



**LIBRO DE LAS
XIII JORNADAS ARGENTINAS
DE TRATAMIENTO DE
MINERALES**

5, 6 y 7 de Octubre de 2016

Mendoza, Argentina

Editado por:

Daniela Suarez

Mario Rodriguez

Marcelo Esquivel.



LIBRO DE LAS
XIII JORNADAS ARGENTINAS DE
TRATAMIENTO DE MINERALES
-XIII JATRAMI-

5, 6 y 7 de OCTUBRE de 2016

MENDOZA, ARGENTINA

Editado por:

Daniela Suarez

Mario Rodriguez

Marcelo Esquivel

Suárez, Daniela Silvana

XIII Jornadas Argentinas de Tratamiento de Minerales / Daniela Silvana Suárez ; Mario Humberto Rodríguez ; Marcelo Esquivel. - 1a ed. ilustrada. - Mendoza : Universidad Nacional de Cuyo. Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado, 2016.
378 p. ; 31 x 22 cm.

ISBN 978-987-575-147-7

1. Minería. 2. Industria Minera. 3. Actas de Congresos. I. Rodríguez, Mario Humberto II. Esquivel, Marcelo III. Título
CDD 622



RECUPERACION DE SALES EN PLANTAS DE OSMOSIS INVERSA EN LA RIOJA

RECOVERY OF SALTS IN REVERSE OSMOSIS PLANTS IN LA RIOJA

V.Calbo^{1/2}, R.Soule¹, M.Alitta¹, C.Baldo¹, C.Munuce¹, M.Mercado¹, E.Díaz¹, J.Carrizo¹

¹GAIA, Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Rioja. San Nicolás de Bari (E) 1100, CP 5300, La Rioja, Argentina.

²CENIIT, Centro de Investigación e Innovación Tecnológica, Universidad Nacional de La Rioja, Gob. Luis Vernet 1130, CP 5300, La Rioja, Argentina.

vicentecalbo@gmail.com

RESUMEN

En la provincia de La Rioja el Instituto Provincial del Agua (IPALaR) opera un conjunto de plantas de ósmosis inversa (OI). Este Instituto ha requerido un estudio para la disposición de las sales del agua de rechazo. Actualmente las mismas se vierten en las inmediaciones de cada planta. El caudal, concentración y calidad varía entre ellas.

El impacto ambiental se considera bajo pero acumulativo, por lo que es necesaria una pronta solución para la disposición definitiva de las sales del rechazo.

La composición de las sales, en general, se asemeja parcialmente a las que se emplean en los suplementos alimentarios del ganado. Una alternativa para su disposición es la recuperación y el aprovechamiento de éstas para la fabricación de panes, o gránulos, para la dieta en ganadería, una actividad productiva importante para la economía de la provincia.

Cada planta, y sus fuentes primarias de agua subterránea salobre, son estudiadas para determinar composición específica y cantidad de sal rechazada. Se pretende elaborar tanto una propuesta ambientalmente satisfactoria para la disposición final de las sales contenidas en las aguas de rechazo; y efectuar la remediación de los sitios que han sido dañados por estos vertidos. En los casos en que la composición química no permita su aprovechamiento, se prevé recurrir a la disposición definitiva en las salinas de la provincia.

El proyecto prevé la factibilidad de obtención de sal por evaporación por radiación solar, y la corrección de la composición química para su empleo como suplemento dietario para el ganado.

Palabras Clave: recuperación, sales, ósmosis inversa, La Rioja.

ABSTRACT

In the Argentinean province of La Rioja, the Institute Provincial del Agua (IPALaR) operates a group of reverse osmosis plants. This institute has requested a study to help dispose of the waste water salts. These are currently poured on the vicinity of each plant. The flow, concentration and quality of the water vary from plant to plant.

The environmental impact is considered to be low but cumulative, and it is therefore necessary and urgent to come up with a solution for disposing definitively of the waste salts.

Overall, this compositions of the salts partially resembles that of the salts used in livestock nutritional supplements. One possible solution is recovering the salts and using them in the manufacturing or processing of bread or grain, for livestock food, or a productive activity relevant to the economy of the province.

Each plant, and its sources primary of water underground brackish, is studied to determine composition specific and quantity of salt declined. Aims to develop both an environmentally satisfactory proposal for the disposal of salts contained in the waters of rejection; and carry out the remediation of sites that have been damaged by these discharges. In them cases in that it composition chemical not allow its use, is provides recourse to the available final in them salinas of the province. The project foresees the feasibility of obtaining salt by evaporation by solar radiation, and the correction of the chemical composition for use as livestock dietary supplement.

Keywords: salts, recovery, reverse osmosis, La Rioja

INTRODUCCIÓN

A finales del año 2014, el Instituto Provincial del Agua de La Rioja recibió los resultados de un estudio que evaluó distintos aspectos de sus actividades en el marco de su misión y función. En el capítulo de Plantas de Ósmosis Inversa del informe, concluye que los efluentes están produciendo impacto ambiental localizado acumulativo.

En la provincia se instalaron diecisiete plantas, distribuidas en toda su geografía haciendo necesario analizar este problema que se presenta en varias localidades [1].

El objetivo general del trabajo es proponer las pautas de operación de las plantas de OI y el tratamiento de los rechazos de las tres plantas, que por criterios de logística, se incluirán en una primera etapa de evaluación del proyecto en curso.

Los objetivos particulares son determinar alternativas de tratamiento y disposición del contenido salino de las aguas de rechazo, explorar la evaporación como alternativa [2], evaluar si la composición química salina de los rechazos es adecuada, con correcciones o sin ellas, para los complementos dietarios del ganado que se cría en la región [3].

METODOLOGÍA

Este trabajo requerirá actividades de gabinete, de campo y de laboratorio. Se han debido estudiar los antecedentes y recabar información de los archivos del IPALaR, organizar las actividades de investigación, efectuar el reconocimiento de las plantas de OI seleccionadas, realizar los muestreos pertinentes y su posterior análisis fisicoquímico.

Valoración del impacto ambiental:

Se realizaron reconocimientos en tres plantas de OI, se evaluó la zona de vertido del rechazo y del agua de limpieza de los filtros. En base a esto se ha confirmado la información provista por la autoridad de aplicación de las normativas provinciales sobre agua, IPALaR.

Relevamiento de las plantas de OI

Se ha efectuado el relevamiento de las plantas de OI en base a la información aportada por el IPALAR [1]. De las diecisiete que se instalaron en toda la provincia, se ha suspendido la operación de algunas de ellas ya que fueron reemplazadas por un servicio continuo de provisión de nueva fuente local apta para consumo humano o por la construcción y puesta en marcha de un acueducto, caso de Chamental. La ubicación de las plantas originalmente instaladas se consigna en la figura 1.

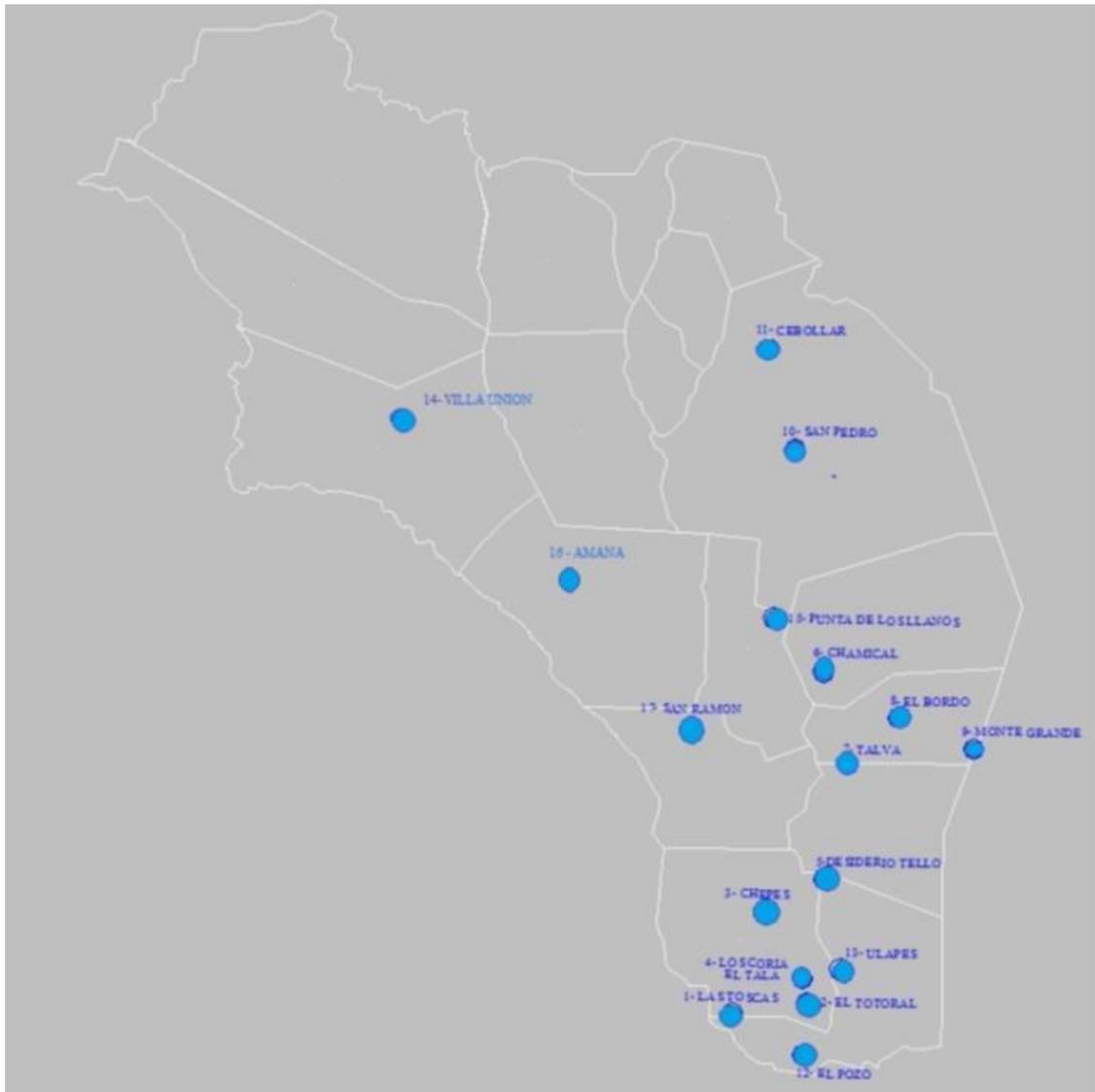


Figura 1: Ubicación de las plantas de OI. Fuente IPALaR.

Con el fin de optimizar los recursos, las plantas operativas se dividieron en grupos, en función de la conectividad vial, a fin de lograr recorridos óptimos que permitan recorrerlas en una jornada. También se procedió a evaluar la metodología empleada y producir ajustes en los grupos subsiguientes. El primer grupo a investigar se consigna en la tabla 1.

Tabla 1: Localización de las plantas de OI del primer grupo (Fuente IPALaR).

Localidad	Caudal Entrada Agua Cruda (M3/H)	Latitud Sur	Longitud Oeste
TALVA (7)	70	30°45'21''	66°12'43''
EL BORDO (8)	18	30°34' 08''	65°58'35''
CHEPES (3)	12	31°20'08''	66°35'14''

RESULTADOS

En los laboratorios del IPALaR se efectuaron los análisis fisicoquímicos de rutina del agua cruda y del agua tratada en las plantas consideradas y sus resultados cedidos para el proyecto, se muestran en las tablas 2, 3 y 4.

Tabla 2: Resultados de los análisis fisicoquímicos de la planta de TALVA. (Fuente IPALaR)

Análisis fisicoquímico de muestras de agua planta OI de TALVA			
Parámetros	Agua cruda	Agua tratada	Límite permitido
pH	7,4	7,5	6,5 - 8,5
Color	Incolora	Incolora	Incolora
Conductividad (UMHO/CM)	12320	514	2
Sólidos totales (mg/l)	7740	235	1500
Dureza total (mg/l CaCO ₃)	-	0	500
Bicarbonatos (mg/l)	106	12	900
Carbonatos (mg/l)	0,01	0,01	
Cloruros (mg/l)	2792	79	400
Sulfatos (mg/l)	2051	38	400
Fluoruros (mg/l)	1,6	0,2	2
Arsénico (mg/l)	0,005	0,000	0,05
Calcio (mg/l)	632	4	
Magnesio (mg/l)	38	3	
Potasio (mg/l)	90	4	
Sodio (mg/l)	1978	69	200

Tabla 3: Resultados de los análisis fisicoquímicos de la planta EL BORDO. (Fuente IPALaR)

Análisis fisicoquímico de muestras de agua planta OI EL BORDO			
Parámetros	Agua cruda	Agua tratada	Límite permitido
pH	7	7,4	6,5 - 8,5
Color	Incolora	Incolora	Incolora
Conductividad (UMHO/CM)	5720	460	2
Sólidos totales (mg/l)	2690	229	1500
Dureza total (mg/l CaCO ₃)	636	0	500
Bicarbonatos (mg/l)	236	94	900
Carbonatos (mg/l)	0,01	0,01	
Cloruros (mg/l)	962	24	400
Sulfatos (mg/l)	580	28	400
Fluoruros (mg/l)	1,8	0,5	2
Arsénico (mg/l)	0,1	0,01	0,05
Calcio (mg/l)	198	18	
Magnesio (mg/l)	34	6	
Potasio (mg/l)	Vestigios	8	
Sodio (mg/l)	592	23	200

Tabla 4: Resultados de los análisis fisicoquímicos de la planta de CHEPES. (Fuente IPALaR)

Análisis fisicoquímico de muestras de agua planta OI CHEPES			
Parámetros	Agua cruda	Agua tratada	Límite permitido
pH	7,1	6,5	6,5 - 8,5
Color	Incolora	Incolora	Incolora
Conductividad (UMHO/CM)	8930	761	2
Sólidos totales (mg/l)	5134	372	1500
Dureza total (mg/l CaCO ₃)	636	0	500
Bicarbonatos (mg/l)	65	0,01	900
Carbonatos (mg/l)	0,01	0,01	
Cloruros (mg/l)	1324	126	400
Sulfatos (mg/l)	1982	99	400
Fluoruros (mg/l)	0,6	0,1	2
Arsénico (mg/l)	0,1	0,01	0,05
Calcio (mg/l)	214	3	
Magnesio (mg/l)	36	6	
Potasio (mg/l)	20	Vestigios	
Sodio (mg/l)	1449	115	200

Las determinaciones de pH y conductividad se hicieron con equipo portátil marca Hanna, los nitritos se determinaron con Espectrofotometría α naftilamina, los nitratos con Espectrofotometría con Brucina, los fluoruros con Espectrometría con Alizarina, los cloruros con titulación volumétrica y Argentometría, los sulfatos con Turbidimetría por precipitación, los carbonatos y bicarbonatos por titulación volumétrica con ácido clorhídrico, Ca y Mg por titulación volumétrica con EDTA (complejometría), Na y K con Fotometría de llama y As con tiras reactivas (método colorimétrico).

En cada planta visitada el responsable indicó los caudales operativos, en base a estos se realizó una estimación porcentual del rendimiento, que se encuentra entre los valores nominales de este proceso.

También se propone una fórmula para evaluar la eficiencia, que permita la comparación de resultados y facilite el control del proceso:

$$Eficiencia = \frac{\text{conductividad ingreso} - \text{conductividad salida}}{\text{conductividad ingreso}} \times 100$$

Tabla 5: Valoración del rendimiento y eficiencia de las plantas de OI

Localidad	Caudal de entrada (m³/h)	Caudal de salida (m³/h)	Caudal salmuera (m³/h)	Rend.	Conductividad agua cruda	Conductividad agua tratada	Eficienc
TALVA	70	40	30	57%	12320	514	95,83%
EL BORDO	18	8	10	44%	5720	460	91,96%
CHEPES	12	6	6	50%	8930	761	91,41%

Se ha realizado una estimación cuantitativa rápida y aproximada de las sales contenidas en el rechazo, en función de los caudales y contenido sólido del agua de ingreso, las cuales se indican en la tabla 6.

Tabla 6: Sólidos estimados en el agua de rechazo

Localidad	Caudal de Entrada Agua Cruda (m3/h)	Caudal de Agua a Servicio (m3/h)	Caudal salmuera (m3/h)	Sólidos Totales (mg/l)	Sólido Rechazado (Kg/h)
TALVA	70	40	30	7740	541
EL BORDO	18	8	10	2690	48,4
CHEPES	12	6	6	5134	61,6

El impacto ambiental en estos casos es bajo (Diagrama de Pareto), pero de efecto acumulativo (según criterio establecido por el Banco Mundial), el resultado se muestra en tabla 7.

Tabla 7: Valoración ambiental de las operaciones de OI

Causa	Efecto ambiental	Calificación
Efluentes de las Plantas de ósmosis	Contaminación de suelo y aguas	Impacto acumulativo
Lavado de las Membranas de las Plantas de Ósmosis	Contaminación de suelo y aguas	Impacto acumulativo

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las plantas de OI vierten en las inmediaciones el agua de rechazo y proveniente de la limpieza de los filtros. Ésta práctica no es conveniente, las cantidades involucradas en los tres casos analizados se encuentran en el orden de los 48 a los 540 kilogramos por hora.

Las condiciones climáticas de la zona plantean la evaporación como la alternativa viable para la recuperación de las sales.

La composición de las sales se asemejaría a las que se emplean en los suplementos dietarios del ganado, por lo que se deben realizar análisis específicos y determinar si es posible realizar correcciones para finalmente aprovecharlas.

En la provincia existen numerosas salinas en las que, en caso de no poder aprovecharse este material, puede emplearse para la disposición definitiva.

Otra alternativa a analizar según G. Ramos, es la inyección del agua de rechazo en perforaciones profundas o en freáticas de calidad inferior.

REFERENCIAS

- 1- Informe Anual IPALAR 2013.
- 2- G. Johnson, L. Stowell, M. Monroe. "Tratamiento VSEP de Rechazo de Osmosis desde el agua salobre subterránea". Artículo técnico. Conferencia El Paso desalinización, Marzo de 2006, El Paso Texas.
- 3- D. Muffarrege. "El sodio en la alimentación mineral del ganado en la región NEA". INTA. 2003.
- 4- G. Ramos. "Gestión de la Salmuera de Rechazo de las Plantas de Ósmosis Inversa Mediante Inyección en Sondeos Profundos" (ISP). 2001. España.

APPLICATION OF FLOCCULANTS FOR IMPROVING DEWATERING AND FILTRATION PROPERTIES

APLICACIÓN DE FLOCULANTES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DE DESHIDRATACIÓN Y FILTRACIÓN

Tatiana S. Gadelha¹, Afrânio A. G. Gonçalves¹, Silvia C. A. França¹

¹Coordination of Mineral Processes, CETEM - Centre for Mineral Technology
Av. Pedro Calmon, 900. Cidade Universitária, Rio de Janeiro-RJ, Brazil, 21941-908.
Tel: +55 (21) 3865-7273, email: sfranca@cetem.gov.br.

RESUMEN

Los relaves mineros que se desechan en forma de pulpa generalmente tienen grandes cantidades de agua y su reutilización en el proceso, a través de operaciones de recuperación de agua más eficientes es importante para la implementación de proyectos de menor impacto ambiental. Este estudio tiene como objetivo evaluar el desempeño de dos polímeros floculantes comerciales en la deshidratación y filtración de residuos provenientes de una planta de beneficio del mineral sulfuro de níquel. Se estudiaron pulpas con concentraciones iniciales de sólidos del 10% y floculantes poliméricos en dosis de 200 g/t. Los ensayos de floculación y sedimentación se realizaron en un equipo *jar test* y los de filtración en un equipo Filtratest™ trabajando con o sin presión y con caídas de presión (ΔP) de 4 y 6 bar. La eficiencia del proceso se midió por medio de la velocidad de filtración, la resistencia de la torta y el porcentaje de recuperación de agua. Los resultados mostraron que la combinación de las operaciones de sedimentación y de filtración permite hasta un 74% de recuperación de agua a partir de residuos posibilitando la reutilización de esta agua en el proceso; además, el uso de floculantes poliméricos como adyuvantes de deshidratación durante la filtración es un camino prometedor en la eliminación de agua de relaves mineros.

Palavras-chave: Relaves Minerales; Floculación; Filtración; Reutilización del agua.

ABSTRACT

Mining tailings disposed as pulp generally have large amounts of water and reusing it in the process through efficient dewatering operations is of high importance for the implementation of lower environmental impact designs. This study aims to evaluate the performance of two commercial polymeric flocculants in dewatering and filtering of tailings of a nickel sulphide ore beneficiation plant. Slurries with initial solids concentrations of 10% and polymer flocculants at dosages of 200 g/t were studied. The flocculation and sedimentation tests were performed on a jar test equipment and filtration tests were run in a Filtratest™ equipment using pressure filtration with or without pressing, and pressure drop (ΔP) of 4 and 6 bar. The process efficiency was measured by means of filtration rate, cake resistance and water recovery. The results showed that thickening combined with filtration promoted up to 74% water recovery from tailings and enable to reuse this water in the process; moreover, the use of polymeric flocculants as a dewatering aid in the filtration is a promising way in removing water from mineral tailings.

Keywords: Mineral tailings; Flocculation; Filtration; Water recovery.