)
Aceites y grasas	Proceso se controla con manejo adecuado y almacenamiento aceites y grasas
DBO5	El tratamiento de áridos no se realiza procesos biológicos, acondicionamiento / planta DPNJ-15(E)
Aluminio	Controlado con implementación plan de recambio piezas de desgaste / planta DPNJ-15(E)
Temperatura	El tratamiento de áridos no considera procesos termodinámicos
Ph	El tratamiento de áridos, ni PRA consideran procesos químicos.
Caudal	Implementación del sistema permite acondicionamiento y aprovechamiento de agua recicladas.

Particularmente para la descarga de riles a cauces superficiales como ríos en Chile, el DS90/00 establece dos tipos de tablas de control de límites para todas aquellas fuentes emisoras. Estas son la Tabla N° 1 que defines los límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales y la Tabla N° 2 que indica los límites máximos permitidos para la

descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales considerando la capacidad de dilución del receptor.

**Tabla 2.- Límites Máximos Permitidos Tablas N° 1 y N° 2 DS90/00**

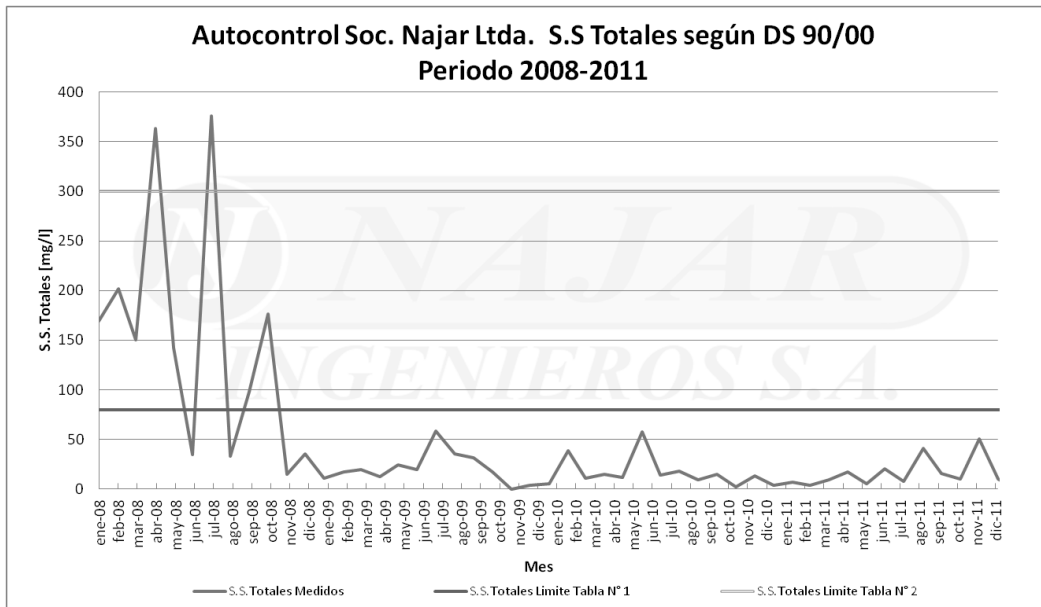
Contaminantes	Unidades	Expresión	Límite Máximo Permitido	
			Tabla N° 1	Tabla N° 2
Aceites y Grasas	mg/L	AyG	20	50
Aluminio	mg/L	Al	5	10
Arsénico	mg/L	As	0,5	1
Boro	mg/L	B	0,75	3
Cadmio	mg/L	Cd	0,01	0,3
Cianuro	mg/L	CN-	0,2	1
Cloruros	mg/L	Cl-	400	2000
Cobre Total	mg/L	Cu	1	3
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	Coli/100 ml	1000	1000
Indice de Fenol	mg/L	Fenoles	0,5	1
CromoHexavalente	mg/L	Cr6+	0,05	0,2
DBO5	mg O2/L	DBO5	35	300
Fósforo	mg/L	P	10	5
Fluoruro	mg/L	F-	1,5	15
Hidrocarburos Fijos	mg/L	HF	10	50
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	5	10
Manganeso	mg/L	Mn	0,3	3
Mercurio	mg/L	Hg	0,001	0,01
Molibdeno	mg/L	Mo	1	2,5
Níquel	mg/L	Ni	0,2	3
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	NKT	50	75
Pentaclorofenol	mg/L	C6OHCl5	0,009	0,01
PH	Unidad	pH	6 -8,5	6 -8,5
Plomo	mg/L	Pb	0,05	0,5
Poder Espumógeno	mm	PE	7	7
Selenio	mg/L	Se	0,01	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SS	80	300
Sulfatos	mg/L	SO42-	1000	2000
Sulfuros	mg/L	S2-	1	10
Temperatura	C°	T°	35	40
Tetracloroetano	mg/L	C2Cl4	0,04	0,4
Tolueno	mg/L	C6H5CH3	0,7	7
Triclorometano	mg/L	CHCl3	0,2	0,5
Xileno	mg/L	C6H4C2H6	0,5	5
Zinc	mg/L	Zn	3	20

## RESULTADOS

A continuación se presentan resultados históricos de operación de la planta Planta Prototipo DPNJ - 15 (E), unidad que se encuentra en operación y monitoreo mensual continuo, según DS 90/00, desde finales de 2008 a la fecha, en su planta de tratamiento de áridos sector Butalcura, comuna de Dalcahue, Provincia de Chiloé, Región de los Lagos, Chile. Se debe hacer notar la importancia de la prioridad en los controles ambientales internos de producción para la aislación de variables externas

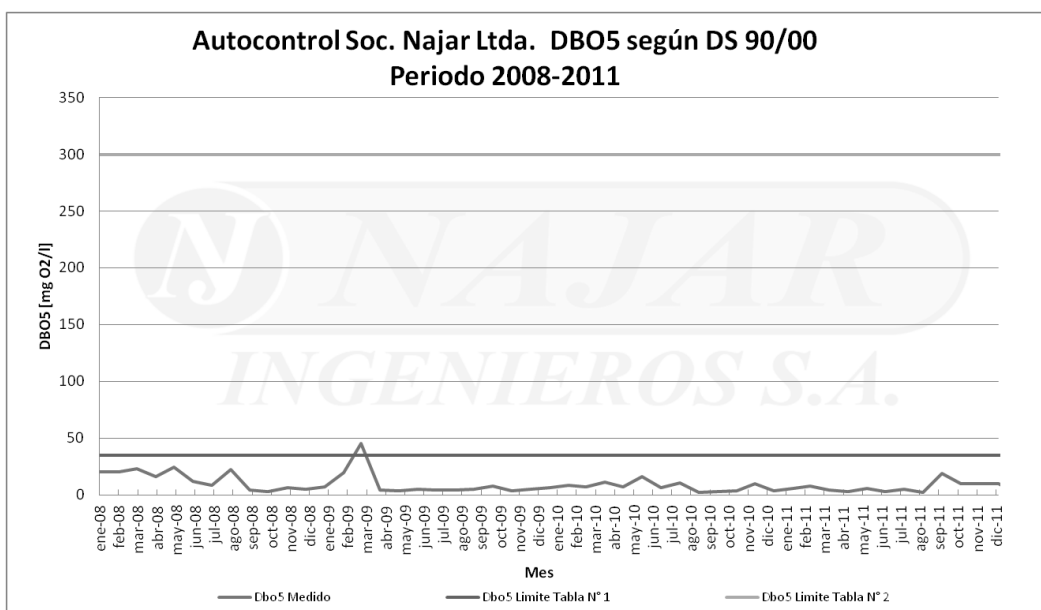
a la planta de recirculación y tratamiento de agua para lavado de áridos, como en posibles variaciones en parámetros de las aguas de aporte, escorrentía superficial por crecidas, descargas ilegales de empresas externas en cursos de aguas cercanos, entre otros. Se incluyen datos de medición de contaminantes desde Enero de 2008, antes de la entrada en funcionamiento de la planta de tratamiento en Noviembre de 2008, lo que permite evidenciar los efectos de la misma en cada uno de los parámetros más incidentes.

**Fig. 1** Resultados Prototipo DPNJ-15 (E) Soc. Najjar Ltda. para Sólidos Suspendidos Totales.



En la Fig. 1 se puede observar que desde Noviembre de 2008 en adelante el sistema siempre se encuentra por debajo del valor umbral de los sólidos suspendidos de 80 [mg/l] de la Tabla N°1 del DS90/00 y por lo tanto cumpliendo con la normativa vigente para una descarga de riles en un curso superficial sin capacidad de dilución. Lo anterior valida el buen funcionamiento de la unidad de mezcla y dosificación de floculante el ril una vez instalada y calibrada.

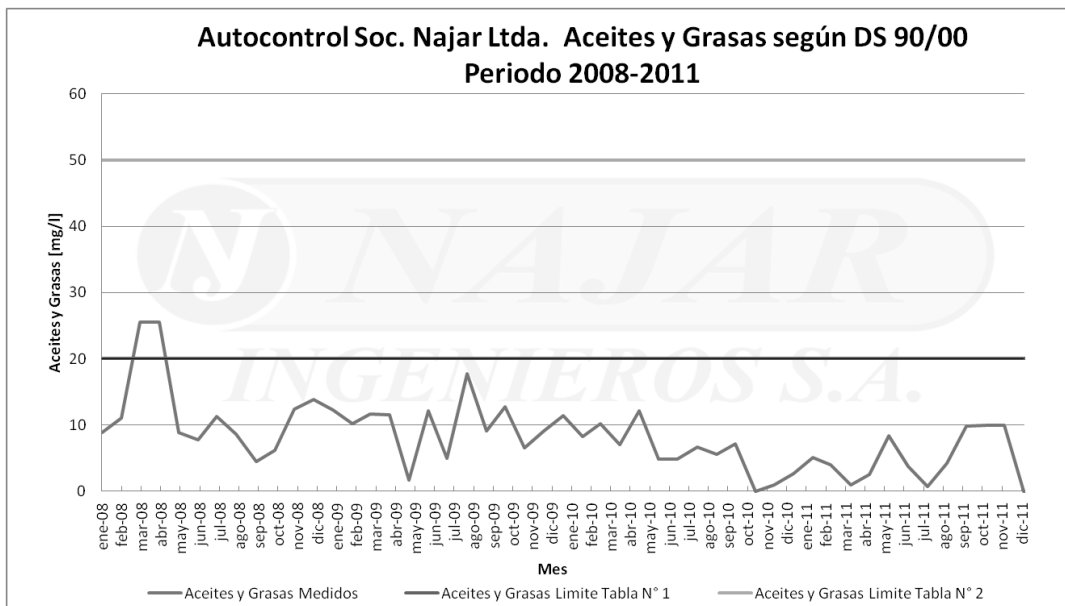
**Fig. 2** Resultados Prototipo DPNJ-15 (E) Soc. Najjar Ltda. para DBO5.



A pesar que los procesos de lavado de áridos no incluyen la incorporación de actividad biológica al agua de proceso, se puede observar en la Fig. 2 que existe un aumento puntual de la DBO5 para el

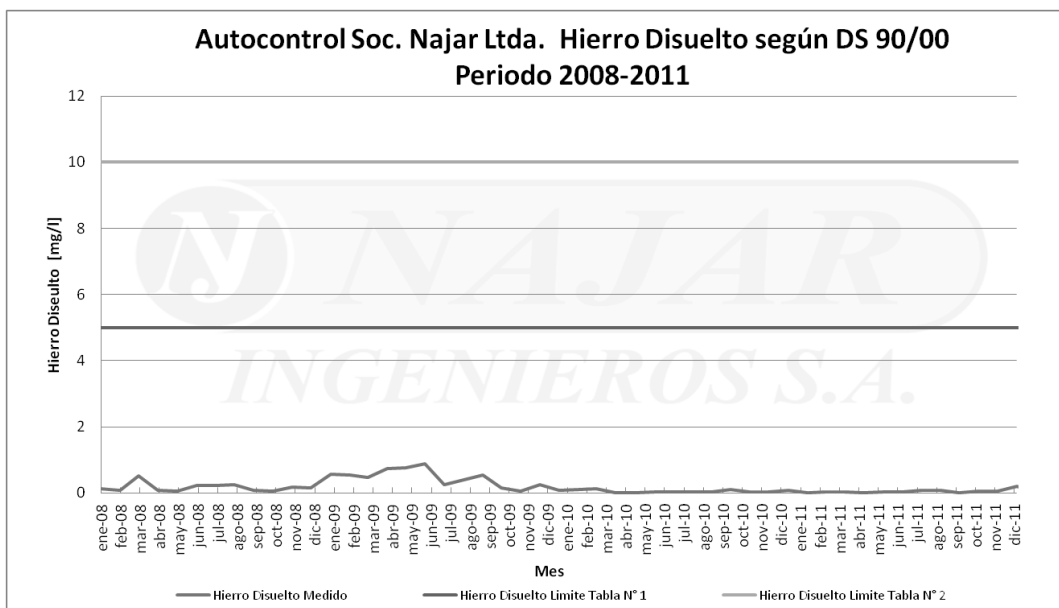
periodo Febrero 2009. Esto tiene como justificación que el agua limpia en esa fecha era obtenida desde un punto superficial el cual fue contaminado por una descarga ilegal de aguas servidas realizadas por un externo y que afectó directamente la calidad del ril final.

**Fig. 3** Resultados Prototipo DPNJ-15 (E) Soc. Najjar Ltda. para Aceites y Grasas.



Particularmente el control de los aceites y grasas no dependen directamente del sistema de floculación y están condicionados principalmente a la incorporación de los conceptos de administración ecológica. Esto se refleja específicamente en la aplicación de procedimientos adecuados, desarrollados por Soc. Najjar Ltda, para la mantención de equipos, camiones y maquinaria pesada.

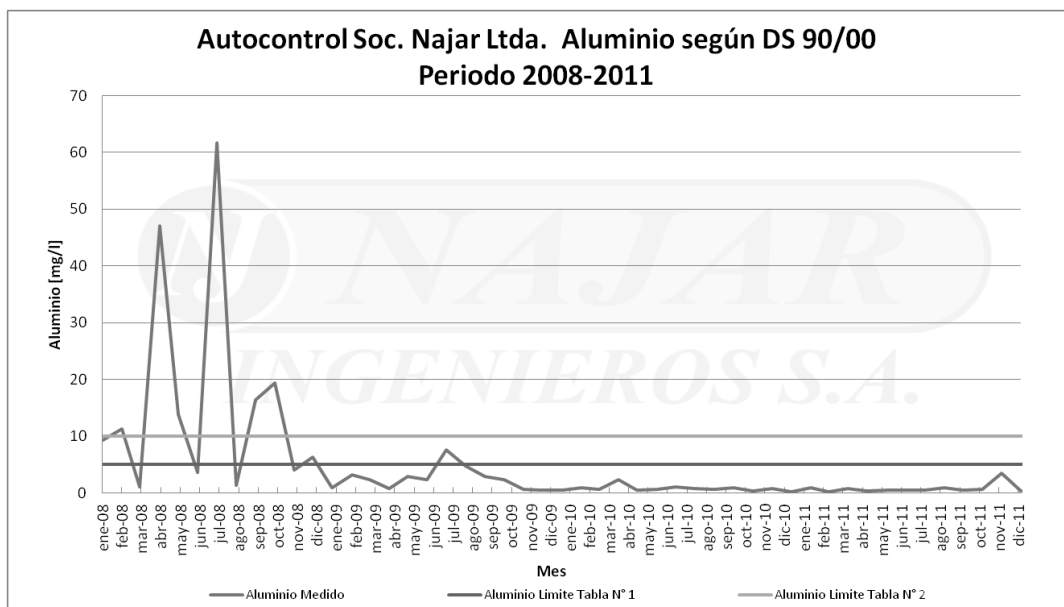
**Fig. 4** Resultados Prototipo DPNJ-15 (E) Soc. Najjar Ltda. para Hierro Disuelto.



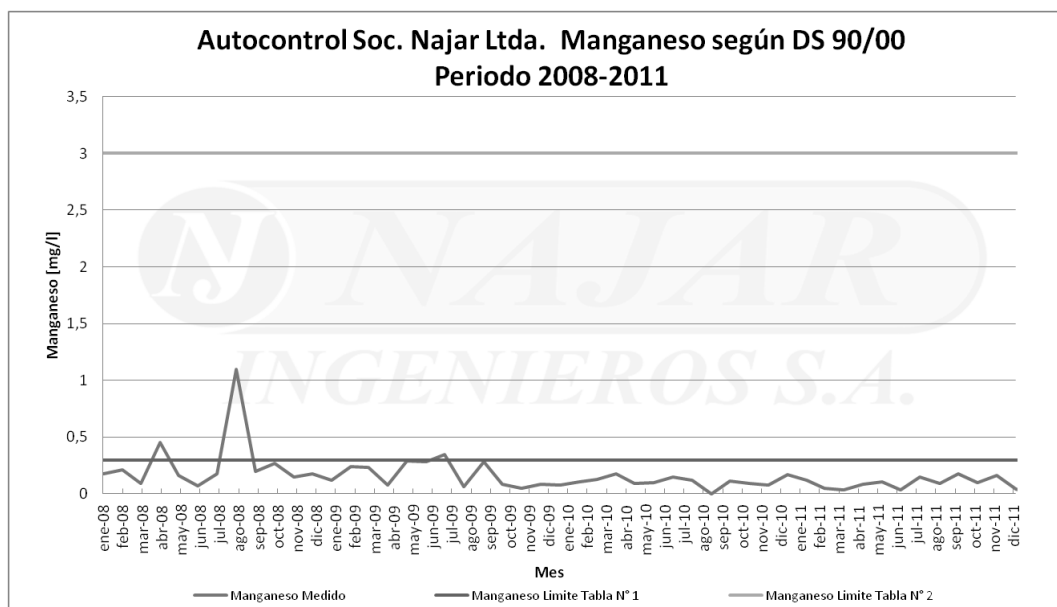
El hierro disuelto es un contaminante que es controlado con el tipo de floculante utilizado, pero que también puede ser controlado con un buen diseño hidráulico de las primeras unidades de desarenado.

Distinto es el caso del aluminio, que debe ser controlado tanto por la correcta selección del floculante, como también por una buena aplicación de los procedimientos de administración ecológica. Este tiene relación a un programa adecuado de cambio de las piezas de desgaste, como a la modificación de ciertos sistemas para reducir su aporte al agua. Cabe destacar que lo mismo sucede con el Manganeso, puesto a pesar de ser controlado por una correcta elección de floculante, puede tener aumentos al salirse de un programa adecuado de cambio de piezas de desgaste.

**Fig. 5** Resultados Prototipo DPNJ-15 (E) Soc. Najar Ltda. para Aluminio.



**Fig. 6** Resultados Prototipo DPNJ-15 (E) Soc. Najar Ltda. para Manganeso.



En complemento se exponen los resultados obtenidos en la puesta en marcha “Planta de Recirculación y tratamiento de agua, para lavado de áridos” DPNJ – 15 (E) en Proyecto ampliación extracción de áridos en río Rahue sector fundo el Almud - Soc. Dowling y Schilling S.A.” según Resolución Ambiental Exenta N° 114 del 16 de Febrero de 2011.

Los datos que se presentan a continuación corresponden a la toma de muestras compuestas como los análisis de las mismas, tanto del Ril crudo (salida del tornillo lavador de arena) como a la salida



la PTA, por el laboratorio Bioquality S.A., autorizado por Superintendencia de Servicios Sanitarios Chilena. Dichas muestras fueron realizadas el día 30-09-2010 y sus resultados fueron informados en los Análisis N° 53046/2010 para el Ril Crudo y N° 53045/2010 para la salida de la Planta de tratamiento.

**Tabla 2.- Resultados DPNJ – 15 (E) en Planta Áridos Rahue - Soc. Dowling y Schilling S.A**

<b>Parámetro [mg/l]</b>	<b>Tabla N°1 D.S 90/00</b>	<b>Ril Crudo</b>	<b>% Sobrepasso Muestra Cruda</b>	<b>Ril Tratado</b>	<b>% Eficiencia</b>
Aluminio	5	291	5720,0 %	3,73	98,7
DBO5	35	2532	7134,3%	2,70	99,9
Hierro Disuelto	5	0,18	0,0%	0,13	27,8
Manganeso	0,3	3,42	1040,0 %	0,05	98,5
S.S Totales	80	5970	7362,5 %	39,00	99,3

## **IMPLEMENTACIÓN PLAN DE REGULARIZACIÓN**

En base a los buenos resultados obtenidos en el prototipo de sistema de tratamiento DPNJ-15 de Soc. Najar Ltda, y a la necesidad de regularizar a la industria de los áridos en Chile, nace Najar Ingenieros S.A, empresa que tiene como misión el desarrollo y generación de tecnologías aplicadas al tratamiento y gestión del agua en procesos industriales. A la fecha cuenta como experiencia la implementación de tres plantas de tratamiento de riles en operación en la industria de los áridos y varios proyectos tanto en etapa de ingeniería conceptual, como en ejecución para las empresas y grupos más importantes de Chile en el rubro de los áridos y hormigones.

De lo anterior Najar Ingenieros S.A. y en base a la necesidad de la industria por mejorar sus estándares de calidad y medio ambiente, ha desarrollado un plan de regularización del tratamiento y emisión de riles enfocado específicamente a la industria. Este consta de tres etapas siendo las siguientes:

### **ETAPA N°1: SITUACIÓN ACTUAL E INGENIERÍA CONCEPTUAL.**

El primer paso es estudiar la situación actual, entender cuál es el nivel de incumplimiento de la normativa y cuáles son los riesgos a los que se exponen ante la autoridad ambiental. Junto con esto, se realiza un estudio de optimización del recurso agua industrial, para optimizar el consumo de ésta, sin afectar el proceso productivo, lo que se hace necesario para no sobredimensionar el sistema de tratamiento, de manera de obtener una solución optimizada a cada cliente. Al finalizar esta etapa se tiene un informe que incluye, al menos, los siguientes antecedentes:

- Calidad del agua industrial utilizada para el lavado de áridos y caracterización del Ril crudo.
- Detalle de parámetros que no cumplen normativa de emisión.
- Cuantificación de riesgos a los que se exponen ante la autoridad ambiental.
- Medición de caudal de agua industrial utilizada en el proceso de lavado de áridos.
- Alternativas para alcanzar un consumo óptimo de agua industrial para el lavado de áridos.
- Diseño conceptual de sistema de tratamiento y sistemas opcionales (Recirculación, recuperación de finos).
- Estimación de costos de implementación y operación de la solución conceptual.

### **ETAPA N°2: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO**

En esta etapa Najar Ingenieros S.A. genera el diseño producto de la ingeniería de detalle del proyecto. Se indicaran claramente la ubicación de las unidades, cotas, requerimientos técnicos y la

asesoría técnica para el desarrollo de las obras civiles. Se proveen los equipos de tratamiento y la inspección técnica a las obras anexas necesarias para el funcionamiento de la planta. Al finalizar esta etapa se cuenta con el sistema de tratamiento completamente implementado en terreno y la solución operativa para el cliente, contando con:

- Sistema de tratamiento de riles.
- Capacitación a operario de la planta de tratamiento.
- Sistemas anexos opcionales.

### **ETAPA N°3: REGULARIZACIÓN DEL PUNTO DE DESCARGA**

La implementación del sistema de tratamiento va acompañada de la regularización del punto de descarga ante la autoridad competente. Además se provee el sistema de control de descarga por telemetría, que corresponde a una serie de equipos que permiten controlar los parámetros de temperatura, pH y caudal de descarga, a tiempo real vía internet. Estos parámetros se almacenan en Internet, permitiendo al usuario consultar también datos históricos. Permiten el autocontrol de la empresa y la identificación temprana de problemas. No se relaciona con las mediciones que debe realizar para el autocontrol que le exige la SISS Chilena, la cual debe ser realizada por un laboratorio autorizado. Al finalizar esta etapa contará con:

- Regularización del punto de descarga.
- Conocimiento del programa de autocontrol exigido por la SISS Chilena.
- Sistema de telemetría para la identificación temprana de problemas por parte de la empresa.

### **CONCLUSIONES**

Es importante establecer que para el caso de la industria de los áridos que utiliza agua en su proceso, es indispensable la instalación de una planta de tratamiento de riles adecuada para el correcto cumplimiento del DS 90/00 y/o el DS 46/02, cumpliéndose ampliamente con estos parámetros en la unidad prototipo DPNJ – 15 (E) y unidades posteriores. Esta metodología se ha transformado, por tanto, en un importante aporte a la industria de los áridos.

Finalmente indicar que en lo referente a la optimización del recurso del agua, se hace altamente necesario seguir trabajando en la materia, perfeccionando las tecnologías existentes y desarrollando nuevos sistemas que permitan mejorar los ya diseñados. Lo anterior, mediante la incorporación de unidades de lavado más eficientes y en el diseño de plantas de tratamiento de riles con menores costos de operación, tanto desde un punto de vista energético, como económico.

### **REFERENCIAS**

**Navarro, R., D. Navarro y C. Wahr** (2011), Áridos para mezclas bituminosas con administración ecológica. IBP2391\_11 XVI CILA, Congreso Iberoamericano de Asfalto, Brasil, 2011.

**MINSEGPRES, Gobierno de Chile** (2000), Norma DS 90/00, Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales.

**MINSEGPRES, Gobierno de Chile** (2002), Norma DS 46/02, Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas.

**Soc. Construcciones y Servicios Najar Ltda.** (2011), Registro autocontrol calidad de aguas según resultados históricos de operación de la Planta Prototipo DPNJ - 15 (E) - planta de tratamiento de áridos sector Butalcura.