

**II ENCUENTRO DE
COMUNICACIÓN,
INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y
EXTENSIÓN
Y
I FORO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

GAIA

**(GRUPO DE ACTIVIDADES INTERDISCIPLINARIAS
AMBIENTALES) - UTN – FRLR**



Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional La Rioja. Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales

II Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión y I Foro de Ingeniería Ambiental UTN FRLR / compilado por Vicente Calbo; coordinación general de María Cecilia Baldo - 1a ed compendiada. - La Rioja: Suyay, 2021.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-48010-0-5

1. Actas de Congresos. 2. Ingeniería. I. Calbo, Vicente, comp. II. Baldo, María Cecilia, coord. III. Título.
CDD 620.8

ISBN 978-987-48010-0-5



9 789874 801005

TRABAJOS II ECIDE y I FIA

**II ENCUENTRO DE
COMUNICACIÓN,
INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y
EXTENSIÓN**

Y

**I FORO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

GAIA

**(GRUPO DE ACTIVIDADES INTERDISCIPLINARIAS
AMBIENTALES) – UTN - FRLR**

PRÓLOGO

La Facultad Regional La Rioja, entre sus políticas y acciones, prioriza la participación de sus investigadores en eventos de comunicación de resultados de los proyectos de investigación y extensión, sin descartar otras actividades académicas.

Docentes investigadores, extensionistas, doctorandos y maestrandos, tienen la oportunidad y posibilidad de presentar sus ponencias localmente, en un evento de calidad y rigor evaluativo, como primeros pasos o consolidación de experiencia previa para la participación en eventos más amplios, sean nacionales o internacionales. La convocatoria es amplia y se suman las comunidades académicas de otras universidades radicadas en la provincia de La Rioja.

Quienes llevamos años en la carrera de docente investigador, sabemos por experiencia que los comienzos son difíciles, por ello, en 2017 dimos origen al Primer Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión, como evento a repetir cada dos años. Transcurrido este tiempo, y con las carreras de posgrado “Especialización en Ingeniería Ambiental” y “Maestría en Ingeniería Ambiental”, se sumó un espacio especial para los cursantes de las mismas, el Primer Foro de Ingeniería Ambiental.

Esperamos estar logrando los objetivos originalmente planteados.

Dr. Vicente Calbo
Secretario de Ciencia y Tecnología
UTN Facultad Regional La Rioja

COMISIÓN EVALUADORA

Dra. ALITTA Mónica Patricia
Dra. BALDO María Cecilia
Dra. BRÚCULO Romina
Dr. CALBO Vicente
Ing. GÓMEZ Carlos Marcelo
Mg. MERCADO Manuel Eduardo
Mg. MUNUCE Ana Cecilia
Mg. VACCA SISTERNA Carlos
Esp. SOULÉ Carlos Rubén

COMISIÓN ORGANIZADORA

Dr. CALBO Vicente
Ing. PALAZZI María Luisa
Ing. ABDALA Antonio
Ing. MISKOSKI Federico
Ing. PEROSIO Leonardo
Dra. ALITTA Mónica
Mg. MERCADO Manuel
Dra. BALDO Cecilia
Mg. MUNUCE Cecilia
Ing. SOTOMAYOR Walter
Ing. GRACIA German
Ing. BRIZUELA Juan Elio
Ing. FAINSTEIN Rubén
Bioq. JULIAN Silvia
Lic. MORZAN Laura

INDICE II ECIDE 2019

Aguilar, Marta Gabriela; Oviedo, Analía M. y Gatti, Mónica A.: Potencial impacto de un proyecto de extensión en el aprovechamiento del recurso lana de la cooperativa Nueva Esperanza Ltda., del Dpto. Vinchina, provincia La Rioja.	1
Baldo, Cecilia; Mercado Ramos, Juan; Ávalos, Sebastián; Asís, Raúl; Lucero, Emilce y Britez, Carlos: Estudio del ruido proveniente del tráfico vehicular en las inmediaciones de los centros de salud – La Rioja.	6
Bartolomé, Diego y Brúculo, Romina: Primer inventario de gases de efecto invernadero del Municipio Capital, provincia de La Rioja.	11
Calbo, Vicente; Soulé, Rubén; Baldo, Cecilia; Munuce, Cecilia; Díaz, Esteban; Mercado, Manuel; Alitta, Mónica; Julián, Silvia; Morzán, Laura y Bruculo, Romina: Hidroarsenicismo - Actualización del mapa de Arsénico de La Rioja.	18
Calbo, Vicente; Soulé, Rubén; Alitta, Mónica; Baldo, Cecilia; Quintero, Claudia Noemi; Díaz, Esteban; Mercado, Manuel; Munuce, Cecilia; Julián, Silvia; Gracia, Germán; Bruculo, Romina; Molina Gómez, Mariana y Agüero, Claudio: Desarrollo de un filtro de adsorción de arsénico con elementos de fácil obtención local.	23
Díaz, Esteban O.; Quintero, Claudia N. y Personal de la DAPyS: Caracterización y distribución de la dureza del agua en fuentes utilizadas para consumo humano.	29
Gutierrez, Angel Roberto y Bóscolo, Héctor Marcelo: Cubierta solar - estacionamiento UTN – FRLR.	35
Mercado, Manuel; Baldo, Cecilia; Palazzi, María Luisa y Julián, Silvia: Columnas de intercambio iónico con Zeolita para adsorción de boro.	41
Mercado, Manuel; Páez, Juan Ismael; Aballay Soteras, Adrián; Palazzi, María Luisa; Cadierno, Julieta; Perosio Leonardo; Saldís, Karina y Caniza, Roberto: El trabajo colaborativo de la física y la matemática, una propuesta didáctica de integración.	47
Mercado, Manuel; Alitta, Mónica y Baldo, Cecilia: Estudio de las aplicaciones tecnológicas de la Zeolita.	53
Munuce, Cecilia; Alaniz, Ignacio; Mercado, Manuel; Julián, Silvia; Baldo, Cecilia; Urquiza, Josefina y Sebastián Diez: Emisiones de gases contaminantes provenientes de las fuentes móviles en La Rioja Capital.	59
Valls, Jerónimo: Monitoreo ambiental de estaciones de servicio en espacios urbanos.	66

INDICE I FORO 2019

Aegerter, Claudio Julián: Micro Centrales Hidroeléctricas.	72
Agüero, Claudio: Presencia de nitratos en fuentes de aguas subterráneas de la ciudad de La Rioja.	78
Agüero, Claudio; Molina Gómez, Mariana y Torres, Carolina: Contaminación del suelo con metales pesados e hidrocarburos provenientes de una planta fabril de sulfato de aluminio y taller de mantenimiento de empresa de transporte público.	84
Bahamonde Alvarado, Sergio: Caracterización Geoquímica de Escorias de Fundición del Pasivo Minero La Florentina, Chilecito.	91
Bahamonde Alvarado, Sergio y Núñez, Eva Mariana: Procesos de deslizamientos y remoción en la zona de la Quebrada de los Sauces, La Rioja, Argentina.	97
Bahamonde Alvarado, Sergio y Núñez, Eva Mariana: Tratamiento de efluentes industriales de la laguna azul.	103
Barrio, José María: Estudio comparativo ambiental: pavimentos rígidos y flexibles.	109
Britez, Carlos: Generación de mapa de ruido sobre avenida San Nicolás de Bari de la ciudad de La Rioja.	115
Carrera, Lourdes Karina y De La Vega, Jesica: Gestión de residuos sólidos y líquidos peligrosos en el taller mecánico del Instituto Provincial del Agua (IPALaR).	121
De La Vega, Jesica y Carrera, Lourdes Karina: Análisis socio-ambiental en Curtume CBR. ..	128
Jiménez, Santiago: Presencia de Arsénico en el agua de consumo en La Rioja.	134
Lescano, Hugo Rolando: “Micro acuífero artificial” Una propuesta para el abastecimiento de agua segura mediante cosecha de agua de lluvia.	141
Lescano, Hugo Rolando y Quintero, Claudia: Potencial energético del estiércol caprino, mediante la producción de biogás.	147
Molina Gómez, Mariana: Planificación y gestión sustentable de espacios verdes y arbolado urbano en la ciudad de La Rioja.	152
Núñez, Eva Mariana: Mina de Uranio Los Colorados: diagnóstico ambiental actual del sitio.	159
Peñaloza, Carolina: Reutilización del agua de efluentes proveniente de la planta de tratamientos de la localidad de Villa Unión - La Rioja.	165
Quintero, Claudia N.: Tratamiento de líquidos residuales domésticos a través de fitorremediación para la ciudad de Chamental.	170
Torres, Carolina: Contaminación de aguas subterráneas en el sector noreste de la ciudad de La Rioja.	176

TRABAJOS

II ECIDE

2019

POTENCIAL IMPACTO DE UN PROYECTO DE EXTENSIÓN EN EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO LANA DE LA COOPERATIVA NUEVA ESPERANZA LTDA., DEL DPTO. VINCHINA, PROVINCIA LA RIOJA

Aguilar, Marta Gabriela¹; Oviedo, Analía M.^{1,2} y Gatti, Mónica A.¹

¹Universidad Nacional de Chilecito

²Secretaría de Agricultura Familiar – La Rioja

e-mail: gabychery@yahoo.es

Resumen

Desde la UNdeC y mediante un proyecto de extensión rural financiado por la Secretaría de Políticas Universitarias-SPU, se abordó a los territorios de Famatina y Vinchina en pos de fomentar el desarrollo de una economía regional basada en la creación de una cadena de valor de lana y fibras naturales. Se vinculó a la Asociación “Hilanderas y Teleras en acción” de Famatina que trabajan lanas y otras fibras naturales con la Cooperativa Nueva Esperanza Ltda. de Vinchina conformada por productores ovinos que desaprovechan totalmente su lana.

En base a esta problemática de desaprovechamiento del recurso lana originado en la falta de tratamiento y acondicionamiento de los vellones y en el bajo precio de comercialización de los mismos, se plantea el presente trabajo cuyo objetivo principal es determinar la capacidad potencial de abastecimiento de lana de la Cooperativa Nueva Esperanza Ltda. a hilanderas y teleras de la región.

Entre los métodos de trabajo se destaca la conformación de un equipo técnico multidisciplinario e interinstitucional (UNdeC, Ley ovina, INTA y SAF) que permitió arribar a los territorios a través de las organizaciones de artesanas y productores mediante un trabajo participativo y con un fuerte componente de asistencia técnica y capacitación.

Entre las capacitaciones desarrolladas se pueden mencionar el manejo de la esquila y acondicionamiento de vellones, sanidad ovina, estructura de majada y técnicas de hilado y telar (aprovechamiento artesanal del recurso lanas y otras fibras naturales de origen animal).

Como resultado de visitas prediales, reuniones con la cooperativa y encuestas realizadas a los productores se pudo determinar que el promedio del peso del vellón sucio de ovejas tipo merino y tipo caras negras fue de 2,5 kg; el mismo vellón desbordado y no lavado estimativamente pesó 2,0 Kg. Los diez productores ovinos de la Cooperativa tienen en promedio 35 animales cada uno, por lo que en el año pueden brindar un suministro medio de 700 kg de vellón desbordado.

Las hilanderas y teleras de Famatina demandaron durante el año 2018 un total de 25,676 kg lana limpia e hilada con lo cual concluimos que la Cooperativa está en condiciones de proveer lana a la Asociación Hilandera y Teleras en Acción y demás artesanas de la región de los valles riojanos.

Palabras claves: Lana, Artesanas, Abastecimiento, Organizaciones.

Introducción

El presente proyecto de Extensión Rural abordó a los territorios de Famatina y Vinchina vinculando a los distintos actores de la producción y el agregado de valor de la lana en pos de fomentar el desarrollo de una economía regional basada en la creación de una cadena de valor de lana y fibras naturales.

Las organizaciones vinculadas fueron la Asociación “Hilanderas y Teleras en acción” de Famatina que trabajan lanas y otras fibras naturales y la Cooperativa Nueva Esperanza Ltda. de Vinchina conformada por productores ovinos que desaprovechan totalmente su lana. De esta manera se fortalecieron ambas organizaciones productivas asegurando el suministro anual de vellones regionales de calidad y capacitando a los productores en temáticas referidas a la producción animal y a las hilanderas y artesanas en técnicas de hilado y tejido artesanal. Mediante las mencionadas acciones se estableció una cadena de valor del recurso lana y se fomentó la valoración de las antiguas prácticas textiles que forman parte de las raíces culturales locales.

Objetivo

En base a estas problemáticas de desaprovechamiento del recurso lana por parte de los productores ovinos de la Cooperativa Nueva Esperanza Ltda. De Vinchina y a la necesidad de abastecimiento de lana de calidad por parte de la Asociación Hilanderas y Teleras en Acción de Famatina se plantea el objetivo de determinar la capacidad potencial de abastecimiento de lana de la Cooperativa Nueva Esperanza Ltda. a hilanderas y teleras de la región.

Materiales y Métodos

Como métodos de trabajo se destaca la conformación de un equipo técnico multidisciplinario e interinstitucional (docentes y estudiantes de la UNDeC, Ley ovina-La Rioja, INTA y Secretaría de Agricultura Familiar) que permitió arribar a los territorios a través de las organizaciones de Hilanderas/artesanas y productores mediante un trabajo participativo y con un fuerte componente de asistencia técnica y capacitación. Entre las capacitaciones desarrolladas se pueden mencionar el manejo de la esquila y acondicionamiento de vellones, sanidad ovina, estructura de majada y técnicas de hilado y telar (aprovechamiento artesanal del recurso lana y otras fibras naturales de origen animal). Para cada capacitación se armaron guías como material didáctico de apoyo que fueron entregadas a cada asistente. Durante las capacitaciones dirigidas a los productores ovinos se contó además con la participación de los alumnos de la Escuela Profesional mixta de Vinchina.

Se confeccionaron encuestas propias para realizar el Diagnóstico socio-productivo de la Cooperativa Nueva Esperanza Ltda. Con las mismas se relevaron el 100 % de los predios ganaderos ovinos.

Resultados y Discusión

Como resultado de las visitas prediales, reuniones con la cooperativa y encuestas realizadas a los productores se pudo determinar que el promedio de cabezas ovinas por majada ronda los 35 animales (tabla 1). El promedio del peso del vellón sucio de ovejas tipo merino y tipo caras negras fue de 2,5 kg; el mismo vellón desbordado y no lavado estimativamente pesó 2,0 Kg. Los diez productores ovinos de la Cooperativa pueden brindar un suministro medio de 700 kg de vellón desbordado por temporada /año. Las hilanderas y teleras de Famatina demandaron durante el año 2018 un total de 25,676 kg lana limpia e hilada para la confección de artículos como caminos de mesa, pashminas, chalecos, capas, etc.

Tabla 1: Número de ovinos por productor cooperativista

Coopertivista	Nº ovinos/majada
1	39
2	26
3	42
4	46
5	40
6	50
7	23
8	24
9	37
10	24
Promedio	35,10



Figura 1: Foto del Taller de acondicionamiento de vellones.



Figura 2: Foto del Taller de capacitación en técnicas de telar.

Conclusiones

En base al trabajo realizado se concluye que la Cooperativa Nueva Esperanza Ltda. está en condiciones de proveer lana ovina a la Asociación Hilanderas y Teleras en Acción y demás artesanas de la región de los valles riojanos, dando solución a la problemática original de desaprovechamiento del recurso lana por parte de los productores ovinos de Vinchina.

Bibliografía

Aguilar, M.G.; JaureguiLorda H. y Manganelli P. 2012. Taller de arte textil Artesanal. Auspiciantes: Universidad Nacional de Chilecito. Embajada de la República de Alemania en Bs. As. Argentina.

Aguilar Marta Gabriela. 2013. Aprendiendo a trabajar la lana de oveja y la fibra de llama. Revista boletín Biológica. N 27. Pág. 14-20. Argentina.
<http://www.boletinbiologica.com.ar/pdfs/N27/aguilarmarta%28relatando27%29.pdf>

Casimiro Jesús. 2012. El arte del telar horizontal. 1a ed. Maizal Ediciones. 128p. Argentina.

Sánchez Proaño Manuel; Passalacqua Carolina. . 2016. Manual de capacitación para pequeños productores. Buenas prácticas de esquila de lana y fibra de llama PROLANA. Ministerio de producción.

Muestra en el Congreso de la Nación- 428º Aniversario de la Fundación de la provincia de La Rioja. Tema: "Urdiendo nuestra Cultura"
https://www.youtube.com/watch?v=1QX_t0zZZFs&feature=youtu.be

<https://youtu.be/mNi4nDTd9b8>

<https://youtu.be/9PUxPM42j2g>

<https://youtu.be/1bwnORsEKE0>

ESTUDIO DEL RUIDO PROVENIENTE DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LAS INMEDIACIONES DE LOS CENTROS DE SALUD – LA RIOJA

Baldo, Cecilia ⁽¹⁾ - Mercado Ramos, Juan ⁽²⁾ - Ávalos, Sebastián ⁽²⁾ - Asís, Raúl ⁽³⁾ – Lucero, Emilce ⁽²⁾ - Britez, Carlos ⁽³⁾

⁽¹⁾ Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA) – UTN - FRLR

⁽²⁾ Departamento Electromecánica – UTN - FRLR

⁽³⁾ Departamento Electrónica - UTN - FRLR

e-mail: cbaldo57@yahoo.com.ar

Resumen

El ruido proveniente del tráfico vehicular es una fuente importante en la contaminación acústica de las ciudades, principalmente en zonas de alta sensibilidad como son los centros de salud, donde la población expuesta tiene las defensas disminuidas.

El presente trabajo muestra los resultados obtenidos en las inmediaciones de los centros de salud más importantes de la ciudad capital de La Rioja.

Las mediciones se realizaron con un Sonómetro marca CEM, modelo DT-8852 montado sobre un trípode de 1.5 metros de altura, ubicado en la vereda a 1 metro del cordón.

El trabajo se realizó a diferentes horarios, tratando de tomar la franja horaria de picos y valles de tránsito vehicular para tener una visión, lo más real posible, del problema ocasionado por el tráfico.

Los resultados revelaron picos máximos que exceden la legislación municipal vigente y las normativas internacionales en la temática.

Un control más riguroso por parte de las autoridades municipales como así también la implementación de barreras acústicas naturales, en los casos que sea posible, son algunas de las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente trabajo.

Palabras Claves: Ruidos, Tráfico vehicular, Centros de salud.

Introducción

Las molestias ocasionadas por el ruido, desde el punto de vista ambiental, son causadas por una o varias fuentes (vehículos, equipos, personas, etc.), a ello hay que sumarle el grado de molestia que ejerce sobre la población o un determinado grupo de individuos. Este es un tema importante a la hora de analizar la influencia del tráfico vehicular en zonas próximas a los centros de salud, objetivo del presente trabajo, por tratarse principalmente, de un colectivo de personas con las defensas

disminuidas, donde el grado de molestia puede intensificarse por varios factores: duración del sonido, intensidad y horario de ocurrencia del evento.

En la ciudad capital de La Rioja es el primer estudio de estas características que se realiza, en este caso en particular se decidió estudiar el estado del ruido ambiental en las proximidades a los centros de salud, por tratarse de lugares sensibles a la variación de este contaminante ambiental.

Los resultados obtenidos permitirán conocer el estado actual del problema y aportar algunas posibles soluciones que puedan ser adoptadas tanto por las autoridades del municipio como por los propios centros de salud afectados por esta problemática.

Materiales y Métodos

En el desarrollo de este estudio se realizó, en primera instancia, la ubicación de los principales centros de salud, tanto del micro como del macrocentro de la ciudad capital de La Rioja (Figura 1) y consignados en la Tabla 1 con su dirección postal y ubicación geográfica, obtenida con GPS marca Garmin.

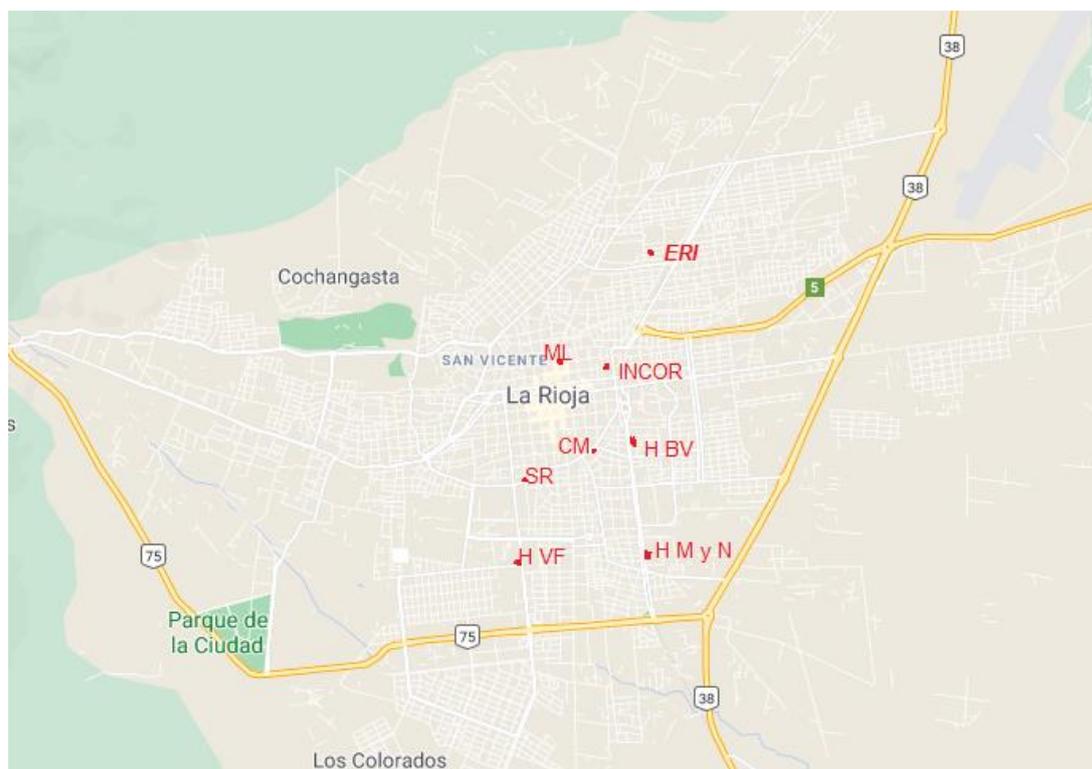


Figura 1: Principales Centros de Salud

Tabla 1: Centros de salud

Nombre	Dirección	Coordenadas	
Hospital Regional Dr. Enrique Vera Barros	Avda. Madre Teresa de Calcuta entre Olta y Ascasubi	S 29° 24' 49,0"	W 66° 50' 14,4"
Hospital de la Madre y el Niño	Avda. Madre Teresa de Calcuta	S 29° 25' 51,9"	W 66° 50' 39,4"
Hospital Escuela y de Clínicas "Virgen María de Fátima"	Avda. Luis Vernet s/n	S 29° 26' 00,7"	W 66° 51' 35,3"
Sanatorio del Colegio Medico - CISA	Avda. Facundo Quiroga 430	S 29° 25' 06,9"	W 66° 51' 00,3"
Sanatorio Rioja	Avda. Facundo Quiroga esq. Copiapó	S 29° 25' 22,9"	W 66° 51' 34,2"
Instituto Medico Quirurgico Mercado Luna	Juan Bautista Alberdi 779	S 29° 24' 35,6"	W 66° 51' 34,6"
Clinica Privada ERI	Avda. Benavidez	S 29° 23' 48,2"	W 66° 50' 31,6"
INCOR - Instituto del Corazón	Baltazar Jaramillo 170	S 29° 24' 38,7"	W 66° 50' 58,4"

Las mediciones se realizaron con un Sonómetro (Foto 1) marca CEM, modelo DT-8852, Certificado de Calibración N°: YL-111403 (Foto 1), otorgado por SIAFA, montado sobre un trípode de 1.5 metros de altura, ubicado sobre la vereda en el exterior del centro, a un metro del cordón. Calibrando el sonómetro antes de cada medición con un Calibrador (Foto 1) marca CEM SC 05.



Foto 1: Sonómetro, Calibrador y Certificado de calibración

También se utilizó un termo-anemómetro marca CEM modelo DT-619, para medir temperatura y velocidad del viento y así registrar las condiciones atmosféricas en cada momento durante la toma de datos, ya que estos parámetros inciden en las mediciones.

La metodología utilizada en cada uno de los sitios relevados fue en primer lugar la elección del punto para la instalación del equipo que registra los datos, en zonas adyacentes a los centros de salud más importantes de la ciudad capital.

Una vez elegido el lugar más adecuado, esto es alejado por lo menos 2 m de todo obstáculo (pared, árbol, etc.) que pueda reflejar los sonidos, distorsionando los datos receptados por el equipo; se procede al armado del trípode de 1.5 m de altura, que sostiene el sonómetro, se calibra y se comienza la recolección de datos durante 15 minutos, tiempo establecido de acuerdo a las características de las vías (Foto 2).

Una vez encendido el aparato, se definen los distintos parámetros con los se va a trabajar, en este caso en particular y basados en los antecedentes estudiados se eligió el modo dBA, velocidad de grabación de datos SLOW (graba un dato por segundo) en un rango de 30-130, luego se coloca en modo de grabación automático y por último se pone el equipo a medir y grabar. Los datos se graban en la memoria del dispositivo y luego se descargan en una PC, para su posterior análisis.

Durante el tiempo que dura la grabación de datos del sonómetro se realizan otras tareas, tales como: ubicación exacta del punto con GPS (Tabla 1), control de temperatura, humedad y velocidad del viento (Foto 2), anotando todos los datos en una libreta de campo, como así también las características de la vía y la ocurrencia de eventos esporádicos tales como: bocinas, sirenas, frenadas, etc.

Es importante destacar que las mediciones se realizaron en distintas horas del día a fin de obtener datos en franjas horarias que abarquen tanto horas pico de tránsito (8:00, 13:00, 14:00, 18:00 y 20:00), como horas valle, es decir con tránsito reducido (Tabla 2).



Foto 2: Medición y recolección de datos.

Tabla 2: Planilla de datos

Centro de salud	INCOR	SANATORIO MERCADO LUNA	SANATORIO RIOJA	HOSPITAL DE LA MADRE Y EL NIÑO	HOSPITAL VIRGEN DE FATIMA	HOSPITAL VERA BARROS	ERI	CISA
Fecha	05/06/2018	06/04/2018	12/06/2018	19/12/2018	14/09/2018	14/09/2018	20/04/2018	12/06/2018
Humedad [% H ₂ O]	32	49	35	47	54	53	77	33
Temperatura [C°]	17	22,8	13	30	22	22	29	14
Viento [m/s]	1,9 - 1,6	1	0,5 - 1,6	0,02 - 2,77	0,2 - 1,6	0,19 - 1,57	3	0,4 - 1,2
Horario[hs]	17:16	07:55	15:04:20	15:31:00	15:07	16:06:00	10:13	15:50
Operador	C.B. y S.A.	J.M. y C.B	C.B. y R.A.	C.B. y G.O.	C.B. y G.O.	C.B. y G.O.	C.B. y S.A.	C.B. y R.A.
Observaciones	Calle de una via	Día nublado. Picos con el paso de motos. Esquina	Calle de doble circulación. A 7 m de las habitaciones que dan a la calle. Esquina con semáforo	Via rápida de 3 carriles. Poco tráfico	Interseccion de avenidas de doble via. Semáforo	Via rápida de 3 carriles, parada de colectivos y taxis	Av. de doble circulación. A 5 m del edificio	Av. de doble circulación. A 30 m del edificio

Resultados y Discusión

Los datos obtenidos en cada uno de los puntos mensurados son cuantiosos por lo que se decidió para una mejor lectura la presentación de los mismos en máximos, mínimos y promedios (Tabla 3).

Tabla 3: Planilla de resultados

Centro de salud	INCOR	SANATORIO MERCADO LUNA	SANATORIO RIOJA	HOSPITAL DE LA MADRE Y EL NIÑO	HOSPITAL VIRGEN DE FATIMA	HOSPITAL VERA BARROS	ERI	CISA
MAXIMO [dba]	89,4	89,7	94,2	95,9	92,1	103,8	85,9	87
MINIMO [dba]	52,4	56,2	53,6	45,7	54,8	51,9	48,6	51
PROMEDIO [dba]	64,13	67,91	66,94	60,59	65,47	63,85	59,65	65,03

Del análisis de la tabla se determina que el promedio en todos los casos excepto en la Clínica ERI exceden los 60 dBA, observándose picos máximos mayores a 90 dBA en el 50% de los casos.

Si bien se pueden definir dos realidades diferentes cuatro de los sitios estudiados se encuentran a escasos metros del lugar donde se originan los ruidos mientras que los otros cuatro tienen entre la vía y el edificio espacio suficiente (jardines) en la que existe la posibilidad de plantar especies arbóreas para que funcionen como pantalla acústica, disminuyendo considerablemente, de esta manera los sonidos que puedan llegar a las zonas de las habitaciones de los centros.

Conclusión

Este trabajo es el primero que se realiza en la ciudad y servirá como antecedente para futuros proyectos, sumando áreas para armar una base de datos que sirva de apoyo en el control y la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes. De acuerdo a la legislación vigente en todos los casos estudiados se exceden los valores recomendados para este tipo de áreas sensibles.

En el caso de los Hospitales Vera Barros, La Madre y el Niño, Virgen de Fátima y CISA existe la posibilidad de implantar especies arbóreas a modo de barreras acústicas naturales.

En el resto de los centros de salud estudiados no es posible la utilización de barreras acústicas naturales por la falta de espacio, en estos casos podrían llevarse a cabo otras acciones como por ejemplo la colocación de reductores de velocidad en las avenidas, cambio de recorrido del transporte público de pasajeros, especialmente en el microcentro, control de los escapes de las motocicletas, implementación de horarios especiales para circulación por estas zonas de vehículos de carga y toda otra medida conducente a la disminución del ruido desde la fuente de origen.

Bibliografía

Bruel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S, 2000, "Ruido Ambiental".

Petiti, Y.I.; Lorenzo, J.; Verzini, A.M., 2010, "Evaluación de un Entorno Sonoro Urbano". Memorias en CD Room del 2do Congreso Internacional de Acústica, UNTREF, 8/10 de septiembre, Buenos Aires.

Díaz Ramírez, Rocío, 2012, "Muestreo Temporal para la evaluación del ruido ambiental" Proyecto fin de carrera, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación.

PRIMER INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL MUNICIPIO CAPITAL, PROVINCIA DE LA RIOJA

Bartolomé, Diego¹ y Brúculo, Romina²

¹Dir. Gral. Preservación y Control de Contaminación Ambiental

²Secretaría de Ambiente Municipal

e-mail: tito_bartolome@hotmail.com

Introducción

Por cambio climático (CC) se considera el aumento gradual de la temperatura terrestre que se viene registrando desde la revolución industrial, provocado fundamentalmente por la emisión de Gases de Efecto Invernadero.

La planificación de la acción climática a nivel local se cimienta sobre la elaboración de un “Inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI)”, realizado de manera participativa a modo de garantizar la obtención de datos fidedignos. El Municipio Capital de La Rioja, miembro de la Red Argentina frente al Cambio Climático elaboró su inventario (corte 2014) en el año 2017¹.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se desarrolló tomando como referencia los cálculos de emisiones GEI generadas por el Panel Internacional para el Cambio Climático y el Protocolo Global para Inventarios de GEI a Escala Comunitaria (GPC) promovido por el *World Resources Institute*, *C40 Cities* y el ICLEI que brinda metodologías para calcular y reportar de forma estandarizada los GEI -estos organismos difunden y colaboran con redes y actores gubernamentales-.

El Alcance del informe incluye todas las actividades realizadas en la Capital de La Rioja. El valor representado bajo Emisiones Totales año 2014, corresponde a un criterio utilizado por la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC) en el que se reportan todas las emisiones que se hayan podido calcular para el municipio, a partir de fuentes secundarias. Todos los gráficos, valores y comparaciones de esta infografía se hacen en base a este valor e incluye todas las emisiones correspondientes a un Inventario Nivel *Básic*.

Son principios rectores de esta metodología: Relevancia, Completitud, Consistencia, Transparencia y Precisión, en los datos relevados.

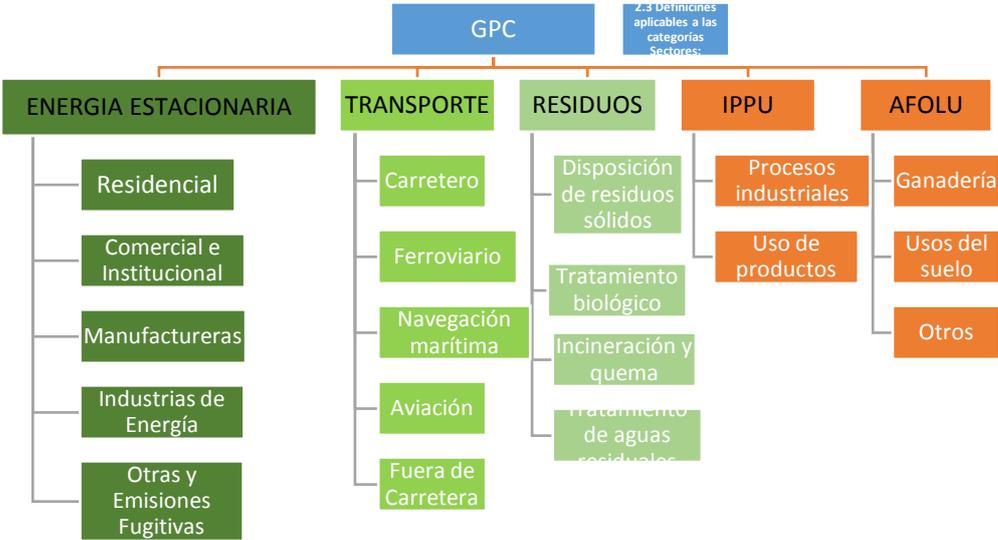
¹ Se llegó al acuerdo y firma de Adhesión con la Red Argentina de Municipios Frente al Cambio Climático (RAMCC), la cual brinda asesoramiento en acción climática y como primera medida se desarrolló en el municipio el primer Inventario de Gases de Efecto Invernadero correspondiente al año 2014.

Categorización de Emisiones:

- I. Organización de las emisiones en sectores y subsectores.
- II. El concepto de alcance para diferenciar las emisiones que ocurren dentro y fuera del límite de la ciudad.
- III. Los diferentes niveles de reporte.

Definición de Sectores y Subsectores

El GPC organiza las fuentes de emisiones en cinco sectores, cada uno de los cuales se divide en varios subsectores como se muestra a continuación:



Alcances

Las actividades que se realizan en la ciudad pueden generar emisiones de GEI que ocurren tanto dentro como fuera de los límites de la ciudad. Para distinguirlas, el GPC agrupa las emisiones en tres categorías en función del lugar donde se producen: emisiones de alcance 1, alcance 2 y alcance 3.

Niveles de reporte

El GPC da a las ciudades la posibilidad de seleccionar entre dos niveles de reporte: BÁSICO O BÁSICO+. El reporte del nivel BÁSICO cubre las fuentes de emisiones que ocurren en la mayoría de las ciudades (energía estacionaria, transporte dentro de la ciudad y residuos). El reporte de nivel BÁSICO+ incluye las emisiones de IPPU y AFOLU así como las emisiones de transporte transfronterizo que generalmente presentan un mayor desafío en terminos de recolección de datos y cálculo.

Resultados

El Municipio tiene una organización administrativa que corresponde a toda la extensión del Departamento Capital, con una superficie aproximada de 13.638km²

(IGN), y tiene, para el año 2014, una población estimada en 196.842 habitantes (Actualización y Estimaciones CENSO 2010).

Según el Protocolo internacional GPC el Municipio Capital de La Rioja calculó emisiones de *Nivel BASICO* por 547.089 tnCO₂; además a *Nivel Territorial* le corresponden 416.158 tnCO₂ y finalmente como valor total y siguiendo el criterio de la RAMCC reportamos 698.284 tnCO₂.



Gráfico 1: Resultados Emisiones equivalentes de Dióxido de Carbono Totales y por GPC del Departamento Capital La Rioja.

Podemos observar los siguientes gráficos comparativos entre la contribución porcentual de Emisiones por Tipo de GEI Totales a nivel Mundial, Nacional y del Departamento Capital de La Rioja. Además, se presentan los valores comparativos entre la producción de CO₂ equivalente del Departamento, a nivel nacional y el Mundial.

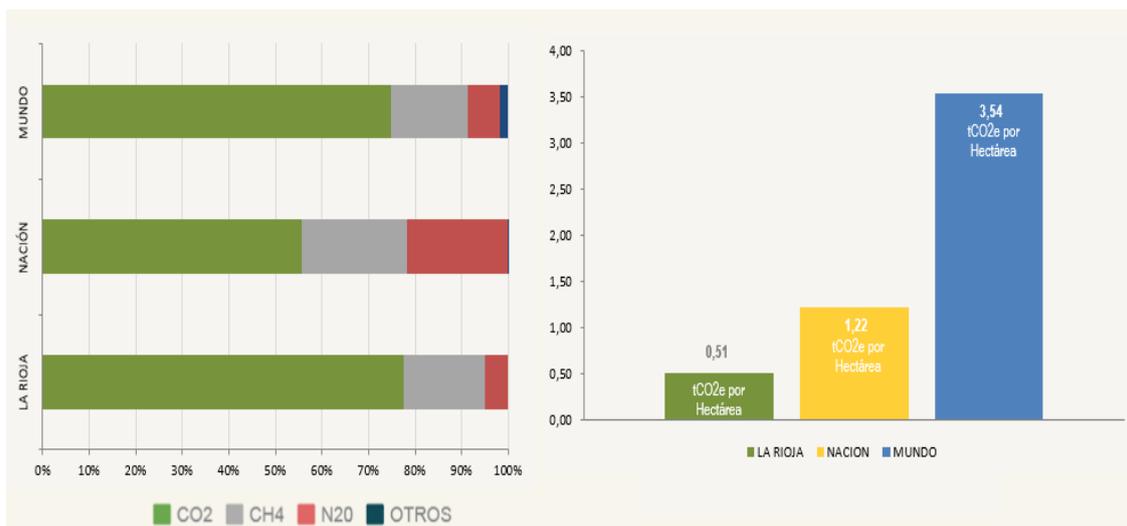
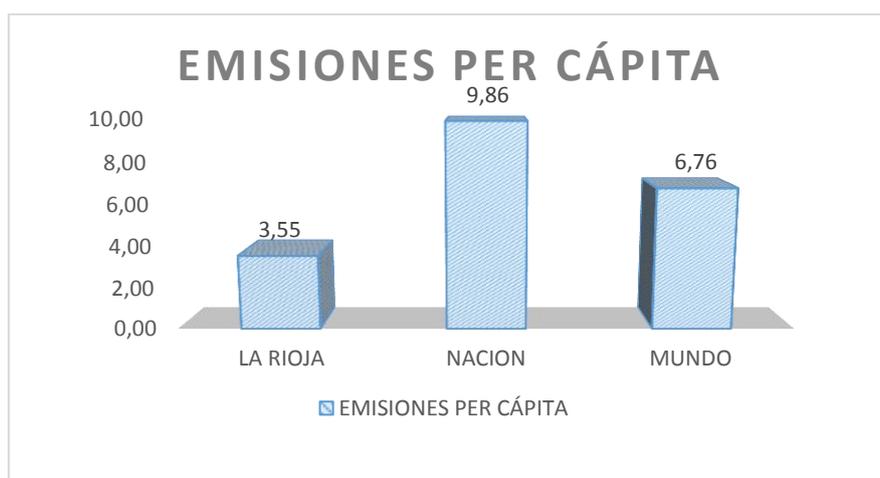


Gráfico 2: Resultados comparativos de contribución por tipos de gases y por superficie a nivel local, nacional e internacional.

Según los valores aquí brindados la principal contribución de GEI en el Municipio le corresponde: el 77% a Dióxido de Carbono (CO₂), un 18 % de Metano (CH₄) y el 5% restante a Óxidos Nitrosos (N₂O). Podemos decir que comparativamente nuestros porcentajes de emisiones son similares a las de nivel mundial, salvo por el pequeño porcentaje de otros gases que no se incluyeron para el Municipio.

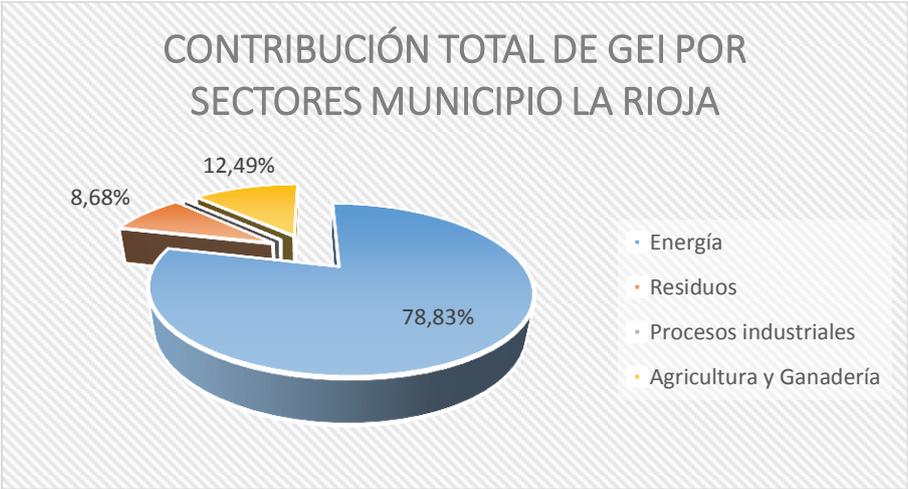
Con respecto a los valores GEI Totales nuestro municipio estimó un 21% de CO₂ por encima del promedio nacional; el Metano es 5% menor con respecto al nacional y finalmente los Óxidos Nitrosos un 17% menor al promedio nacional.

En el mundo se reportaron cerca de 3.54 tnCO₂/ha, donde argentina aporta aproximadamente el 35% de ellas, y el Municipio de La Rioja un 0.01% sobre las emisiones mundiales.



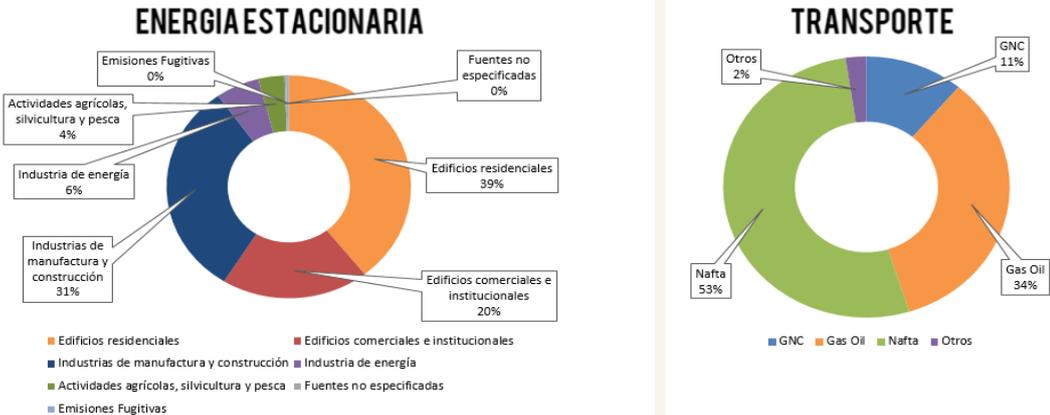
Otra forma de analizar la contribución de nuestros aportes de GEI son las emisiones per cápita, donde se registró que La Rioja aporta 3,55 tnCO₂/hab, mientras que a nivel nacional el aporte es de 8,96 tnCO₂ y a nivel mundial se estimaron unas 6,76 tnCO₂/hab.

El siguiente Gráfico muestra el porcentaje que representa cada Categoría reportada en el cálculo de emisiones GEI para el municipio.



Podemos apreciar que casi el 80% de la contribución de GEI está relacionada a la producción de Energía, le sigue con 12.5% aproximadamente el Sector Agricultura y Ganadería, y no menos importante el Sector de Residuos que aportaría el restante. No se incluyen los Procesos Industriales ya que las fuentes de información secundaria en algunos casos no fueron brindadas por diferentes organismos o no pudieron recopilarse de fuentes primarias al momento del estudio.

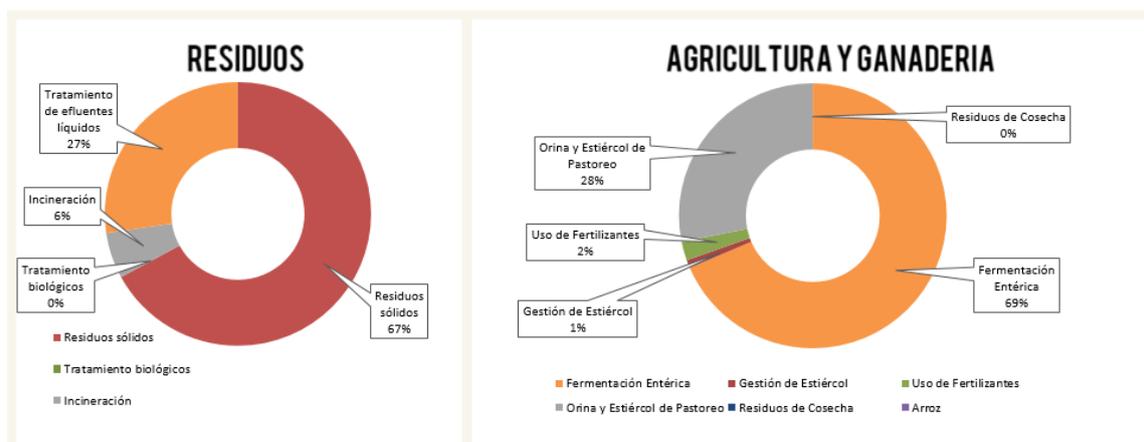
Detalle de Emisiones de CO2e por subcategoría



En Energía Estacionaria se logró recabar información de fuentes primarias y secundarias para estimar las contribuciones de cada subsector. Las subcategorías de Edificios Residenciales representan un 39% de las emisiones, las Industrias de Manufactura y Construcción un 31%. Edificios Comerciales e Institucionales aportan un 20%, la Industria Energética 6%, las Actividades Agrícolas, Silvicultura y Pesca el 4% de las emisiones de este sector. No se obtuvieron, al momento del inventario, datos correspondientes a emisiones de los subsectores: Emisiones Fugitivas y Fuentes No Especificadas.

Categoría Transporte: por fuentes indirectas, se registran los siguientes valores de emisiones. Las subcategorías incluyen los consumos de combustible y sus

correspondientes emisiones, aportando la Nafta el 53%, el Gas Oil 34%, el GNC un 11% y finalmente Otros aporta un 2% con respecto a los aportes de GEI del Sector.



En Residuos, los subsectores que consideramos para este informe registran un 67% a Residuos Sólidos, el Tratamiento de Efluentes Líquidos representa un 27% y finalmente la Incineración el 6% restante. No se incluyen datos de Emisiones por parte del Subsector de Tratamiento Biológico.

El Sector de Agricultura y Ganadería: Fermentación Entérica 69%, Orina y Estiércol de Pastoreo 28%, el Uso de Fertilizantes aporta un 2% y por Gestión del Estiércol le corresponde un 1%. No se registraron bajo este reporte la Gestión de Residuos de Cosecha.

Conclusiones y Recomendaciones

El inventario permitirá a las ciudades comprender la contribución de emisiones de GEI de las diferentes actividades, a partir de las cuales se podrán diseñar políticas públicas que tiendan a la adaptación y mitigación del cambio climático a nivel de gobiernos locales.

Los datos estimaron que el 78.8% de las Emisiones corresponden al sector Energético, por lo que es necesario un abordaje y plan de acción para adaptar y mitigar los efectos de dichas emisiones. Del mismo modo las emisiones correspondientes a Residuos constituyen el 8.6%, por lo que urge establecer mecanismos de reducción y gestión como tratamiento de estos.

La importancia de este trabajo realizado por el Municipio radica en que se constituye en una línea base sobre las emisiones GEI en el Dpto. Capital.

Realizar periódicamente dichos inventarios brindará información directa para realizar acciones de monitoreo sobre la evolución y la efectividad de las medidas de mitigación y adaptación definidas.

Por todo ello, es necesario sumar la participación activa, integral y participativa sobre la necesidad de contar con datos de fuentes directas que permitan desarrollar, en un futuro próximo, los inventarios correspondientes a los años 2016 y 2018.

La mayor incidencia radica en la generación de Energía Eléctrica Convencional, por lo que sería una buena opción la implementación de políticas públicas que estimulen

el uso de energías alternativas, especialmente energía solar dado las características climáticas de nuestra provincia.

Se requiere modificar nuestros patrones de vida y de consumo relacionados con la energía y las emisiones de CO₂ (gas de efecto invernadero) para mitigar los efectos del calentamiento global.

DESARROLLO DE UN FILTRO DE ADSORCION DE ARSÉNICO CON ELEMENTOS DE FACIL OBTENCION LOCAL

Calbo Vicente^(1,5) - Soulé Rubén^(3,5) - Alitta Mónica^(3,5) - Baldo Cecilia^(1,4,5) - Quintero Claudia Noemi^(1,5) - Díaz Esteban^(1,5) - Mercado Manuel^(2,5) - Munuce Cecilia⁽²⁾ - Julián Silvia^(2,5) - Gracia Germán Enrique⁽³⁾ - Bruculo Romina⁽⁵⁾ - Molina Gómez Mariana⁽⁵⁾ - Agüero Claudio Oscar⁽⁵⁾

⁽¹⁾Departamento de Ingeniería Civil, ⁽²⁾ Departamento Materias Básicas, ⁽³⁾ Departamento Ingeniería Electromecánica, ⁽⁴⁾Departamento Ingeniería Electrónica, ⁽⁵⁾GAIA: Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales UTN - FRLR
vicentecalbo@yahoo.com.ar

Resumen

El arsénico es un elemento químico cuya toxicidad depende de su estado. Su sola presencia se considera dañina para salud, esto se confirma con los cambios a la baja que la OMS realiza en la tolerancia para el agua de consumo humano.

Las alternativas cuando el arsénico está presente en agua son dos, removerlo o cambiar la fuente. Las decisiones de las autoridades responsables al respecto dependen del tamaño de las poblaciones afectadas.

Existe un grupo crítico que es el de las poblaciones reducidas que se abastecen de agua subterránea poco controlada. La calidad del agua subterránea varía con las dinámicas del acuífero y de la perforación. Incluso en estos casos no se existe la opción de reemplazar la fuente. Asentamientos poblacionales distantes presentan además dificultades para ser abastecidos periódicamente de agua de calidad.

En estos casos se debe recurrir a soluciones prácticas y eficientes para la remoción. De las técnicas conocidas la más apropiada es el empleo de filtros de adsorción. Dentro de ellos, existe una variedad de materiales y desarrollos muy amplios.

En La Rioja, se cuenta con varios minerales adsorbentes, que por su abundancia y economía pueden ser desechados una vez agotados, sin necesidad de regeneración. Esto simplifica el mantenimiento del filtro y la operación y facilita la fabricación del dispositivo.

El presente trabajo plantea los primeros avances en un desarrollo propio de la facultad, en base a antecedentes similares, para desarrollar un filtro de adsorción de arsénico (y metales pesados), destinado a poblaciones rurales reducidas y dispersas, sin acceso a fuentes de agua de calidad.

Se han planificado ensayos de filtros de adsorción en columnas y diseños básicos de estructura con elementos de fácil acceso.

Palabras Clave: Filtro, Adsorción, Arsénico

Introducción

La remoción o abatimiento del arsénico, cuando está presente en el agua para consumo humano, puede realizarse de varias maneras. “Existen alrededor de 14 tecnologías para remover arsénico del agua con eficiencias de 70 a 99%” (Castro de Esparza, 2006).

Las distintas tecnologías para la remoción de As se basan en diferentes procesos: oxidación, precipitación/filtración, coagulación / precipitación, filtración, adsorción, intercambio iónico, membranas (ósmosis inversa / nanofiltración / ultrafiltración / microfiltración), electrodiálisis reversible procesos biológicos, (Paredes Ramírez J. 2012).

En el caso asentamientos de pocos pobladores o para familias, que no acceden a redes de agua de calidad y recurren a fuentes de agua con arsénico, el método más conveniente es el de los filtros de adsorción. Estos pueden ser sencillos, eficientes y de bajo mantenimiento. En este caso cobra importancia la elección del material filtrante, que en lo posible tiene que ser de fácil obtención.

Marco teórico

La adsorción es un fenómeno superficial por el cual el arsénico se adhiere al material filtrante, la superficie específica del filtro es clave.

Los materiales filtrantes pueden ser elementos pre tratados (hierro pre oxidado), materiales sintéticos (resinas de intercambio iónico), minerales, principalmente arcillas, etc. Todos ellos logran su propósito por lo que es conveniente seleccionar el más económico o el más fácil de obtener.

Para su selección, conviene realizar pruebas empíricas en la que se controle la concentración de As del agua antes y después del tratamiento, esto se debe a que otros elementos presentes pueden afectar el comportamiento del filtro: otros iones que compiten en afinidad al medio (sulfatos, cloruros, fluoruros, sílice, hierro, etc.); algunos aniones actúan en altas concentraciones como inhibidores, pH, tiempo de contacto de lecho (conocido como empty bed contact time o ebct), ensuciamiento del medio con particulado o materia orgánica; degradación de la capacidad del medio luego de las regeneraciones, estado de oxidación del arsénico, (Paredes Ramírez J. 2012).

Adsorción

La adsorción es un proceso de transferencia de masa por el cual una sustancia en la fase líquida es atrapada en la superficie de un sólido por fuerzas físicas o químicas. Es un proceso superficial por lo que a mayor superficie del medio filtrante, mayor es la capacidad de acumulación del material.

Son varios los adsorbentes efectivos con el arsénico y en cada caso se presentan ventajas y desventajas.

Los medios especiales en base a alúmina activada, al saturarse, pueden ser regenerados con hidróxido de sodio que luego se enjuaga y neutraliza con ácido sulfúrico. Esto implica operaciones con sustancias agresivas y debe tenerse en cuenta que se producen efluentes que deben ser tratados. No obstante se han desarrollado algunos filtros domésticos no regenerables pero de costos significativos. La eficiencia de estos filtros depende de la presencia en el agua de sulfatos, cloruros, fluoruros, hierro, entre otros, que compiten por su afinidad.

También son una alternativa los medios adsorbentes en base a hierro u óxidos modificados con sulfuro, hidróxido férrico granular, óxido férrico, óxido de titanio y algunos más, no son regenerables pero algunos de estos materiales son económicos y fácilmente obtenibles. Requieren la disposición del material filtrante agotado.

Otra alternativa es el empleo de minerales porosos y nanoporosos que adsorben el arsénico, como el caolín, la diatomea y la zeolita. Estos minerales son económicos, de fácil obtención, en La Rioja hay yacimientos de ellos. El filtro no es regenerable, se agota y se debe disponer de él.

Los mejores resultados con minerales consultados en la bibliografía, se han logrado con la Clinoptilolita, variedad de zeolita que abunda en Patquia, La Rioja: "Rivera y Piña (2004) probaron zeolitas naturales para eliminar As a partir de agua potable conjuntamente con Fe y Mn en un estudio piloto en pequeña escala. La zeolita era del tipo Clinoptilolita ($\text{Na}_6((\text{AlO}_2)^6(\text{SiO}_2)_{30}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$), donde Na es el principal catión intercambiable", (Paredes Ramirez, J.L. 2012).

Materiales y métodos

La vida útil del filtro se determina con ensayos, se controla la salida periódicamente hasta que se detecta arsénico, luego se ajusta con factor de seguridad. Ese es el volumen de referencia que no debe excederse, Como se observa, en el caso de los filtros domésticos es importante llevar un control de las cantidades de agua que han pasado por el. La capacidad filtrante es la relación entre los miligramos de arsénico removido y el volumen del filtro en litros.

Los materiales filtrantes en general tienen la capacidad de adsorber además metales pesados como cromo, plomo, selenio, molibdeno cobre y vanadio, lo que es una ventaja, pero debe tenerse en cuenta que esto agota antes el filtro.

Ensayos

Los filtros domésticos son abundantes en diseño y composición del material filtrante y todos tienen algo en común, su desarrollo se basa en las necesidades locales, en la simpleza, en la disponibilidad del material filtrante y en la eficacia de este.

Si bien es común realizar los ensayos con agua dopada, es más conveniente emplear directamente el agua a tratar ya que su composición química y física (presencia de partículas orgánicas e inorgánicas), pH, temperatura, inciden en el comportamiento y duración del material filtrante.

Es conveniente en el diseño que el material filtrante sea fácilmente cambiabile, ya que esta operación la hacen los usuarios.

A título de ejemplo cabe mencionar dos antecedentes, como los INTI, o el prototipo de los alumnos de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Córdoba, Figura 1.



Figura 1: Izquierda, Dispositivo rural para abatimiento de arsénico realizado en INTI-Química. Derecha prototipo de adsorción de arsénico con filtro fácilmente reemplazable.

En nuestro caso, el procedimiento a implementar es el testeo, en columnas filtrantes, de la capacidad de adsorción de los minerales disponibles. Para ello se empleará agua de una perforación de la Ruta Nac. 5, (no usada actualmente como abastecimiento para consumo humano), para determinar el rendimiento de los distintos materiales.

Con ese dato se calculará el volumen filtrante que permita determinar un abastecimiento estándar medible para las poblaciones mencionadas.

Bibliografía

Alba Martín Tabasco, ABSORBEDOR DE ARSÉNICO PARA SU ELIMINACIÓN DEL AGUA, Acuae Foundation, 2016.

Castro de Esperanza, M L. REMOCIÓN DEL ARSÉNICO EN EL AGUA PARA BEBIDA Y BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS, Natural Arsenic in Groundwaters of Latin America, Mexico 2006.

D'Ambrosio María Cristina, Evaluación y selección de tecnologías disponibles para la remoción de arsénico, II SEMINARIO HISPANO-LATINOAMERICANO SOBRE TEMAS ACTUALES DE HIDROLOGÍA SUBTERRANEA – V CONGRESO HIDROLÓGICO ARGENTINO, Rio Cuarto 25 al 28 de Octubre de 2005.

Paredes Ramírez Juan Luis, REMOCIÓN DE ARSÉNICO DEL AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO MEDIANTE DIFERENTES MATERIALES DE ADSORCIÓN, Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

Sepulveda Sa, Rodrigo, EL ARSÉNICO EN LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, Ciencia UANL, Vol. XII, Núm. 3, julio-septiembre, pp. 239-244 Universidad Autónoma de Nuevo León México, 2009.

UCC Noticias, UNA SOLUCIÓN FÁCIL Y ECONÓMICA PARA FILTRAR EL ARSÉNICO DEL AGUA, Proyección Social, Córdoba 2015.

HIDROARSENICISMO - ACTUALIZACIÓN DEL MAPA DE ARSENICO DE LA RIOJA

Calbo, Vicente^(1,5); Soulé, Rubén^(3,5); Baldo, Cecilia^(1,4,5); Munuce, Cecilia^(2,5); Díaz, Esteban^(1,5); Mercado, Manuel^(2,5); Alitta, Mónica^(3,5); Julián, Silvia^(2,5); Morzán, Laura⁽⁵⁾ y Bruculo, Romina⁽⁵⁾

⁽¹⁾Departamento de Ingeniería Civil

⁽²⁾Departamento Materias Básicas

⁽³⁾Departamento Ingeniería Electromecánica

⁽⁴⁾Departamento Ingeniería Electrónica

⁽⁵⁾GAIA: Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales
Facultad Regional La Rioja – UTN

vicentecalbo@yahoo.com.ar

Resumen

El arsénico se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre con una concentración media de 2 mg/kg. Está presente en cantidades ínfimas en todo tipo de rocas, suelos, agua y aire. El arsénico se acumula en los tejidos produciendo la enfermedad que se conoce con las siglas HACRE (Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico) que afecta seriamente la salud de las personas. La presencia de arsénico en del agua subterránea es un problema mundial, puesto que este elemento tiene poder carcinógeno y neurotóxico. El propósito de este trabajo surge frente a la demanda concreta planteada por el IPALaR (Instituto Provincial del Agua de La Rioja), dada la necesidad de detectar la cantidad de arsénico presente en aguas subterráneas de la provincia de La Rioja. Con los datos nuevos y los ya existentes, se pretende actualizar el mapa de arsénico de la provincia. En el caso puntual de La Rioja, se dan tres situaciones diferentes en cuanto al abastecimiento de agua: agua de red gerenciada por organismos específicos (Aguas Riojanas), agua de red administrada por el IPALaR o por los municipios y agua abastecida directamente de las fuentes subterráneas en zonas rurales. En los dos primeros casos hay controles sistemáticos y tratamiento del agua y en el tercero generalmente no. Debido al conocimiento parcial de la situación de las perforaciones en zonas rurales, se comenzó con lo planificado para el año 2019. En forma conjunta con el IPALaR y el IRePCySA (Instituto Regional de Planificación, Control y Servicios Ambientales) se procedió a la toma de muestras de perforaciones ubicadas sobre Ruta Provincial N°5, su análisis y evaluación de resultados. En base a los resultados obtenidos hasta el momento, se puede concluir que, en las perforaciones evaluadas, el contenido de Arsénico total se encuentra dentro de los límites permitidos por la normativa nacional vigente, en la mayoría de los casos.

Introducción

Existen antecedentes a nivel mundial sobre los riesgos que existen para la salud humana por la exposición de arsénico en las aguas de consumo.

Los efectos en humanos a una exposición crónica a aguas de bebida con elevadas concentraciones de As se agrupan bajo la denominación de Arsenicosis

o Hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE), cuyas evidencias han llevado a rebajar progresivamente el límite máximo de la concentración de As permitido desde 50 µg/l (Código Alimentario Argentino, 1994) a 10 µg/l de As tal como fija la Unión Europea, recomienda la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2004) y tiene establecido la Agencia Ambiental de los EEUU (USEPA, 2005).

Aún hoy, en nuestro país, el nivel de tolerancia de arsénico en el agua está en discusión. En el año 2007, se modificaron en el Código Alimentario Argentino (CAA), los artículos 982 (referente a agua potable de suministro público y de uso domiciliario) y 983 (referente a agua de bebida envasada o agua potabilizada envasada) en base a las resoluciones conjuntas No. 68 y 196/2007. Se redujo, de esta manera, el valor de As en agua de bebida de 50 a 10 µg/L, estableciendo un período de 5 años para alcanzar estos valores. Una vez cumplido el período de prórroga, en el año 2012, se incorporó una nueva aclaración en los artículos mencionados, determinando que el valor sería adoptado al finalizar un estudio realizado por la Subsecretaría de Recursos Hídricos del Ministerio de Planificación Federal y la Coordinación de Políticas Socio-ambientales del Ministerio de Salud (Resolución Conjunta SPReI N° 34/2012 y SAGyP N° 50/2012) sobre contenido de arsénico, que fue denominado “Hidroarsenicismo y Saneamiento Básico en la República Argentina – Estudios básicos para el establecimiento de criterios y prioridades sanitarias en cobertura y calidad de aguas”.

Se pudo determinar con estudios que el área afectada abarca de forma generalizada la llanura Chaco-Pampeana, el área de transición hacia la cordillera y la propia cordillera (Trelles et al., 1970; Astolfi et al., 1981, 1982; Nicolli et al., 1985; Smedley et al., 2002; Bundschuh, 2004).

El desarrollo de tecnologías y metodologías analíticas permitió avanzar en la cuantificación de As en el agua, para lograr un diagnóstico más exacto de la situación actual y poder actuar en consecuencia. Ejemplos de estas tecnologías son la Espectrometría de Masa con fuente de Plasma Acoplado por Inducción (ICP-MS) y la Espectrometría de Emisión con fuente de Plasma Acoplado por Inducción (ICP-OES).

El objetivo de este trabajo es el relevamiento de la situación de la provincia de La Rioja referida a la concentración de arsénico en las aguas subterráneas. Estos resultados permitirán actualizar el mapa de arsénico de la provincia.

En La Rioja, se presentan tres situaciones diferentes en cuanto al abastecimiento de agua para bebida:

- Ciudades abastecidas por red y con gerenciamiento realizado por organismos específicos como la empresa Aguas Riojanas SAPEM.
- Ciudades, localidades y poblaciones abastecidas por red con administración realizada por el IPALaR o por los municipios.
- Puestos, asentamientos rurales y pobladores singulares que se abastecen directamente de las fuentes de aguas subterráneas, generalmente de poca profundidad (pozo balde).

En los dos primeros casos hay controles sistemáticos y potabilización del agua,

mientras que en el último caso, no.

Se ha iniciado en forma conjunta con el IPALaR y el IRePCySA, institución que dispone del equipo adecuado para el análisis de las muestras, una acción preparatoria y de puesta a punto de metodología de muestreo y análisis.

Hasta el momento se ha efectuado el muestreo de un perfil del acuífero que abastece la Capital de La Rioja y su zona rural.

Materiales y Métodos

Para la realización de este trabajo se han realizado actividades de gabinete, campo y laboratorio. En base a los antecedentes evaluados, se planificó una primera campaña para ajustes metodológicos.

Para establecer una metodología uniforme, se ha redactado un protocolo para la toma de muestras, que es aplicado por todos los grupos que realizan muestreo, garantizándose la cadena de custodia y el idéntico tratamiento durante todo el proyecto.

Las tareas de campo consistieron en la toma de muestras de perforaciones en fincas localizadas en la Ruta Provincial N° 5. Esto ha permitido seguir un perfil longitudinal (Oeste-Este) del acuífero que abastece de agua a la zona rural del Departamento Capital, Figura 1.

Los puntos resultaron aleatorios, ya que a pesar de seguir el orden y orientación mencionados, solo pudo accederse a los establecimientos en los que se encontraba en ese momento su encargado y en algunos casos no fue posible accionar la bomba para la toma de la muestra.



Figuras 1: Muestreo punto 4.

Los parámetros determinados in situ fueron pH, temperatura y conductividad. Los análisis de As, fueron realizados en el IRePCySA con un espectrofotómetro de masas Nexion 350x Perkin Elmer acoplado a un automuestreador con capacidad para 157 muestras. Este ICP-MS es de tercera generación y uno los 3 más novedosos que existen en nuestro país.

La técnica de espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS, del nombre en inglés Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry), es una variante de las técnicas de análisis por espectrometría de masas utilizada para la cuantificación y cualificación de inorgánicos en un gran número de matrices.

Las ventajas principales de este equipo radican en la alta precisión, bajos límites de detección y bajo costo económico, analizando la mayoría de los elementos e isótopos presentes en la tabla periódica de manera simultánea en un par de minutos. Es por lo tanto una técnica ideal en el análisis de aguas, lixiviados de rocas y minerales, alimentos, etc. La técnica de ICP-MS combina dos propiedades analíticas que la convierten en un potente instrumento en el campo del análisis de trazas multielemental.

Resultados y Discusión

La tabla 1 resume los resultados obtenidos. Como se observa, existen puntos con tenores de As superiores a 0,01 ppm, recomendación de la OMS de 1993, incorporada en el Código Alimentario Argentino, y hay un caso en el que se supera el anterior límite de 0,05 ppm, todavía vigente en La Rioja por la normativa local, Ley Provincial N° 6.281: Marco Regulatorio del Servicio Público de Provisión de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de La Rioja.

Tabla 1: Resultado de los parámetros evaluados.

Puntos	Localización	Georeferencia	Parámetros			
			PH	Temperatura (°C)	Conductividad (us/cm)	Arsénico [ppm]
0	Fabrica Estrada	S292415,1 W664852,3	7,75	26,4	2584	0,005
1	Ruta 5 Km 7,5	S292324.7 W664635.9	7,35	25,4	1256	0,005
2	Ruta 5 Km 8	S292332.8 W664538.1	6,47	21,2	1248	0,008
3	Ruta 5 Km 10,5	S292335.7 W664515.2	7,3	26,1	1505	0,007
4	Ruta 5 Km 11	S292344.5 W664411.2	8,35	25,6	1328	0,001
5	Ruta 5 Km 12	S292238.1 W664356.9	7,9	29	1043	0,014
6	Ruta 5 Km 12	S292238.5 W664308.4	7,91	29,1	1090	0,016
7	Ruta 5 Km 13,5	S292324.3 W664023.9	8,47	24,5	1090	0,013
8	Ruta 5 Km 20	S292326.3 W663852.7	8,18	25,4	875	0,054

El punto 8 corresponde a un emprendimiento agrícola, el agua se emplea para riego y excepcionalmente, para consumo humano. En principio, este sería un prospecto para proveerlo de los filtros de adsorción que el proyecto contempla, y que ha sido acordado con el IPALaR.

Si se analizan los resultados en función de la distribución y distancia, Figura 2, se observa un crecimiento de la concentración de As a medida que nos alejamos de La Rioja Capital, Figura 3.

Una hipótesis para este fenómeno es la existencia de mineralización de As en los estratos suprabasamentales en la zona saturada, que es lixiviada por el acuífero en su flujo descendente Oeste-Este. Si este planteo es correcto, se pueden esperar tenores crecientes de As en perforaciones más alejadas, por Ruta Provincial N° 5 y en su continuación, Ruta Provincial N° 6.

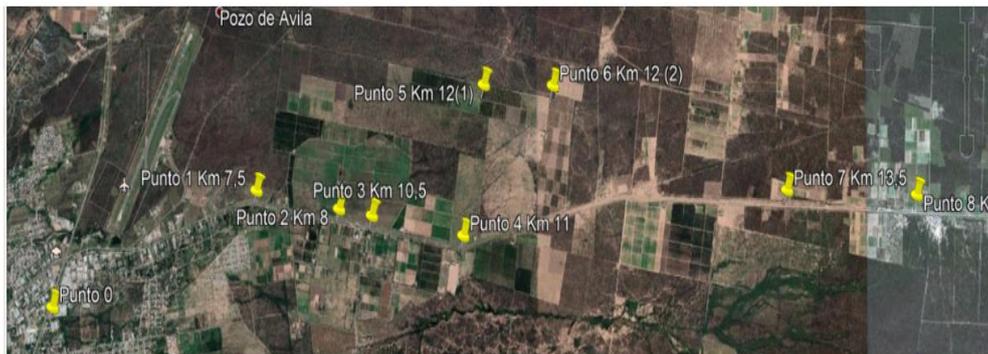


Figura 2: Ubicación de las perforaciones muestreadas.

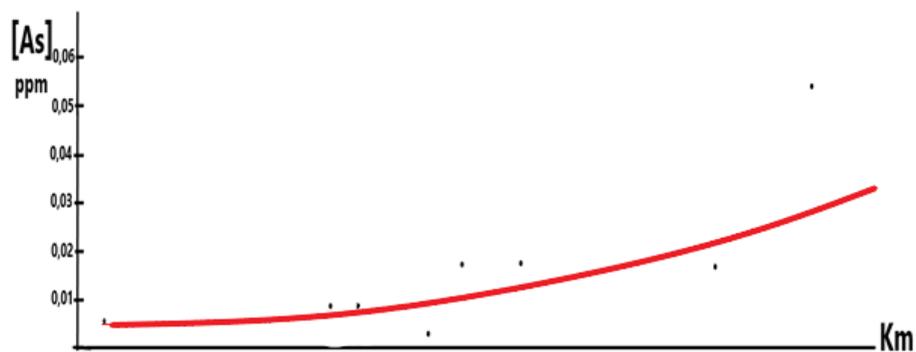


Figura 3: Variación de la concentración de As en función de la distancia

Como posibilidad de complemento del presente trabajo, está la especiación del arsénico, de manera de poder contar con la información de la cantidad de As (III) cuya presencia indica mayores riesgos de toxicidad para la población.

Conclusiones

- Se presentaron algunos inconvenientes de toma de muestras debido a la imposibilidad del ingreso a algunas zonas de muestreo y por el encendido de las bombas que es a demanda, dependiendo de factores climáticos, en especial en las empresas agroindustriales.
- En la primera campaña, cuyos resultados se exponen, se han validado los procedimientos establecidos por los organismos que intervienen en el proyecto.
- Los resultados, muestran, en una extensión del perfil del muestreo, una tendencia al crecimiento de la concentración de As a medida que nos

alejamos por el acuífero de la Capital de La Rioja, hacia el este.

- De un total de nueve muestras, el valor de arsénico obtenido en el 56 % de ellas, se encuentra dentro de los valores establecidos por la legislación nacional vigente (<0,01 ppm).
- Del total de muestras, solo una (11%) se encuentra por encima del límite permitido por la legislación provincial (<0,05 ppm).
- El proyecto continúa con toma de muestras y su posterior análisis, en el interior de la provincia, para finalmente componer un mapa de Arsénico actualizado.
- Finalmente, en acuerdo con el IPALaR, la UTN-FRLR colaborará con éste en el desarrollo y construcción de filtros de adsorción de As, para entregar en los casos en que no pueda reemplazarse la fuente o no sean justificables instalaciones de tratamiento de agua por el reducido número de habitantes de la población.

Bibliografía

- Astolfi, E.A.N.; Maccagno, A.; García Fernández, J.C.; Vaccaro R., Stimola R. (1981) Relation between arsenic in drinking water and skin cancer, *Biolog. Trace Elements Res.*, 3: 133-143.
- Astolfi, E.A.N.; Besuschio, S.C.; García Fernández, J.C.; Guerra, C.; Maccagno, A. (1982) *Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico*. Edit. Coop. Gral. Belgrano, Buenos Aires, 144 pp.
- Blesa, Miguel Ángel. (2010) La contaminación por metales. *Ciencia e Investigación. Asociación Argentina Para el Progreso de las Ciencias Tomo 60, N° 4*.
- Bundschuh, J.; Farias, B.; Martin, R.; Storniolo, A.; Bhattacharyya, P.; Cortes, J.; Bonorino, G.; Albouy, R. (2004) Groundwater arsenic in the Chaco-Pampean Plain, Argentina: Case study from Robles County, Santiago del Estero Province. *Appl. Geochem.*, 19(2), 231-243.
- Ley Provincial N°: 6.281. (1996)
- Litter, Marta Irene *et al.* (2017) Web: <https://rsa.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2018/03/Presentacion-CONAL-Arsenico-en-aqua-Red-Seguridad-Alimentaria.pdf>
- Minaverry, Clara María; Matranga, Raúl y Macrini, Melina. (2005) Web:https://www.ina.gov.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH_2016_paper_66.pdf
- Nicolli, H.B.; O'Connor, T.E.; Suriano, J.M.; Koukharsky, M.L.; Gómez Peral, M.A.; Bertini, L.M.; Cohen, I.M.; Corradi, L.I.; Balean, O.A.; Abril, E.G. (1985) Geoquímica del arsénico y de otros oligoelementos en aguas subterráneas de la llanura sudoriental de la Provincia de Córdoba. *Academia Nacional de Ciencias; Córdoba, Miscelánea*, 71, 1-112.
- Trelles, R.A.; Larghi, A.; Páez, J.P. (1970) El problema sanitario de las aguas destinadas a la bebida humana con contenidos elevados de arsénico, vanadio y flúor. *Fac. Ingen., Univ. Buenos Aires, Inst. Ingen. Sanitaria, Publ.*, 4, 1-96 pp.

CARACTERIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA DUREZA DEL AGUA EN FUENTES UTILIZADAS PARA CONSUMO HUMANO

Díaz, Esteban O.^(1,2,3); Quintero, Claudia N.^(1,2,3) y Personal de la DAPyS⁽³⁾

⁽¹⁾Docente FRLR-UTN y UNLAR

⁽²⁾GAIA-FRLR-UTN

⁽³⁾DAPyS-Dirección de Agua Potable y Saneamiento Ente Único de Control
esteban28963@yahoo.com.ar.

Resumen

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el grado de dureza del agua se debe al contenido de calcio y, en menor medida, de magnesio disueltos. Su aceptabilidad por la población puede ser muy variable. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza del agua mayor que 500 mg/l. Sin embargo, desde el punto de vista de la operación del abastecimiento interesa evaluar si presenta condiciones corrosivas e incrustantes. Existen antecedentes internacionales en la bibliografía especializada sobre la relación entre dureza del agua de consumo y algunas enfermedades que afectan al ser humano. Pero la OMS considera que no son concluyentes, por lo que no propone un valor guía para la dureza basado en criterios sanitarios.

En este trabajo se busca una primera caracterización del comportamiento debido a la concentración de la dureza por CaCO_3 , de las fuentes de aguas usadas para el consumo humano, utilizando la clasificación de la OMS. Y lograr el mapeo de la provincia por departamentos, aplicando para ello los promedios de los valores. Tiende a alcanzar como objetivo el promover su manejo para generar y evaluar soluciones que optimicen y/o minimicen los riesgos potenciales derivados del uso de aguas con concentraciones de dureza. Y que se traduce en la posibilidad de operar como un factor preponderante del origen de inconvenientes en las instalaciones sanitarias e industriales. El grado de dureza del agua es determinado por la OMS como factor de rechazo para la ingesta del agua. Sin embargo, desde el punto de vista de la operación del abastecimiento interesa evaluar si presenta condiciones corrosivas e incrustantes, ya que genera pérdidas económicas.

La presente investigación es de tipo descriptiva y retrospectiva. Para su desarrollo se analizaron los historiales de datos de protocolos de análisis físico-químicos de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas utilizadas en la provisión de agua en toda la provincia. Siendo el próximo paso la caracterización y distribución de la dureza ya específicamente por localidad o radio servido, o los estudios por tipo de dureza. En términos generales es considerable el porcentaje de las aguas muy duras y blandas, que puede causar inconvenientes en la operación, pero el porcentaje de las aguas utilizadas para consumo humano que no superan el valor límite dado por el CAA, ni el de la normativa provincial es bajo. Siendo recomendable realizar estudios epidemiológicos para evaluar la existencia de relación con algunos problemas de salud.

Palabras Claves: agua, calidad, dureza.

Introducción

El agua adquiere la dureza cuando pasa a través de las formaciones geológicas que contienen los elementos minerales que la producen y por su poder solvente los disuelve e incorpora. La concentración de sustancias disueltas en el agua varía dependiendo de la localización geográfica y la estación del año.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) [1] el grado de dureza del agua se debe al contenido de calcio y, en menor medida, de magnesio disueltos. Suele expresarse como cantidad equivalente de carbonato cálcico. La aceptabilidad por la población del grado de dureza del agua puede ser muy variable de una comunidad a otra, en función de las condiciones locales. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza del agua mayor que 500 mg/l.

Existen antecedentes internacionales en la bibliografía especializada sobre la relación entre dureza del agua de consumo y algunas enfermedades que afectan al ser humano. La OMS menciona que existen varios estudios epidemiológicos, ecológicos y analíticos, en que se ha observado que existe una relación inversa significativa entre la dureza y las enfermedades cardiovasculares y también se menciona que aguas muy blandas tienen efectos negativos en el equilibrio mineral del hombre. Considera que estos estudios no son concluyentes, por lo que no propone un valor guía para la dureza basado en criterios sanitarios.

Sin embargo, desde el punto de vista de la operación del abastecimiento interesa evaluar si presenta condiciones corrosivas e incrustantes. Ambos fenómenos producen complicaciones de tipo operativo en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y de uso industrial.

El Código Alimentario Argentino (CAA) [2] establece una dureza máxima de 400 ppm medidas como mg de CaCO_3 /l de agua, para que el agua sea potable. Sin embargo, los problemas relacionados con las incrustaciones duras (sarro) se advierten con valores muy inferiores al mencionado. La legislación vigente en la provincia de La Rioja [3] [4] incluye como límites recomendados un valor entre 100 y 500 mg/l.

En la provincia no existen estudios específicos sobre el tema, y en este trabajo se busca una primera caracterización del comportamiento debido a la concentración de la dureza por CaCO_3 , de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas, utilizando la clasificación establecida por la OMS. Y lograr esquematizar un mapeo de la provincia por departamentos, de la mencionada concentración, aplicando para ello los promedios de las fuentes de agua usadas para el consumo humano.

El estudio tiende a alcanzar como objetivo el promover su manejo para generar y evaluar soluciones que permitan optimizar y/o minimizar los riesgos derivados del uso de aguas con concentraciones de dureza. Por el riesgo potencial que se traduce en la posibilidad de actuar como un factor preponderante del origen de inconvenientes en las instalaciones sanitarias e industriales, y en consecuencia el poder definir y plantear la adecuación de sus diseños. Siendo el próximo paso la caracterización y distribución de la dureza ya específicamente por localidad o radio servido, o los estudios por tipo de dureza.

Materiales y métodos

La presente investigación es de tipo descriptiva y retrospectiva. Para su desarrollo se utilizan los historiales de datos de los análisis físico-químicos de fuentes de agua utilizadas en la provisión de agua de la población de esos departamentos, procedentes del Instituto Provincial de Agua (IPALAR), de Aguas Riojanas SAPEM (ARSAPEM) y de la Dirección de Agua Potable (DAPyS). [5]

Para cumplir con el objetivo del trabajo, se analizaron los datos de dureza total, de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas de 256 protocolos de análisis físicoquímicos en toda la provincia.

De la muestra general obtenida se determinaron para cada departamento los valores mínimos, medios y máximos de los datos analizados (Tabla 1).

Tabla 1: Comportamiento de la Dureza: Valores Máximos, Medios y Mínimos.

DEPARTAMENTOS	DUREZA (CO ₃ Ca)		
	Conc. Máx	Conc. Prom	Conc. Mín.
Famatina	1548	570	24
Chamical	1419	520	90
San B. de los Sauces	722	340	69
Gral San Martín	722	329	161
Arauco	877	320	5
Capital	1126	272	26
Chilecito	611	235	5
Gral Ángel V. Peñaloza	499	160	5
Castro Barros	249	126	7
Gral Ocampo	636	124	2
Gral J. F. Quiroga	180	87	34
R. Vera Peñaloza	131	73	16
Independencia	153	69	10
Sanagasta	146	47	10
Gral Lamadrid	73	30	7
Cnel Felipe Varela	39	21	5
Gral Belgrano	s/d	s/d	s/d
Vinchina	s/d	s/d	s/d

Los datos obtenidos se agruparon de acuerdo con la clasificación por concentración de CaCO₃ establecida por la OMS (Tabla 2). La información corresponde a 16 departamentos ya que en dos de ellos no se cuenta con determinaciones. Se adoptó trabajar con los valores medios.

Para simbolizar el mapeo se procedió a representar los resultados que se promediaron por departamento, ubicándose de acuerdo con la clasificación de la OMS, agregándose en el cuadro como complemento una codificación por colores. (Imagen 1).

Tabla 2. Clasificación de la dureza por CaCO₃ en el agua, según OMS.

Concentración de CaCO ₃ (mg/l)	Tipo	Codificación
0 - 60	Blanda	Azul
61 - 120	Moderadamente dura	Verde
121 - 180	Dura	Naranja
180	Muy dura	Rojo

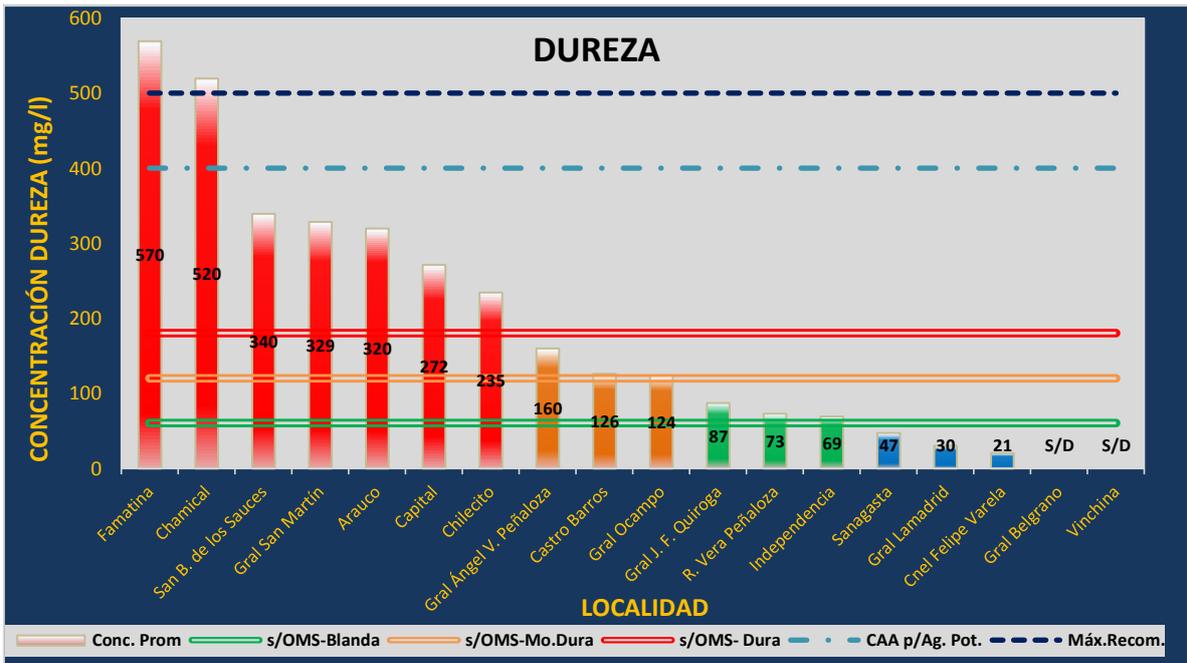


Gráfico 1. Comportamiento de Dureza: Valores Medios por departamento.

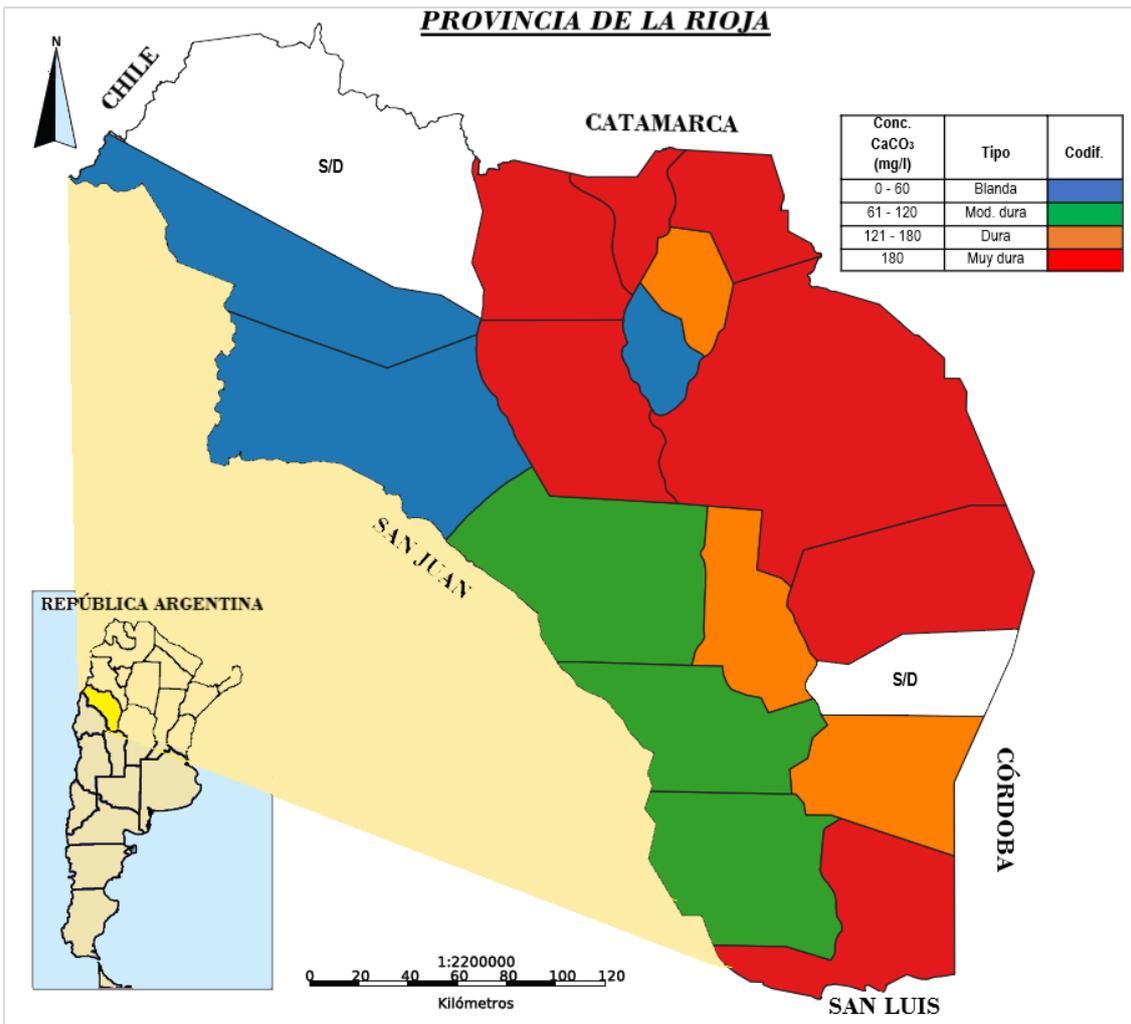


Imagen 1. Mapeo del comportamiento de Dureza por Departamento.

Resultados y Discusión

El agua con una dureza mayor que aproximadamente 200 mg/l, en función de la interacción de otros factores, como el pH y la alcalinidad, puede provocar la formación de incrustaciones en las instalaciones de tratamiento, el sistema de distribución, y las tuberías y depósitos de los edificios. Dando lugar al consumo excesivo de jabón y a la consiguiente formación de espuma. Las aguas duras, al calentarlas, forman precipitados de carbonato cálcico. Entre las principales problemáticas asociadas a la dureza elevada se destacan la precipitación en tuberías, accesorios y equipos, la precipitación en resistencias eléctricas, aumento de consumo energético debido al aislamiento ocasionado, el mayor consumo de jabón y productos químicos, la reducción de la vida útil de los electrodomésticos y mayor necesidad de mantenimiento.

Por otra parte, las aguas blandas, con una dureza menor que 100 mg/l, pueden tener una capacidad de amortiguación del pH baja y ser, por tanto, más corrosivas para las tuberías. La corrosión afecta los procesos microbiológicos, con el favorecimiento de películas bacterianas en la tubería. Además, se caracteriza por la solubilización parcial de los materiales del sistema, incluidas las tuberías, tanques de almacenamiento, válvulas y bombas, lo cual puede llevar al colapso estructural por medio de fugas, pérdida de capacidad y deterioro de la calidad química y microbiológica del agua.

El rango en que se dan los parámetros determinados, según los valores máximos de concentraciones es de 39 – 1548 mg/l; y de 21 – 570 mg/l en los valores medios. Si se toma el total de los protocolos de análisis fisicoquímicos analizados en toda la provincia, se tiene que el 20% presentan resultados inferiores a 60 mg/l, lo cual las clasifica como aguas blandas. El 14% entre 61 y 120 mg/l, se clasifican como moderadamente duras. El 16% entre 121 y 180 mg/l, se clasifican como duras. Y el 49% con más de 180 mg/l, se clasifican como muy duras. Además, si se refiere a agua potable según lo recomendado por el CAA solo el 18% se encuentra por encima del valor de 400 mg/l y solo un 13% por encima si se toma la normativa provincial.

Si se coteja el valor promedio de la dureza por departamento se tiene que el 19% de los departamentos se clasifican como con aguas blandas; el 19% de los departamentos se clasifican como con aguas moderadamente duras; el 19% de los departamentos se clasifican como con aguas duras y el 44% de los departamentos se clasifican como con aguas muy duras.

Conclusiones

El grado de dureza del agua es determinado por la OMS como factor de rechazo para la ingesta del agua. Sin embargo, desde el punto de vista de la operación del abastecimiento interesa evaluar si presenta condiciones corrosivas e incrustantes.

El sarro genera pérdidas económicas porque obstruye y deteriora cañerías, y cualquier otro sistema o electrodoméstico que utilice agua caliente y mancha y dificulta la limpieza.

El porcentaje de las aguas con valores de concentraciones, en el que la dureza puede causar inconvenientes en la operación resultan: aguas muy duras con potenciales problemas de incrustaciones es del 49% de los análisis; y aguas blandas con potenciales problemas de corrosiones es del 20% de los análisis.

En términos generales, es bajo el porcentaje de las aguas utilizadas para consumo humano que superan el valor límite de 400mg/l dado por el CAA, y el de la normativa provincial.

No obstante, sería recomendable realizar estudios epidemiológicos para evaluar la existencia de relación entre los contenidos de CaCO_3 , y algunos problemas de salud.

Referencias

- ARBOLEDA VALENCIA, J. (2000) - "Teoría y Práctica de la Purificación del Agua" Editorial MC Graw Hill – Interamericana, 3ª Edición.
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO (CAA) Actualizado (2012) - Artículo 982, Agua Potable. Capítulo XII, Bebidas hídricas, agua y agua gasificada.
- DEGREMONT (1979) - "Manual Técnico del Agua". Cuarta edición.
- DIAZ, Esteban O.; QUINTERO Claudia N. (2019) - "Concentraciones de Fluoruros y de Arsénico en Localidades de La Provincia de La Rioja". VII Congreso Bianual PROIMCA VII Congreso Bianual PROIMCA.
- ENOHSA (2001) - "Guías para la Presentación de Proyectos de agua potable" – Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento.
- INSTRUMENTO DE VINCULACIÓN ENTRE EL ESTADO PROVINCIAL (2013) - (Titular del Servicio Público de Provisión de Agua Potable y Desagües Cloacales) y la Empresa Aguas Riojanas Sociedad Anónima con Participación Estatal Mayoritaria (ARSAPEM).
- JENKINS, D.; SNOEYINK, V.; FERGUSON, J.; LECKIE, J. (1997) – "Química del Agua Manual de Laboratorio". Editorial Limusa.
- LEY PROVINCIAL Nº 6.281/96. (1996) - Marco Regulador del Servicio de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de La Rioja y sus modificatorias Leyes Nº6.308/97; Nº6.349/97 y Nº7.173/01.
- MUNUCE, Ana. C.; DÍAZ, Esteban. O. (2018) - *Apuntes Seminario Tratamientos de Agua. Especialización y Maestría en Ingeniería Ambiental*. UTN-FRLR.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) (2013) "Guías para la calidad del agua potable. Vol. 1: Recomendaciones. Tercera edición.
- Páginas Web: <http://www.edutecne.utn.edu.ar> ; <http://www.ingenieroambiental.com>
- SOLÍS-CASTRO, Y; ZÚÑIGA-ZÚÑIGA, L; MORA-ALVARADO, D. (2018) - "La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica". Tecnología en Marcha. Vol. 31-1.
- STEEL Y MCGHEE (1992) - "Abastecimiento de Agua y Alcantarillado" - Gustavo Gili S.A.

CUBIERTA SOLAR - ESTACIONAMIENTO

UTN - FRLR.

Gutierrez, Angel Roberto⁽¹⁾; Bóscolo, Héctor Marcelo⁽¹⁾

⁽¹⁾Ingeniería Electromecánica UTN FRLR
angel_gutierrez_utn@hotmail.com
hector.boscolo@hotmail.com

Resumen

El modelo de desarrollo económico actual, basado en el uso intensivo de recursos energéticos de origen fósil, provoca impactos medioambientales negativos y desequilibrios socioeconómicos que obligan a definir un nuevo modelo de desarrollo sostenible. Este es aquél que trata de garantizar tres objetivos principales de manera simultánea: el crecimiento económico, el progreso social y el uso racional de los recursos.

Entre las políticas que pueden articularse para asegurar la sostenibilidad del modelo energético, la política de fomento de las energías renovables se cuenta entre las principales. En este sentido cabe destacar localmente la publicación en el boletín oficial de La República Argentina, la ley N°: 27.424 la cual reglamenta la generación distribuida a partir de fuentes renovables.

El presente proyecto está destinado a impulsar la generación distribuida en la provincia, ya que este tipo de energía se encuentra en desarrollo en el país.

El proyecto se centrará en la instalación de generadores fotovoltaicos en la cubierta del estacionamiento de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Rioja, aprovechando que este no cuenta con cobertura para los vehículos, y a la vez generar energía eléctrica la cual se inyectará a la red de distribución de baja tensión, a través de un medidor bidireccional el cual dará el neto, entre el consumo e inyección de energía eléctrica de la institución.

Palabras claves: Energía Renovable, Cubierta Solar Estacionamiento, UTN-FRLR

Introducción

La política de fomento de las energías renovables es uno de los instrumentos más importantes para asegurar la sostenibilidad del modelo energético.

En este sentido la Ley N° 27.424 fomenta la generación distribuida a partir de fuentes renovables, declarándola de interés nacional, regulando el procedimiento de conexión de las plantas fotovoltaicas a la red. El precio de venta establecido por la compra de la energía eléctrica producida en instalaciones de potencia inferior a 2 megavatios unido a las subvenciones aportadas por las diferentes administraciones, permite que este tipo de instalaciones se hayan convertido en viables. Este hecho vinculado a la voluntad de contribuir en la medida de lo posible a la sostenibilidad energética ha hecho posible el incremento de estos proyectos de energía solar fotovoltaica.

Objetivos

- Reducir la facturación de energía eléctrica de la UTN-FRLR:

Se proyecta que la energía eléctrica generada por el sistema cubrirá la demanda de la universidad, e inyectará al sistema eléctrico el resto de energía producida.

- Favorecer al medio ambiente:

Mediante el empleo de la energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico se conseguirá reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

- Mejorar la Imagen Pública:

Esta se verá incrementada por utilizar en su funcionamiento diario fuentes de energía renovable y limpias con el medio ambiente, a la vez de ser un ejemplo a seguir por otras instituciones locales.

Alcance

El proyecto tiene como alcance el cálculo y diseño de una Planta de Generación Fotovoltaica conectada a la red de distribución de energía eléctrica local, haciendo uso del estacionamiento de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Rioja, ya que este no cuenta con cobertura para los vehículos, donde se proyecta instalar los generadores fotovoltaicos (paneles solares).

Ubicación

El área de estudio se ubica en la playa de estacionamiento de la UTN-FRLR, ciudad de La Rioja. En la Imagen 1 se observa su ubicación relativa dentro del predio.



Imagen 1: Ubicación de la cubierta solar

Metodología

Para realizar el presente trabajo, se consultó una base de datos de la NASA, con los datos del recurso solar necesarios para los cálculos. Seguidamente se estudió el lugar donde será instalado el sistema (Imagen 2). Se tomaron las medidas de la playa, se confeccionó un plano, y se calculó el área de cada ala del estacionamiento para luego realizar la elección del tipo de panel a utilizar y el número, tratando de hacer el máximo aprovechamiento de los espacios.

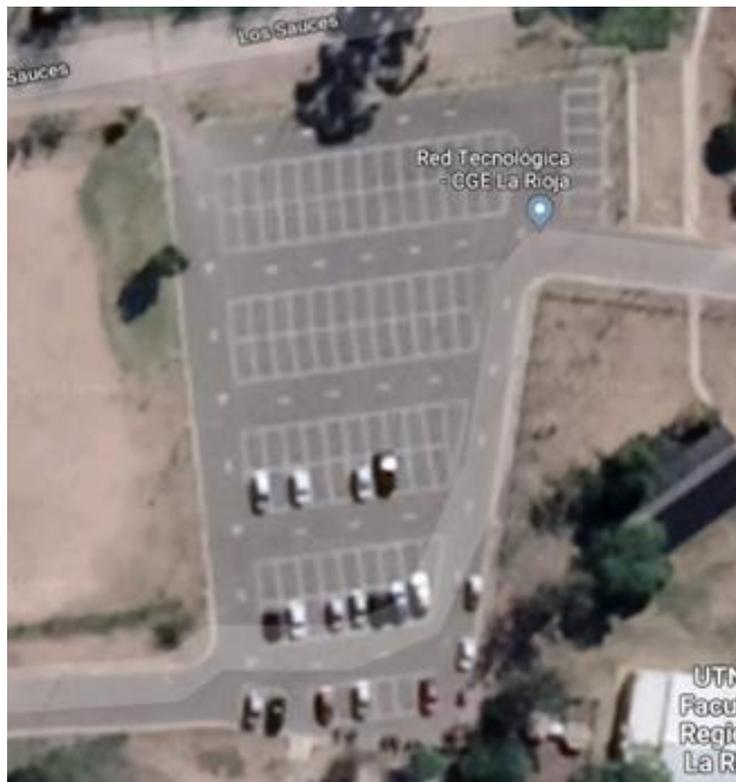


Imagen 2: Detalle de la playa y los sectores o alas.

Resultados

Luego de los estudios y análisis realizados, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Área total cubierta por paneles: 1071,7 m². Ver Imagen 3.
- Cantidad de paneles a colocar: 525 unidades
(cada panel tiene una superficie de aproximadamente 2 m²)
- La orientación que se le dará a los paneles es en sentido Norte para aprovechar al máximo posible la luz solar. De lo que está proyectado, se debe modificar unos metros la orientación, que se aplicará en la construcción de los soportes y perfiles.
- Inclinación de los paneles: 15°
- Potencia de cada panel solar: 320 wp

- De acuerdo a la cantidad de paneles se calcularon 6 inversores de 30 kw c/u
- Se reagruparon los paneles en grupos de 88 unidades y un grupo quedó con 84. Ver Imagen 3.
- Hora solar pico: 5.48 kw/m²/día. (este valor es el promedio anual para una inclinación de 15°, orientación Norte y ubicación georreferenciada (Latitud: -29.40877906, Longitud: -66.831962297) del estacionamiento de UTN Facultad Regional La Rioja.
- Potencia total de los paneles: 167,68 kw
- Energía generada anual: 268.314,8 kwh/año
- Suponiendo una tarifa de \$6/Kwh (referencia Pcia. De Santa Fe, año 2015) el aporte anual al sistema sería: \$6/Kwh x 268314,8 Kwh/añal = \$ 1.609.888,8 \$/año de ahorro.
- Inversión total del proyecto: \$ 11.250.758,24 (Agosto de 2019)
- Amortización del Capital invertido 5 años.

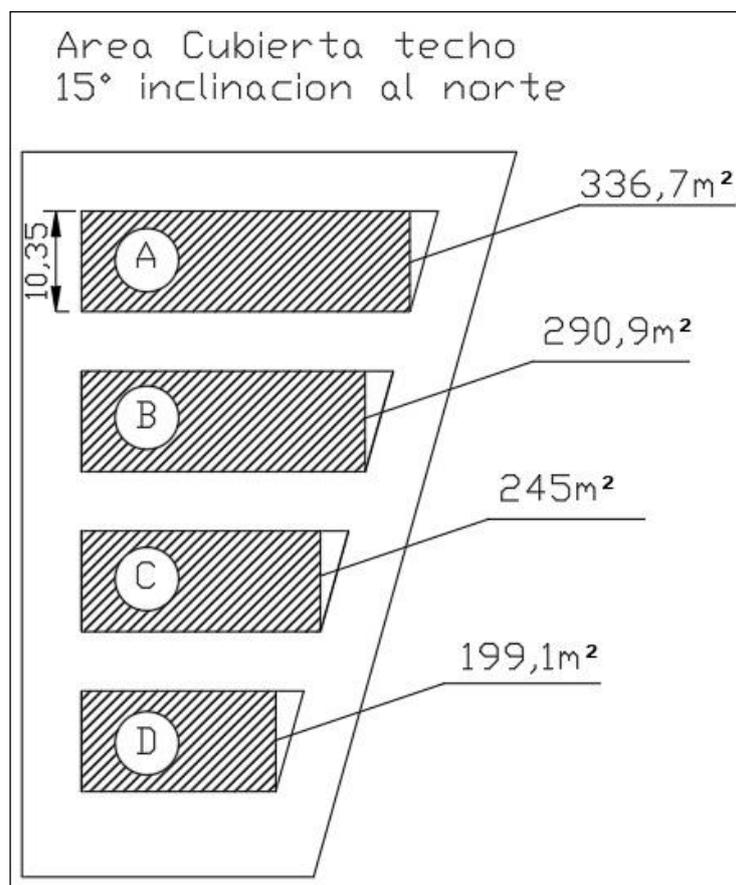


Imagen 3: Área de cada ala del estacionamiento.

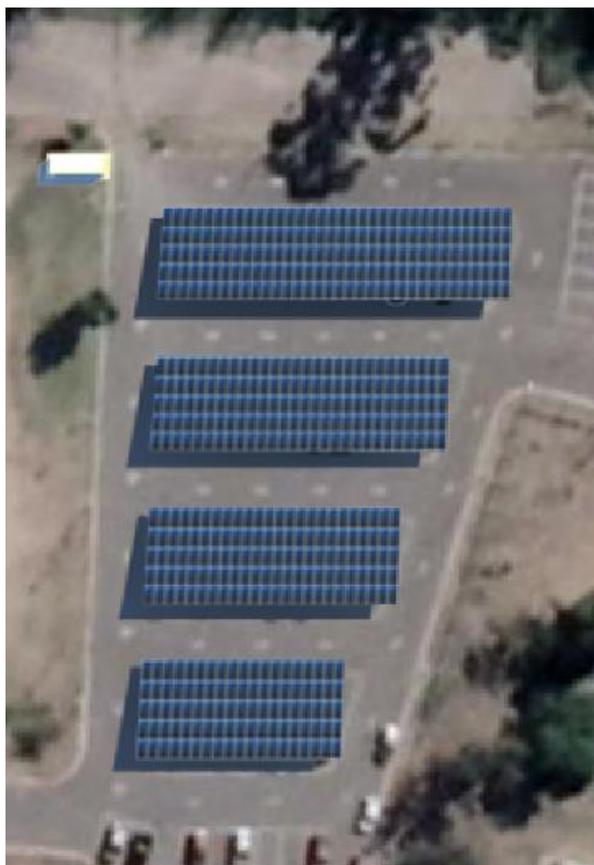


Imagen 4: Proyecto de Cubierta Solar

Conclusiones y Recomendaciones

El lugar seleccionado es técnicamente apto para este tipo de energías debido al recurso solar disponible y la poca polución en el ambiente. Cabe aclarar que el horario de mayor producción de energía solar coincide con el horario de mayor demanda energética.

Desde el punto de vista económico, la inversión es amortizable en 5 años, finalizado el cual, comienza a generar un ahorro significativo en la tarifa eléctrica de la FRLR.

Es ambientalmente sustentable y en línea con el propósito mundial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, que inciden en el cambio climático y el calentamiento global.

La concreción de este proyecto cumpliría una doble función: generación de energía solar para inyectar a la red y proveería de techo y protección a los vehículos del estacionamiento.

Convierte a la UTN-FRLR en una institución pionera en nuestro medio en aplicar este tipo de proyectos, y un modelo a seguir para otros organismos o instituciones.

La producción de energía que se puede generar adaptando las edificaciones existentes con esta tecnología, implicaría una importante reducción de contaminación y de costes en relación al modelo de producción de energía actual.

Del análisis de la legislación vigente es importante aclarar que en nuestra provincia todavía no existe la reglamentación a la ley de fomento de energías renovables, lo cual impide actualmente que un usuario-generador inyecte su energía a la red eléctrica, por ello se recomienda reglamentar dicha ley para posibilitar la efectiva concreción de estos proyectos.

Bibliografía

Eaton y Moeller: “Protección y seccionamiento de instalaciones fotovoltaicas”.

García, José: “Instalaciones eléctricas en media y baja tensión”, Trasancos, 2002.

Grossi Gallegos, Hugo; Richini, Raúl: “Atlas de energía solar de la República Argentina”, 2007.

Lorenzo, Eduardo: “Radiación solar y dispositivos fotovoltaicos”. Volumen II. Pretensa S.A., Sevilla. 2006.

Medina Quesada, María Ángeles: “Generación de energía eléctrica con sistemas fotovoltaicos conectados a red”. 2007.

Normas Técnicas

AEA 90364-5: Elección e instalación de los materiales eléctricos.

AEA 90364-7-770 Viviendas unifamiliares (hasta 63A – clasificaciones BA2 y BD1). Edición 2017

Norma ET 1011 EPEC

Softwares utilizados

Microsoft Word

Microsoft Excel

AutoCAD Electrical 2017

Prezi

SketchUp

COLUMNAS DE INTERCAMBIO IÓNICO CON ZEOLITA PARA ADSORCIÓN DE BORO

Mercado, Manuel⁽¹⁾; Baldo, Cecilia⁽¹⁾; Palazzi, Maria Luisa⁽¹⁾ y Julián, Silvia⁽¹⁾

⁽¹⁾Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA)
UTN-Facultad Regional La Rioja
e-mail: mmercadolr@gmail.com

Resumen

El Rio Bermejo aporta prácticamente todo el módulo de descarga hídrica superficial de La Rioja con unos 12 Hm³/año. Según datos del año 2005 estas aguas tienen un contenido de Boro que varía entre 2,70mg/l y 1,6mg/l, según la época del año (Datos del INA-CRASS). El Boro presente en el agua torna a este fluido como no apto para el riego de plantas sensibles y de regular aptitud para especies que resultan ser tolerantes al Boro.

El presente trabajo pretende desarrollar tecnologías efectivas y económicamente viables para mejorar la calidad química del agua con el objetivo de transformarla en utilizable para el riego de cultivos asentados en la Región I de la provincia de La Rioja.

En el desarrollo metodológico del proyecto, se realizaron dos tomas de muestras del mencionado curso de agua: uno en verano y otro en invierno y se procesaron mediante el uso de columnas de intercambio iónico usando como sustancia de captación y remoción la zeolita natural. Este mineral está caracterizado como clinoptilolita y se extrajo de las minas ubicadas en la zona adyacente a la localidad de Patquía, sin tratamiento previo. Se clasificó a la zeolita por el tamaño de grano luego de la molienda y se llenaron distintas columnas según distintas clases granulométricas. Se hizo circular el agua, en circuito cerrado, de manera de completar dos pases a velocidad constante, tomando muestras para analizar el boro remanente y compararlo con su concentración inicial.

Los resultados que se obtuvieron resultaron absolutamente discordantes con lo esperado, pues se observa un aumento en el contenido de Boro en el agua lixiviada. La causa hipotética de esos resultados sería el contenido de Boro que podría tener, en su estructura, la zeolita utilizada. En base a estos resultados se contempla la posibilidad de activar previamente a la zeolita mediante lavados para eliminar la presunta contaminación con boro.

Palabras claves: Zeolita, Boro, Intercambio iónico, Calidad de agua.

Introducción

El Rio Bermejo o Vinchina, en su porción que atraviesa la zona oeste de la provincia de La Rioja, tiene las nacientes que no alcanzan la Cordillera del Límite con Chile, pero tiene sus fuentes en los nevados en los cerros Piscis, Nacimiento del Jagüé, Bonete Grande y Bonete Chico, (Figura 1) y es alimentado por la fusión de estas nieves (Atlas Total, 1982).

El Río Bermejo constituye la principal fuente de agua superficial de la provincia, no sólo porque aporta prácticamente todo el módulo de descarga hídrica superficial de La Rioja con unos 12 Hm³/año), sino que, además, es agua de carácter permanente.

El uso de las aguas para el cultivo en la zona de la cuenca del Río Bermejo, no es posible para muchas especies, debido a su contenido de Boro. Según datos del año 2005 obtenidos por el INA-CRASS, estas aguas tienen un contenido de Boro que varía entre 2,70mg/l y 1,6mg/l, según la época del año, tornando al fluido, como **inapropiado** para el riego de plantas sensibles y de **regular** aptitud para especies que resultan ser tolerantes al Boro.

Los análisis existentes realizados por la Dirección de Minería de La Rioja, en la década del 80, revelan que el contenido de Boro del agua en el Río de la Troya, principal afluente del Río Bermejo, es de 2,165 mg/l. Este valor disminuye paulatinamente hasta llegar al dique Los colorados.



Fig. 1: Ubicación del Río Bermejo o Vinchina

Para solucionar el inconveniente del contenido de Boro en el agua, se desarrolló una tecnología simple, económica y de fácil mantenimiento que es la captación del Boro por medio de adsorción con Zeolita natural en columnas de intercambio iónico. De esta manera se podrá transformar en utilizables para riego de cultivos, el agua del Río Bermejo, como medio de sustento económico en la Región I de la provincia de La Rioja.

En las cercanías de la localidad de Patquía, provincia de La Rioja, existe un reservorio natural de Zeolita que ha sido caracterizada químicamente como Clinoptilolita de la familia de las Heulanditas, que es la más estudiada y considerada la de mayor utilidad para el uso como intercambiador iónico. Esta zeolita natural, es un mineral formado en lagos o aguas marinas hace millones de años y se encuentra en estratos volcánicos y rocas sedimentarias.

La Clinoptilolita, como otras zeolitas, tiene una estructura abierta formada por armazones tridimensionales de Si y Al unidos por átomos de oxígeno compartidos (Figura 2). Las cargas de las unidades de Si-O y Al-O se equilibran con iones intercambiables que pueden ser desplazados por metales pesados (intercambio iónico). De esta manera, al lixiviar un líquido que contiene iones en su composición, pueden, eventualmente, intercambiarse por los cationes propios de la zeolita quedando retenidos en un proceso superficial denominado adsorción.

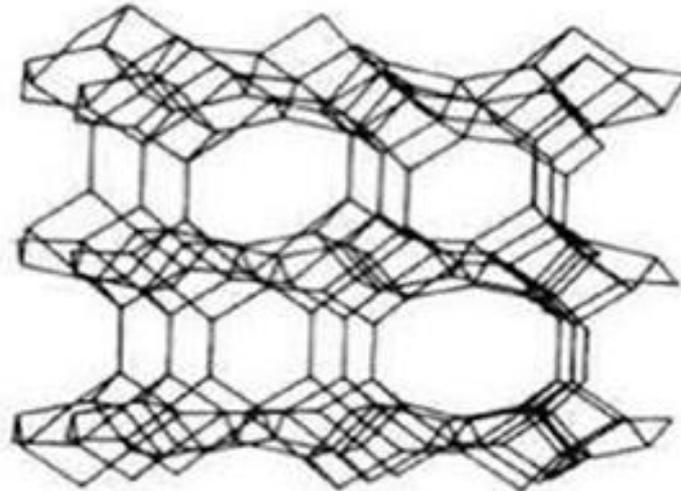


Figura 2: Estructura interna de la Zeolita (Eulandita)

Para su utilización se diseñó un dispositivo en columnas de lecho fijo para intercambio iónico, para determinar la capacidad de captación de Boro contenido en el agua del Rio Bermejo, por parte de la zeolita natural de La Rioja. Este método, con el mismo adsorbente, también fue aplicado en el laboratorio del Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA) para la adsorción de cromo con un resultado alentador.

Materiales y Métodos

Para la selección de las muestras de agua se analizó la geometría y el comportamiento de la cuenca, diferenciando la variabilidad estacional de caudal y calidad en dos épocas del año: invierno, de menor caudal y verano, época de crecidas (Figura 3). Se tomaron muestras de la época invernal en la entrada del dique Los Colorados, próximo a la localidad de Villa Unión.

Se fabricó una batería de 3 columnas de PVC de $\frac{3}{4}$ " de diámetro y 40 cm de largo conteniendo 160 gr de Zeolita previamente clasificada y distribuidas en tres granulometrías: grueso, mediano y fino (Figura 4)



Figura 3: recolección de agua del Rio Bermejo en verano.



Figura 4: columnas de intercambio iónico para adsorción de Boro

Como lixiviante se utilizó, en primera instancia, agua recolectada del Rio Bermejo en septiembre de 2016 y luego en marzo de 2017. La velocidad de goteo inicial fue de 5 ml/min, pero por colmatación de la columna tuvo que disminuirse a 3 ml/min. El ensayo se realizó durante 3 días tomando una muestra del lixiviado de cada una de las columnas en forma diaria. Las muestras se enviaron para su análisis y de

acuerdo a los resultados obtenidos, se analizaron para confeccionar curvas de eficiencia de captación.

Resultados y Discusión

Las muestras fueron enviadas al Laboratorio del Instituto Nacional del Agua sede San Juan (INA-CRASS). La concentración de Boro en el agua recolectada en invierno fue de 3,01 mg/l y en el agua recolectada en marzo tuvo una concentración de boro de 1,0 mg/l. Se envió una muestra de cada columna y los resultados cuantitativos obtenidos fueron absolutamente discordantes con lo esperado, ya que no se observa disminución del contenido de boro, sino por el contrario, el contenido es mayor, observando el mayor aumento en la granulometría media (Tabla 1).

Los resultados obtenidos hacen sospechar la presencia de Boro en el sistema que no había sido considerado en primera instancia. Como la recolección y tratamiento de la muestra fue en condiciones adecuadas para evitar la contaminación (no se usó material de vidrio), ésta podría ser por la presencia de Boro en la estructura interna de la Zeolita, que fue utilizada sin tratamiento previo.

Tabla 1: Contenido de Boro en las muestras enviadas diferenciadas por granulometría respecto de la muestra original.

Tamiz N°	Clase	Identif.	[B] Toma: septiembre	[B] Toma: marzo
	Muestra original	D	3,05 ppm	1,0 ppm
-8+16	Grueso	A	3,32 ppm	1,4 ppm
-16+20	Mediano	B	3,62 ppm	1,6 ppm
-20+40	fino	C	3,08 ppm	1,2 ppm

Conclusión

La lixiviación por columna con zeolita natural, obtenida del yacimiento próximo a la localidad de Patquía, La Rioja, sin tratamiento previo, no resulta un método eficaz para la retención de Boro en solución acuosa.

La causa probable de este fenómeno, y que deberá analizarse, es el hipotético contenido de boro incluido en la clinoptilolita. Se debe contemplar la posibilidad de uso de zeolita previamente tratada. Con el objeto de evitar interferencias durante el proceso. Para ello, antes de iniciar el ensayo, se deberá realizar el lavado del mineral con activadores adecuados y posterior secado en mufla.

Se debería completar el estudio modificando otras variables como el caudal a lixiviar, el largo y el ancho de la columna, la superficie de vertido del líquido sobre la columna y otras variables que no han sido tenidas en cuenta en esta etapa. Se prevé la realización de ensayos de recuperación de las columnas mediante el lavado con soluciones adecuadas para su reconstitución. Se debe prever también la forma

adecuada de disposición final de la zeolita usada o del líquido de reconstitución para evitar la contaminación del ambiente.

Bibliografía

Boletín Técnico EPA – Zeolita: un adsorbente versátil de contaminantes del aire. Mayo 1999

Estudio hidrogeológico del área Guadacol-Santa Clara. Convenio INA-APA-2006

<http://www.encuentros.uma.es/encuentros82/boro.htm>

http://www.hidricosargentina.gov.ar/documentos/referencias_i8/52.pdf.

<https://www.mineria.gob.ar/estudios/irn/lrioja/f-42.asp>.

<https://www.mineria.gob.ar/estudios/irn/lrioja/f-42.asp>. Última visita: 31/07/15

<https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-boro-en-el-cultivo-de-plantas/>

<http://www.prosap.gov.ar/docs/LaRioja-ReadecuacionRiego-EIAS.pdf>

<https://sites.google.com/site/tribarnet/modo-de-funcionamiento-de-la-zna/-que-es-el-intercambio-ionico->

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3153/54347-1.pdf>

<https://www.lenntech.es/zeolitas-aplicaciones.htm>

EL TRABAJO COLABORATIVO DE LA FÍSICA Y LA MATEMÁTICA, UNA PROPUESTA DIDÁCTICA DE INTEGRACIÓN

Mercado, Manuel⁽¹⁾; Páez, Juan Ismael⁽¹⁾; Aballay Soteras, Adrián⁽¹⁾; Palazzi, María Luisa⁽²⁾;
Cadierno, Julieta⁽³⁾; Perosio Leonardo⁽³⁾; Saldís, Karina⁽³⁾ y Caniza, Roberto⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Materias Básicas

⁽²⁾ Secretaría Académica UTN-FRLR

⁽³⁾ Ministerio de Educación de la provincia de La Rioja

mmercadolr@gmail.com

Resumen

En los últimos años, se observó que los alumnos ingresantes a la Facultad Regional La Rioja de la UTN, manifiestan una disociación de los conocimientos entre la física en acción y la abstracción representada por la matemática para la resolución de problemas reales especialmente con aplicación a la Ingeniería. Es así que la Facultad Regional presentó, juntamente con el Ministerio de Educación de la Provincia de La Rioja, un proyecto en el marco del Programa Nexos del Ministerio de Educación de la Nación, tendiente a promover, en los docentes de las escuelas técnicas, una nueva cultura del pensamiento en la enseñanza actual de la física usando las herramientas matemáticas. Así, la enseñanza de la física ya no se presenta como un conjunto de leyes matemáticas que se deben aprender de memoria para la resolución de problemas y de esta manera se promueven procesos de integración de ambas disciplinas. Para la aplicación del proyecto se dividió la provincia en tres zonas tomando una localidad de cabecera para la reunión de los docentes de las escuelas técnicas de la provincia: Capital (10 Escuelas), Chilecito (8 Escuelas) y Chamental (6 Escuelas). Se estructuraron cuatro encuentros para cada región, tomando los siguientes temas a desarrollar en cada encuentro: 1- La matemática en las unidades de medición; 2- La matemática en los vectores; 3- La matemática en la estática y 4- La matemática en la cinemática. Se realizó la selección de la bibliografía, confección de guías y material de estudio. Se realizaron los encuentros previstos con una duración de 6 hs cada uno y se usó el Campus Virtual Global para la continuidad de la capacitación, apoyo a distancia y medio de presentación de trabajos y de evaluación individual. Se capacitaron 80 docentes de capital e interior que terminaron el proyecto con una excelente crítica sobre el abordaje que se le dio a la problemática presentada. Los docentes participantes requirieron la intensificación de estos proyectos y la ampliación sobre otras asignaturas tales como la química.

Palabras claves: Física, Matemática, Integración.

Introducción

En los últimos años, se observó una disminución sostenida del rendimiento académico de los alumnos de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional La Rioja (UTN - FRLR, en dos de las asignaturas de gran importancia en la formación del ingeniero: la Matemática y la física. Si se entiende a la primera como una ciencia que permite obtener conclusiones cuantitativas de los fenómenos

estudiados por la última, se concluyó que el alumno, independientemente que pueda conocer y resolver problemas del álgebra, la geometría y la trigonometría en ejercicios simples o complejos, no siempre puede realizar la abstracción necesaria para trasladar este conocimiento aplicándolos en ejercicios y problemas concretos de la física.

En el análisis de las evaluaciones diagnósticas, formativas y sumativas realizadas (Tabla 1), se pudo determinar que los alumnos ingresantes a la Facultad Regional presentan una disociación entre la física en acción y la abstracción representada por la matemática para la resolución de problemas reales especialmente con aplicación a la Ingeniería.

Tabla 1: Porcentajes de aprobados y desaprobados en Matemática y Física, promedio de los últimos 5 años.

Evaluación	Matemática		Física	
	Aprobado (%)	Desaprobado (%)	Aprobado (%)	Desaprobado (%)
Diagnóstica	31	69	28	72
Formativa	37	63	33	67
Sumativa	40	60	38	62

En función de lo observado, la Facultad Regional realizó juntamente con el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Provincia de La Rioja, acciones tendientes a desarrollar, en los profesores de Física y Matemática de las Escuelas Técnicas de la provincia, un cambio en la didáctica de estas asignaturas. Se planteó como objetivo general del proyecto, promover el inicio de una nueva cultura del pensamiento en la enseñanza actual de la física y la matemática, en las escuelas técnicas.

Como objetivos específicos, se propuso:

- Reflexionar sobre las prácticas del aula para innovar y mejorar la labor docente. - Acceder gradualmente a niveles de comprensión cada vez más complejos con propuestas didácticas específicas.
- Progresar en las estrategias didácticas para la articulación de la matemática y la física en la educación técnica.
- Incorporar la producción e intercambio de experiencias relacionadas con el desempeño por comprensión.
- Ampliar el campo de la experiencia docente en el diseño de tareas situadas en contextos reales.

Finalmente, también se invitó a participar de la propuesta a docentes de escuelas no técnicas.

Materiales y Métodos

Para el desarrollo del proyecto se realizó, en la sede de UTN – FRLR, una reunión con directivos y supervisores de las escuelas técnicas involucradas para aunar criterios del desarrollo del proyecto. Luego se dividió la provincia en tres zonas tomando una localidad de cabecera para la reunión de los docentes de las escuelas

técnicas de la zona. Capital (10 Escuelas), Chilecito (8 Escuelas) y Chamental (6 Escuelas).

En cada uno de los cuatro encuentros por zona planificados, de seis horas de duración, los docentes a cargo del proyecto presentaron el problema a trabajar, instruyeron a los participantes de las acciones a realizar y accionaron como guías para la selección de bibliografía, confección de guías de trabajo y material de estudio. La continuidad de la capacitación se realizó mediante el uso del Campus Virtual Global (CVG) de la UTN – FRLR con Tutores para la virtualidad. La Evaluación de los resultados se realizó con la propuesta de trabajo que presentaron los docentes para aplicar en sus respectivas asignaturas. En las imágenes 1 y 2, se observa a los docentes presentando las estrategias de trabajo en uno de los encuentros en la ciudad de Chamental.



Imagen 1 y 2: Capacitadores en la presentación del proyecto en la ciudad de Chamental

El contenido de los encuentros se dividió en cuatro unidades: Unidad N°1: Los recursos matemáticos en las unidades de medición; Unidad N°2: Los recursos matemáticos en los vectores Unidad; N°3: Los recursos matemáticos en la estática y Unidad N°4: Los recursos matemáticos en la cinemática.

Luego de la presentación se realizaron actividades de aprendizaje, tal como se suscitarían en el aula. En las imágenes 3 y 4 se observa a los docentes accionando en las actividades como si fueran los alumnos de sus asignaturas.

Los requisitos para la certificación del curso incluyeron 75% de asistencia a los encuentros presenciales, previendo la recuperación de encuentros asistiendo a otra zona y la aprobación de 4 cuatro trabajos prácticos enviados a través del campus virtual. La realización de los trabajos fue individual y se tuvo en cuenta el uso del lenguaje técnico, el manejo de instrumental, el Interés por el abordaje a nuevas propuestas, la pertinencia de resultados obtenidos, la redacción y ortografía y la participación y trabajo colaborativo en el campus virtual global. La instancia de devolución de resultados se realizó personalmente a través del campus virtual de la Facultad. La evaluación se realizó mediante una rúbrica que fue publicada en el CVG al inicio de los encuentros.



Imagen 3 y 4: Participantes en el desarrollo de las actividades propuestas.

Resultados y Discusión

Se realizaron los encuentros previstos con una duración de 6 hs cada uno y se usó el Campus Virtual Global para la continuidad de la capacitación, apoyo a distancia y medio de presentación de trabajos y de evaluación individual. Se capacitaron 80 docentes de capital e interior que terminaron el proyecto con una excelente crítica sobre el abordaje que se le dio a la problemática presentada.

El proyecto generó una nueva cultura de la enseñanza de la física y la matemática, reflejada en el cambio de la didáctica de la enseñanza de estas ciencias. Se tuvo en cuenta los Diseños Curriculares Jurisdiccionales para la Educación Secundaria elaborados por el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la provincia de La Rioja y los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) de Escuelas Secundarias elaborados por el Ministerio de Educación de la Nación, que constituyen la base común para la enseñanza en todo el país.

La propuesta tuvo su base en la teoría cognitiva del constructivismo social, cuyo mayor exponente es Vigotski. En esta teoría se considera que el ser humano realiza procesos internos de organizar, filtrar, codificar, categorizar, y evaluar la información, para acceder e interpretar la realidad. Cada persona selecciona y procesa la información de manera diferente, creando sus propias estructuras de conocimientos. Así, los protagonistas de su aprendizaje son los aprendices y el profesor limita su función a ser mediador del aprendizaje, actuando sólo cuando es necesario. El conocimiento es fruto de la interacción entre el sujeto con su medio, pero el medio entendido como algo social y cultural.

En la propuesta presentada se incentivó al docente para estructurar un andamio para que el aprendiz se acerque a su Zona de Desarrollo Próximo, y luego que acompañe y sostenga dicho proceso. El docente, en su relación con el aprendiz,

despierta el interés reflexivo y creativo de lo que se estudia, que es una situación real, y hace notar que hay una relación estrecha entre los conocimientos que se están adquiriendo con el contexto en donde se desenvuelven.

Se pretendió poner en valor, en los docentes participantes, el interés por la investigación, la comprensión lectora, la reflexión, la resolución de problemas, el trabajo en equipo, la comunicación y el pensamiento crítico, para que, a su vez, el docente lo hiciera con sus estudiantes, sin necesidad de utilizar la clase magistral en forma permanente. De esta manera el docente se convierte en una guía, un orientador, un tutor. Acude a los estudiantes cuando lo necesitan, brindándoles asesoramiento, información, ayudándolos así a que piensen en forma autónoma y crítica. Dentro de este esquema, la evaluación continua toma protagonismo en el momento de observar los resultados del aprendizaje.

Conclusión

En general, la formulación del proyecto y su aplicación fue una experiencia muy enriquecedora para todos los actores involucrados. Las actividades académicas se desarrollaron con total normalidad y se pudieron completar los encuentros programados, desarrollar los contenidos planificados y el trabajo colaborativo en la virtualidad. La propuesta tuvo excelente acogida puesto que los participantes pudieron clarificar los conceptos que se desarrollaron, ya en el aspecto teórico como en las prácticas ejecutadas en los distintos encuentros realizados.

En el desarrollo de los encuentros, presenciales y virtuales, hubo una excelente predisposición de los participantes a trabajar en las consignas establecidas con muy buena interacción entre participantes y efectores. Esto se observó en los trabajos presentados en donde se articula la enseñanza de la física y matemática, con la propuesta de situaciones problemáticas que dejan establecida la conexión entre ambas. Aun cuando el proyecto solo establecía la articulación entre física y matemática, los participantes expresaron la necesidad de incorporar otros espacios curriculares como la química y extender el proyecto original a otros contenidos de las asignaturas elegidas.

Como en el proyecto se utilizaba el campus virtual de la Facultad Regional, se capacitó a los efectores y participantes en el uso de la plataforma Moodle para el desarrollo de las actividades a distancia, lo que resultó en la adquisición de nuevas competencias para ambos. El apoyo mediante la virtualidad se transformó también en una poderosa herramienta para el desarrollo del proyecto, pues se pudieron realizar tareas en los tiempos disponibles de los inscriptos y acomodando las tareas del proyecto a la posibilidad del trabajo colaborativo.

Es de destacar el trabajo realizado por el personal administrativo de la Facultad Regional que participó en la logística, atendiendo tareas de pago de viáticos y gastos, contratación de servicios gastronómicos, contactos con los responsables de los establecimientos cabecera, elaboración de documentos de registro, etc.

Bibliografía

GELLON,G. y otros- *La ciencia en el aula*. Paidós- Buenos Aires.2005

HEWITT, Paul G.- *Física Conceptual* (10º Edición) . Pearson Addison-Wesley. 2007

INSAURRALDE, MÓNICA (Coord)- *Ciencias Naturales. Líneas de acción didáctica y perspectivas epistemológicas*- Noveduc. Buenos Aires. 2013

SEARS-ZEMANSKY-YOUNG-FREEDMAN - *Física Universitaria* - vol. I. 13º Edición – Ed. Pearson – México - 2013

UTN Facultad Regional La Rioja - Apunte de ingreso – 2018

Yasnitsky, A., van der Veer, R., Aguilar, E. & García, L.N. (Eds.) (2016). *Vygotski revisitado: una historia crítica de su contexto y legado*. Buenos Aires: Miño y Dávila Editores.

HTTP de consulta

Algunos Instrumentos de Evaluación:

<https://drive.google.com/file/d/0B9dAZw5ptsNTZmh1cEU3WG5nZTQ/view>

Applets para usar en Física:

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics>

Aportes a la Formación Docente desde distintos enfoques teóricos. Compiladores: Marcel D. Pochucu y Mabel A. Rodriguez.

<https://drive.google.com/open?id=0B9jTC0ot7u9YN0NVaTBQRjZnWEk&authuser=0>

Aportes para la implementación del ciclo orientado de la ESO. Caracterización General de la Orientación en Ciencias Naturales (Pág. 29 32 Disponible en el Blog de secundaria La Rioja: nivelmediolr.blogspot.com).

Colección: Las Ciencias Naturales y la Matemática

<http://www.inet.edu.ar/index.php/material-de-capacitacion/nueva-serie-de-libros/los-numeros/>

Documento Orientador de las Acciones Pedagógico-Didácticas referidas a la Planificación en el ámbito Escolar.

<https://drive.google.com/file/d/0B9dAZw5ptsNTLVJTbzLYkVWR2M/view>

Documento de Aprendizajes integrados del Ministerio de Educación de la Nación para la consideración de los MAI (Módulos de Aprendizajes Integrados) <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005894.pdf>

Marco de Organización de los Aprendizajes para la Educación Obligatoria Argentina – MOA, para la consideración de la definición de cada una de las capacidades propuestas en el proyecto.

<https://www.educ.ar/recursos/132250/moa-marco-de-organizacion-de-los-aprendizajes-para-la-educacion-obligatoria-argentina>

Material para el docente correspondiente al Ateneo Didáctico de Matemática: “Resolución de Problemas “(Dirección General Educación Secundaria)

<https://drive.google.com/open?id=0B9jTC0ot7u9YbWNNWUpiYmRFWIU&authuser=0>

NAP Matemáticas: <https://www.edu.ar/recursos/110570/nap-secundaria-matematica>

NAP Física: <https://www.edu.ar/recursos/110571/nap-secundaria-ciencias-naturales>

Primer Documento Orientador de la Tarea Pedagógica de nivel. La Planificación Anual. El Diseño de las Secuencias Didácticas. La Evaluación de la Enseñanza y el Aprendizaje.

<https://drive.google.com/file/d/0B9dAZw5ptsNTNHdVbDZtTG1EaXc/view>

ESTUDIO DE LAS APLICACIONES TECNOLÓGICAS DE LA ZEOLITA

Mercado, Manuel⁽¹⁾; Alitta, Mónica⁽¹⁾ y Baldo, Cecilia⁽¹⁾

⁽¹⁾ Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA)
UTN-Facultad Regional La Rioja
mmercadolr@gmail.com

Resumen

La escasez de agua, es uno de los problemas cruciales para el desarrollo de nuestra provincia y su contaminación redonda en una mayor carencia de este recurso. El uso de zeolitas locales, como adsorbente de contaminantes, se presenta como una aplicación tecnológica de bajo costo y mantenimiento para transformar el agua contaminada en utilizable.

En cercanías a la localidad de Patquía, provincia de La Rioja, existe un reservorio de zeolita natural que fue caracterizada como clinoptilolita. Según el tipo de zeolita el tamaño de los poros varía entre 3 y 30 Amstrong (Boletín Técnico, EPA 456/F-99-003, mayo 1999), y puede ser considerada, por el tamaño uniforme de sus poros, como un “tamiz molecular”.

Se realizaron ya, dos experiencias para distintos usos de este mineral con el propósito de aprovechar sus condiciones naturales de intercambio iónico pretendiendo captar los elementos nocivos presentes en diferentes casos. En ambos proyectos se utilizó un sistema de columnas de intercambio iónico rellenas con zeolita natural, conteniendo distintas clases granulométricas cada una, en las que se hace recircular la solución a tratar durante cierto tiempo y ciclos de pasaje, en circuito cerrado.

La primera experiencia se realizó con la finalidad de capturar cromo de una solución dopada simulando un efluente industrial. Los resultados obtenidos en esta experiencia fueron satisfactorios, logrando una reducción del contenido de Cromo en el tubo de granulometría fina de alrededor del 30% del valor inicial, esperando continuar con la investigación en esta línea.

La segunda experiencia fue el tratamiento del agua del Río Bermejo, que tiene contenidos elevados de Boro y que impide su uso para el riego de algunos cultivos. Con igual sistema usado para cromo y similar metodología, se encontraron resultados inciertos y contradictorios, puesto que los análisis mostraron un contenido de Boro mayor después del tratamiento respecto al tenor inicial de la muestra. Posiblemente la zeolita podría tener, en su constitución, la presencia de minerales con Boro. Los resultados obtenidos invitan a continuar con el estudio utilizando zeolitas activadas y modificadas para mejorar su adsorción.

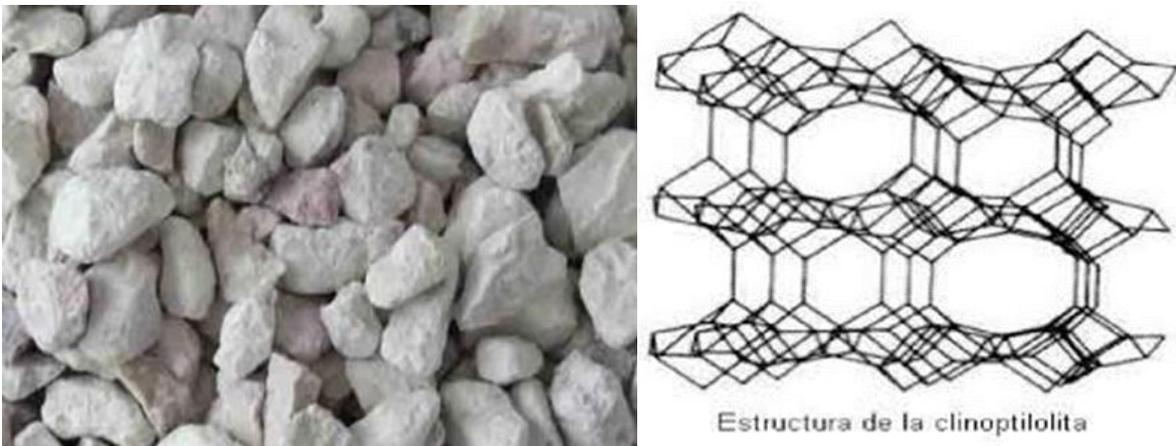
Palabras claves: Zeolita, Intercambio iónico, Aplicación Tecnológica.

Introducción

La escasez de agua es uno de los problemas cruciales para el desarrollo de nuestra provincia y su contaminación natural o artificial, redundando en una mayor carencia de este recurso. La obtención de agua en nuestra provincia se realiza principalmente mediante perforaciones que resultan onerosas al momento de considerar la energía que se debe disponer para su extracción. Por otro lado, la escasa disposición de aguas superficiales, llevan a considerar el desarrollo de métodos y técnicas para poder transformar aguas contaminadas en utilizables. En esta consideración se incluyen las aguas naturales con presencia de contaminantes que no la hacen útiles para su uso en agricultura y/o ganadería y aquellas que, luego de ser usadas en distintos procesos, se desechan como efluentes.

El desarrollo del presente trabajo, tiene como objetivo encontrar un elemento natural, de buen rendimiento y bajo costo para el tratamiento de aguas naturales contaminadas, y que pudiera ser utilizable también en el tratamiento de efluentes industriales. Así, el uso de zeolitas locales como adsorbente de contaminantes, se presenta como una aplicación tecnológica que podría cumplir con los requisitos para transformar el agua en utilizable.

La Zeolita natural, obtenida de minas localizadas en nuestra provincia, es un mineral formado en lagos o aguas marinas hace millones de años y se encuentra en estratos volcánicos y rocas sedimentarias. En las cercanías de la localidad de Patquía, se obtiene una zeolita natural caracterizada como Clinoptilolita (fam. Heulandita) que es la más estudiada y considerada la de mayor utilidad (Figuras 1 y 2).



Figuras 1 y 2: zeolita natural partida y estructura interna de la clinoptilolita.

La clinoptilolita, como otras zeolitas, tiene una estructura abierta formada por armazones tridimensionales de Si y Al unidos por átomos de oxígeno compartidos. Las cargas de las unidades de Si-O y Al-O se equilibran con iones intercambiables que pueden ser desplazados por metales pesados (intercambio iónico).

El desarrollo de tecnologías efectivas, de fácil mantenimiento y económicamente viables, podrán demostrar la capacidad de la zeolita natural para adsorber contaminantes, para ello se deberán determinar variables tales como granulometría, tiempo de goteo y tamaño de columna para los ensayos, de manera de lograr una

calidad química del agua que pueda transformarla en utilizable para distintos propósitos.

Materiales y Métodos

Se obtuvieron placas de Zeolita natural que se sometieron a molienda y tamización para seleccionar el tamaño de grano a utilizar en las columnas de intercambio iónico. La clasificación de la zeolita por su tamaño de grano se observa en la tabla 1. Se decidió trabajar en dos líneas diferentes: la adsorción de cromo en una solución dopada y la adsorción de Boro en aguas del Río Bermejo (Vinchina).

Tabla 1: clasificación de la zeolita por tamaño de grano en mm

TAMIZ Nº	Tamaño (mm)	Clase
10	2,00	Grueso
12	1,68	
16	1,19	
18	1,00	
20	0,81	Medio
30	0,59	
40	0,42	
50	0,297	Fino
60	0,250	
80	0,177	
100	0,149	

En el caso del cromo, se llenaron 10 columnas de PVC de 5 cm de diámetro y 40 cm de largo con 250 g de zeolita, tres con cada uno de los tres tamaños de grano y una con polvillo (figura 3). Se utilizaron soluciones dopadas de $K_2Cr_2O_7$ cuyas concentraciones iniciales fueron 1, 3 y 5 mg/l. La velocidad de goteo fue de 25 gotas/min (5ml/min) y cada columna, con igual tamaño de grano, se lixivió con las 3 soluciones dopadas. La columna con mineral extra fino (clase entre 0,074mm y 2mm) se lixivió con solución de 1 ppm y se descartó porque presentó problemas de percolación desde el inicio. El ensayo se realizó durante 5 días tomando muestras del lixiviado de cada una de las columnas al tercer y quinto día.

En el caso de Boro, se extrajo agua del Río Bermejo (figura 4) en septiembre de 2016 y en marzo de 2017. Se llenaron 3 columnas de PVC de 2 cm de diámetro y 40 cm de largo conteniendo 160 gr de Zeolita, cada una con los tres tamaños de grano separados: grueso, mediano y fino. La velocidad de goteo inicial fue de 5 ml/min, pero inmediatamente se disminuyó a 3 ml/min ya que, en este caso, la sección de lixiviado fue menor. Se lixivió cada muestra de agua recolectada en septiembre y en

marzo, en cada juego de columnas. El ensayo se realizó durante 3 días tomando una muestra del lixiviado de cada una de las columnas en forma diaria.



Fig. 3: Columnas de lixiviación para intercambio iónico (Cr)



Fig. 4: Toma de muestra Rio Bermejo

Resultados y Discusión

Las muestras se enviaron al laboratorio en las condiciones y recipientes adecuados. En el caso del cromo, se enviaron las dos muestras de cada columna obtenidas a los 3 y 5 días de tratamiento. En la tabla 2, se observa un claro aumento de la retención en grano fino.

Tabla 2: Concentración de Cromo para los días 3 y 5 por tipo de granulometría

Granulometría	Concentración Inicial (mg/l)	Día 3 (mg/l)	Día 5 (mg/l)
Fina	1	0,89	0,76
	3	2,83	2,21
	5	4,32	3,50
Mediana	1	0,91	0,83
	3	2,84	2,40
	5	4,34	3,82
Gruesa	1	0,94	0,86
	3	2,89	2,58
	5	4,46	3,96

A igual granulometría la retención aumenta con la concentración de la solución por una mayor competencia con los iones propios de la zeolita (Figura 5). Las columnas

con tamaño fino presentaron precipitados de color blanco, pero no se analizaron las causas ni la naturaleza de las sustancias que pudieron causar estos efectos.

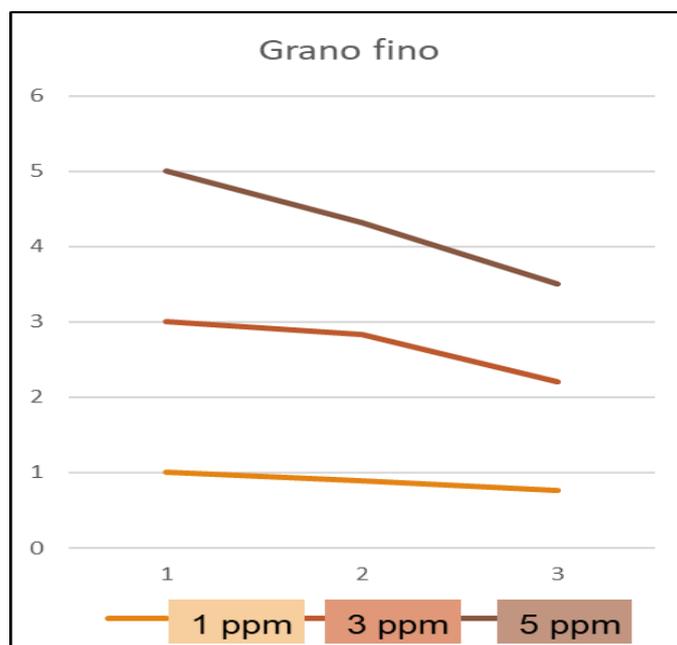


Figura 6: variación del contenido de Cromo por muestra, según concentración inicial utilizada

En el caso de boro, la concentración inicial, en septiembre de 2016 fue de 3,05 ppm y en marzo de 2017 de 1,0 ppm. Se envió una muestra de cada columna y los resultados cuantitativos obtenidos fueron absolutamente discordantes con lo esperado, ya que no se observa disminución del contenido de boro, sino por el contrario, el contenido es mayor, observando el mayor aumento en la granulometría media.

Tamiz N°	Clase	Identif.	[B] Toma: septiembre	[B] Toma: marzo
	Muestra original	D	3,05 ppm	1,0 ppm
-8+16	Grueso	A	3,32 ppm	1,4 ppm
-16+20	Mediano	B	3,62 ppm	1,6 ppm
-20+40	fino	C	3,08 ppm	1,2 ppm

Conclusión

En el tratamiento de la solución de cromo: la lixiviación por columna de intercambio iónico con zeolita natural, sin tratamiento previo, resulta un método eficaz para la retención de cromo en solución acuosa. La eficacia del método se incrementa a medida que disminuye el tamaño de grano y aumenta la concentración de cromo. El método no es aplicable para tamaño de grano menos a 2 mm utilizando zeolita pura.

En este último caso, se podría adicionar arena de mayor granulometría para evitar el encharcamiento de la solución.

Para el agua contaminada por Boro: la lixiviación por columna con zeolita natural, sin tratamiento previo, no resulta un método eficaz para la retención de Boro en solución acuosa. La causa probable de este fenómeno, y que deberá analizarse, es el hipotético contenido de boro incluido en la clinoptilolita. Se debe contemplar la posibilidad de uso de zeolita previamente tratada. Con el objeto de evitar interferencias durante el proceso, antes de iniciar el ensayo se realizará el lavado del mineral con agua desionizada y posterior secado en mufla.

Se debería completar el estudio modificando otras variables como el caudal a lixiviar, el largo y el ancho de la columna, el vertido del líquido y otras. La información obtenida permitirá realizar curvas de retención en función del tiempo y de la granulometría para etapa a escala piloto. Se prevé la realización de ensayos de recuperación de las columnas mediante el lavado con soluciones adecuadas para su reconstitución. Se debe prever también la forma adecuada de disposición final de la zeolita usada o del líquido de reconstitución para evitar la contaminación del ambiente.

Bibliografía

Boletín Técnico EPA – Zeolita: un adsorbente versátil de contaminantes del aire. Mayo 1999

Estudio hidrogeológico del área Guandacol-Santa Clara. Convenio INA-APA-2006

http://www.hidricosargentina.gov.ar/documentos/referencias_i8/52.pdf.

<https://www.mineria.gob.ar/estudios/irn/lrioja/f-42.asp>. Última visita: 31/07/15

<https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-boro-en-el-cultivo-de-plantas/>

<http://www.prosap.gov.ar/docs/LaRioja-ReadecuacionRiego-EIAS.pdf>

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3153/54347-1.pdf>

<https://www.lenntech.es/zeolitas-aplicaciones.htm>

EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES PROVENIENTES DE LAS FUENTES MÓVILES EN LA RIOJA CAPITAL

Munuce, Cecilia⁽¹⁾ – Alaniz, Ignacio⁽¹⁾ – Mercado, Manuel⁽¹⁾ – Julián, Silvia⁽¹⁾ – Baldo, Cecilia⁽¹⁾ -
Urquiza, Josefina⁽²⁾ - Sebastián Diez^(3,4)

⁽¹⁾GAIA (Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales)– Facultad Regional
La Rioja- UTN
acm287@hotmail.com

⁽²⁾Universidad Blas Pascal
urquiza.josefina@hotmail.com

⁽³⁾ Instituto Gulich

Comisión Nacional de Actividades Espaciales-Universidad Nacional de Córdoba
Falda de Cañete, (5187) Córdoba
sdiez@iq.edu.ar

⁽⁴⁾ Facultad Regional Córdoba
Universidad Tecnológica Nacional
sdiez@frc.utn.edu.ar

Resumen

La calidad del aire en un determinado lugar depende de la meteorología, de la topografía y de las emisiones. Sin embargo, la rápida urbanización ha resultado en el incremento de las emisiones atmosféricas, provenientes del transporte (público y privado), la producción de energía y actividades industriales concentradas en áreas densamente pobladas.

Diversos estudios afirman que las fuentes móviles son los principales responsables del empeoramiento de la calidad del aire, principalmente, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este deterioro se manifiesta fundamentalmente como un incremento en las enfermedades respiratorias y estrés, pero también la pérdida del valor artístico y cultural del área afectada.

El objetivo del presente trabajo es estimar las emisiones del parque vehicular de La Rioja Capital, empleando el modelo IVE (International Vehicle Emissions). El modelo requiere como datos de entrada los patrones de conducción, es decir, el estilo de conducción local, las características tecnológicas de la flota circulante (año, tamaño motor, mantenimiento, control de emisiones, etc.) y conteo vehicular.

Este trabajo permitirá, por una parte, comenzar la construcción de un inventario global de emisiones con la finalidad de generar lineamientos necesarios para afrontar el problema y lograr de esta forma una disminución eficaz de los contaminantes; y por la otra, desagregar las emisiones de acuerdo al tipo de flota (autos particulares, motos, camiones, buses, etc.).

Palabras Claves: calidad de aire, contaminación atmosférica; modelado de emisiones.

Introducción

En la actualidad la problemática de la contaminación del aire es de primordial interés, a nivel local, regional y global, no solo desde el punto de vista de la salud humana sino también desde los impactos medioambientales. El crecimiento de la población mundial y la tendencia de las sociedades modernas a concentrarse en las

ciudades han propiciado más de la mitad de las emisiones de contaminantes atmosféricos. Según Naciones Unidas en 2014 la población urbana a nivel mundial llegó a representar el 54% de la población total, y se estima que en 2050 este porcentaje alcanzaría el 66%. Esta rápida urbanización ha resultado en el incremento de las emisiones atmosféricas, provenientes principalmente del transporte, la producción de energía y actividades industriales en áreas densamente pobladas (D'Angiola et al., 2010), representando así un riesgo global para la salud pública y la calidad del aire, además de constituir un factor determinante para los cambios climáticos. Diversos estudios (Abrutzky, 2014, Puliafito, 2005) afirman que existe un incremento en las enfermedades respiratorias y estrés debido a esta problemática como también se ha demostrado que existe correlación entre la concentración de los contaminantes del aire y la mortalidad.

El transporte se ha convertido en el principal responsable del aumento de las emisiones de GEI's como así también del empeoramiento de la calidad del aire en las ciudades de la región (Mazzeo et al., 2010; Puliafito, 2005; Schifter et al., 2005; Ghose et al., 2004). En Buenos Aires, el aporte de las emisiones vehiculares representa cerca del 60% del total (Mazzeo et al., 2010). En Mendoza, el 70% de las emisiones provienen de fuentes móviles, pudiendo alcanzar en la zona del microcentro el 90% (Puliafito 2005 y 2006). En la Provincia de La Rioja, hasta el momento, no se han desarrollado estudios de este tipo, por lo que se desconocen los aportes del sector de transporte.

Actualmente existen herramientas sencillas y de bajo costo para países en vías de desarrollo (Onursal y Gautam, 1997; Tashiro y Taniyama, 2002), un ejemplo de esto es el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE, por sus siglas en inglés), realizado por "United States Environmental Protection Agency" (US EPA) para ser utilizado por países en desarrollo, permitiendo estimar las emisiones de GEI's y contaminantes criterios del transporte considerando tanto las emisiones en ruta como por partida. Este modelo se ha utilizado en distintos países latinoamericanos y en nuestro país se ha desarrollado en Buenos Aires, (Henríquez, 2007; D'Angiola et al., 2010); Villa Carlos Paz (Bianco et al.) y Córdoba. Particularmente, este modelo permite estimar, ya que no es una medición directa, tres tipos de emisiones provenientes de los vehículos motorizados: (i) combustión cuando el motor se encuentra en condiciones de operación estables (emisiones en caliente); (ii) aquellas generadas cuando el motor se encuentra frío (emisiones por partidas en frío) y, (iii) por último, las emisiones evaporativas, relacionadas con la evaporación del combustible en el tanque de almacenamiento y los sistemas de transporte hacia el motor (COMANA, 2009).

Por lo que este trabajo tiene como objetivo comenzar la construcción de un inventario global de emisiones con la finalidad de generar lineamientos necesarios para afrontar el problema y lograr de esta forma una disminución eficaz de los contaminantes utilizando el modelo IVE en la ciudad de La Rioja. Los contaminantes considerados fueron aquellos potencialmente dañinos a la salud: Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NOx), Ozono troposférico (O3), Óxidos de Azufre (SOx) y Material Particulado (PM) y GEI's: Dióxido de Carbono (CO2), Óxido Nitroso (N2O) y Metano (CH4).

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo utilizando el modelo IVE el cual es una herramienta computacional creada por la US- EPA para estimar los contaminantes atmosféricos locales, gases responsables del efecto invernadero y tóxicos, emitidos por los vehículos motorizados. Concretamente, el proceso de modelado de las emisiones con IVE se basa en modificar los factores de emisión base mediante distintos factores de corrección para cada tipo de tecnología. La siguiente ecuación muestra este proceso de forma resumida:

$$Q(t) = B(t).K1(t).K2(t) \dots Kx(t) \quad 1$$

Donde “B” es el factor de emisión “Base”, los “Ki” son los factores de corrección y “Q” es la emisión por tipo de vehículo (ISSRC, 2008).

Este modelo requiere de la recolección de información detallada en campo, con el fin de generar 3 tipos de datos de entrada:

- Composición de la flota vehicular para conocer el flujo vehicular y las características de la flota.
- Actividad Vehicular, en la que se describen patrones de conducción específicos del área de estudio.
- Factores de emisión para los vehículos que son calculados a partir de las Tasas Básicas de Emisión (TBE) provistas por la Base de Datos del modelo, con ajustes dependiendo de parámetros como velocidad, temperatura y condiciones ambientales (Dávila, Rojas, & Rojas, 2013).

Para realizar la estimación del inventario fue necesario recolectar información de campo para caracterizar la flota vehicular y la dinámica del tráfico en la ciudad, lo cual se llevó a cabo en cinco etapas:

Etapa 1 zonificación del territorio: el objetivo principal de obtener datos representativos en cuanto a la actividad, distribución y caracterización del parque automotor y patrones de conducción por categorías vehiculares.

Etapa 2 Caracterización de los patrones de conducción: Esta recolección consta de la captura de información en tiempo real de datos de velocidad y posición geográfica (latitud, longitud y altitud) de los vehículos empleados en el muestreo mediante un GPS de alta resolución (denominado VAM, Vehicle Activity Monitor por sus siglas en inglés), que se adiciona al vehículo.

Estas variables son los aspectos más influyentes en la generación de emisiones, ya que algunas variaciones pueden incrementar las emisiones de CO hasta 200 veces (IVE Model, 2008).

Etapa 3 Caracterización del flujo vehicular: Esta información permitió caracterizar con mayor exactitud la flota circulante, y además aportó información acerca de la cantidad y los tipos de vehículos que circulan en cada zona. Los conteos de los vehículos fueron clasificados en las cinco categorías para los estudios posteriores.

Etapa 4 relevamiento de información mediante encuestas: sin embargo, debido a que las filmaciones no brindan toda la información necesaria para caracterizar la flota vehicular local de acuerdo a su tecnología, se llevó a cabo una tercera etapa a través de la realización de dos tipos de encuestas, con diferentes fines y metodologías:

- Encuestas para estimar los ciclos de encendido y apagado del motor.

- Encuestas para la caracterización de la tecnología vehicular.

Etapas 5 procesamiento de la información: Una vez finalizada la recolección de la información en el campo, se llevó a cabo el procesamiento de la información recolectada. Previo a correr el modelo fue necesario recolectar información sobre la meteorología de la ciudad de La Rioja (temperatura y humedad).

Resultados y Discusión

A partir de la caracterización de la flota, mediante las cinco etapas, se pudo estimar el inventario de emisiones para el año base 2017. En este estudio se presentarán los resultados parciales correspondientes a la flota de autos particulares de la ciudad de La Rioja. La composición de los gases y contaminantes emitidos por cada flota varía según distintas características tales como combustible utilizado, la tecnología, antigüedad de los vehículos, y además según el uso que se le dé a cada vehículo.

En cuanto al flujo vehicular se logró establecer la dinámica de la movilidad urbana por hora, evidenciando las horas pico y las horas valle. Estos horarios coinciden con los horarios de ingreso y salida de lugares de trabajo y escuelas de la zona. (ver Fig. 1)

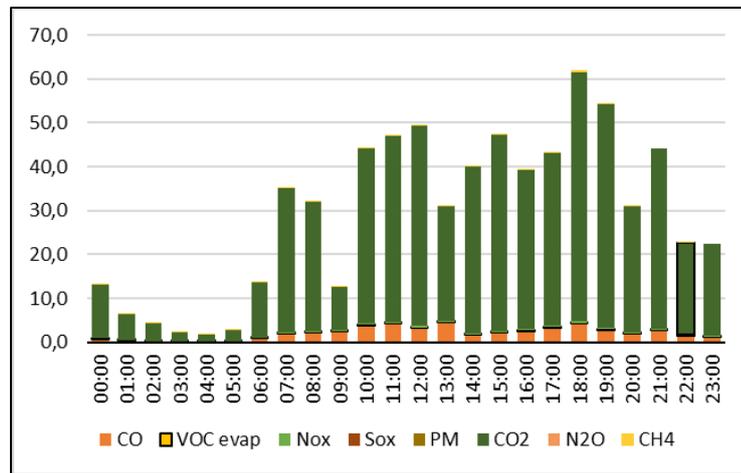


Figura 1 Flujo vehicular por hora - contaminante

También se pudo conocer la dinámica de uso los vehículos. Según se pudo estimar esto es variable, sin embargo, se observa que en la mayoría de los casos se emplea el automóvil para viajes medianos - largos en donde se utiliza el vehículo en el periodo de 1 – 2 hs. (ver figura 2)

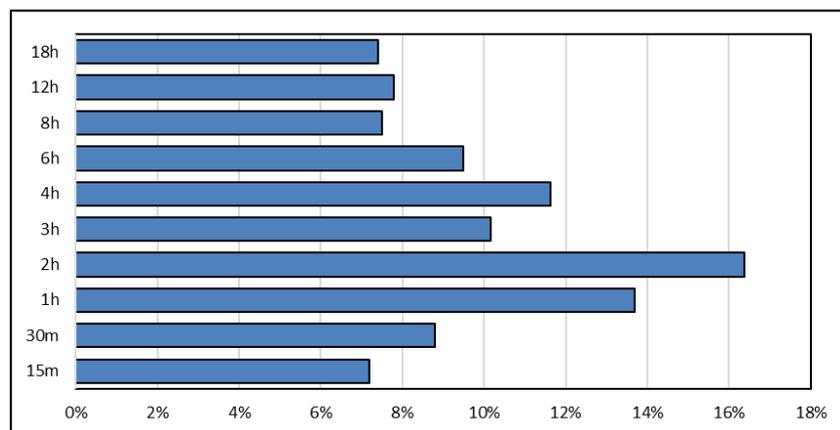


Figura 2 Dinámica de uso de los vehículos particulares

En cuanto a los resultados obtenidos mediante el modelo IVE, (ver figura 3) se pudo estimar que el contaminante emitido en mayor cantidad durante el año fue el CO₂, componiendo el 91% de la emisión (232652 Tn CO₂ año), seguido del CO con participación en la emisión de 7% (17757,7 Tn CO año). Finalmente, las emisiones de NOx, CH₄, VOC y MP representan, cada uno, menos del 1% de participación en las emisiones anuales de las fuentes móviles de la ciudad.

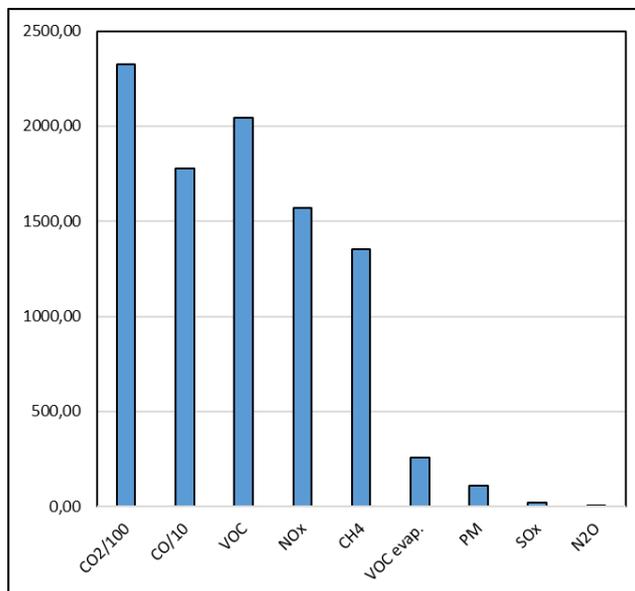


Figura 3 Emisiones generadas por los vehículos particulares Tn/año

Para conocer la incidencia de los GEI's modelados (CO₂, CH₄, N₂O), se multiplicó la cantidad anual emitida de cada GEI por su Potencial de Calentamiento Global (GWP, por sus siglas en inglés) obteniendo como resultado Dióxido de Carbono Equivalente (CO_{2e}). Esto dio como resultado lo cual es de $2,72 \times 10^5$ Tn/año CO_{2e} siendo la emisión per cápita aproximadamente de 1,50 CO_{2e} Tn/año. (Tabla 1).

Es necesario destacar que se estima que los vehículos privados son los que más aportan a esta problemática del cambio climático considerando que hay aproximadamente 1 auto particular cada 2,9 habitantes

Tabla 1 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

GEI'S		
CO ₂	N ₂ O	CH ₄
232652,0	1136	37949.9
TOTAL, CO _{2eq} Tn/Año		271737.9

Por último, se consideraron estudios realizados con la misma metodología (Modelo IVE) para hacer una comparación con otras ciudades de Argentina, Córdoba y la ciudad de Villa Carlos Paz.

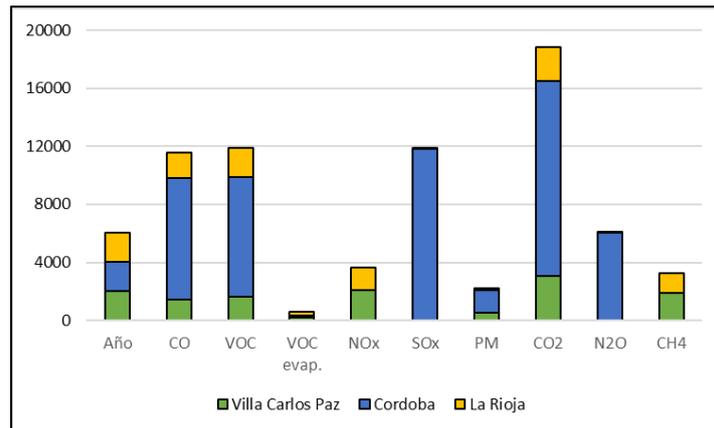


Figura 4 Comparativa ciudades argentinas

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos se concluye:

- La dinámica del flujo, es muy variada, por lo que se podría considerar una ciudad con alta variabilidad en cuanto a los horarios de circulación.
- En cuanto a la dinámica de uso los vehículos son variable, pero se destacan los viajes largos de 1 – 2 hs.
- Se concluye que, a partir de los resultados arrojados por el modelo y debido a que es el principal vehículo de la flota, el automóvil particular es el principal responsable de las emisiones de CO₂, SO_x, NO_x, VOC y CO en la ciudad.
- Se espera complementar estos resultados con las emisiones generadas por el resto de la flota vehicular.

Bibliografía

- Auria R., Frere G., Morales M., Acuña M. E. and Revah S. (2000). Influence of mixing and water addition on the removal rate of toluene vapors in a biofilter, *Biotechnology and Bioengineering*, 68 (4), pp. 448-455.
- D'Angiola A., Dawidowski L., Gómez D., Osses M. 2010. On-road traffic emissions in a megacity. *Atmospheric Environment*, Vol. 44, pp. 483-493.
- Davis, N., Lents, J., Osses, M., Nikkila, N, Barth, M., 2005. Development and application of an International vehicle emissions model. Transportation research Board. In: 81st Annual Meeting, January 2005, Washington, DC.
- IPCC, Cambio Climático y Biodiversidad. Obtenido de Documento Técnico V del IPCC, (2015).
- Londoño J. 2011. Estimación de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles en el área urbana de Envigado, Colombia.
- Mazzeo N.A., Pineda Rojas A.L. y Venegas L.E. 2010. Carbon monoxide emitted from the city of Buenos Aires and transported to neighbouring districts. *International Journal of Latin American Applied Research*, Vol.40, pp. 267-273.
- Organización de las naciones unidas (2007). Estado de la población mundial 2007. UNFPA (<https://www.unfpa.org/sites/default/files/pubpdf/swp2007spa.pdf>)
- Osses M., Dursbeck F., 2002. Modelo de emisión de contaminantes atmosféricos producidos por transporte urbano: el caso de Santiago de Chile. In: Proceedings del

XI Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano. La Habana, Cuba, Septiembre 2001.

- Puliafito E. Emisiones de contaminantes y gases de efectos invernadero, derivados del transporte, Reunión sobre transporte, UTN, Los Reyunos, Mendoza, 8-10 mayo, 2006.
- Puliafito E., Gantuz M., Puliafito J.L. 2010. Characterizing mobile emissions by on-board measurements. *International Journal for Applied Environmental Studies* Vol. 5, pp. 297–316.
- UNHabitat. Time to think urban. 24th session governing council; 2013 April, Nairobi.

MONITOREO AMBIENTAL DE ESTACIONES DE SERVICIO EN ESPACIOS URBANOS

Valls, Jerónimo ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Instituto Regional de Planificación, Control y Servicios Ambientales
Jerovals_11@hotmail.com

Resumen

La contaminación ambiental puede ser natural o antropogénica, causando la presencia de determinadas sustancias que interfieren con la salud y el bienestar de los habitantes.

En el caso específico de la capital de la provincia de La Rioja, potenciales contaminantes con déficit en legislación y poco estudio se encuentran principalmente en las gasolineras, por esta razón se desea estudiar benceno, tolueno, etilbenceno, m/p-xileno y o-xileno (BTEX), considerados como contaminantes de origen antropogénico en el aire del ambiente urbano, para identificar las fuentes y periodos de contaminación, con el fin de monitorear, controlar y reducir el impacto ambiental.

La determinación de BTEX se realiza mediante el muestreo pasivo en diversos puntos próximos a las estaciones de servicios para evaluar el nivel de emisión producido, y un muestreo activo para los empleados de la institución con el fin de estudiar el nivel de exposición directa a estas sustancias químicas. Posteriormente, el análisis y obtención de resultados se realizan mediante cromatografía de gases con detector de espectrometría de masa acoplado a un desorbedor térmico.

En conclusión, la existencia de un vacío legal para el control ambiental en las estaciones de servicios de la provincia, conlleva a considerar la necesidad de poder monitorear y desarrollar estrategias ambientales para minimizar la exposición a los BTEX de la población. Estas medidas permitirán evaluar cuál es el grado de contaminación ambiental y el riesgo de salud al que se expone la sociedad hoy en día y, por otra parte, generar conciencia de la necesidad de una normativa legal que garantice el cuidado del ambiente y de las personas.

Palabras claves: BTEX, cromatografía, monitoreo

Introducción

El presente estudio de Monitoreo Ambiental constituye una descripción y evaluación de un proyecto relacionado con las operaciones realizadas en una estación de servicio ubicada en una zona urbana de la provincia de La Rioja a efectos de medir la presencia y concentración de diversos contaminantes producidos hacia el ambiente. Se puede destacar que, el seguimiento y control ambiental se encuentran íntimamente relacionados con la calidad ambiental y la falta de monitoreo adecuada de las instalaciones de una estación de servicios, el uso de productos de baja calidad y el déficit de control durante los procesos de abastecimiento, pueden causar diversas problemáticas al medio ambiente como de la salud de la población. En las gasolineras, la contaminación del aire se produce por las posibles fugas de numerosos compuestos orgánicos volátiles, tóxicos, hidrocarburos en sus instalaciones mecánicas (tanques, surtidores, tuberías enterradas, etc.), y en los

derrames superficiales de los procesos de carga de tanques y suministro a vehículos. Las características propias de actividades y materiales empleados en las estaciones de servicio hacen necesario revisar las tecnologías utilizadas, legislaciones aplicadas, y realizar los controles ambientales necesarios para el resguardo de la salud del medio ambiente.

Los principales representantes de los compuestos orgánicos volátiles son los BTEX, benceno, tolueno, etilbenceno y m-o-p-xilenos, los que se caracterizan por encontrarse en estado gaseoso a temperatura ambiente y por ser insolubles en agua. Estos compuestos se encuentran en la clasificación de contaminantes peligrosos del aire en la escala nacional de sustancias tóxicas del aire de las Agencias de Protección Ambiental, debido a que estudios han demostrado que algunos compuestos son cancerígenos o posibles carcinógenos. Por esta razón, se han establecido diferentes métodos de control para cuantificar estos contaminantes, donde la técnica de análisis químico más usada es desorción térmica acoplada a cromatografía de gases y detección por espectrofotometría de masas (DT-CGEM).

Por lo anteriormente expuesto, el objetivo principal de este trabajo es el estudio de benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX) en aire en estaciones de servicios ubicadas en espacios urbanos de la provincia de La Rioja con el fin de determinar la calidad del aire en el ambiente, al cual se expone la población.

Materiales y Métodos

La determinación de BTEX en el aire, se basa en diversos estudios de química analítica, ambiental y análisis instrumental. Los analitos de interés son recolectados por métodos estandarizados a partir de tubos de absorción activos y/o pasivos para luego realizar los análisis de interés por técnicas cromatografías.

Diseño y alcance del muestreo

El presente proyecto se ejecutaría en la estación de servicios “Refinor” que se encuentra ubicada en la esquina entre Avenida Monseñor Angelelli y calle Pedro Fontañez (latitud y longitud: 29°25'35.1"S 66°50'59.3"W), a partir de un muestreo activo de aire con colaboración de sus empleados, como también en los alrededores cercanos de la cuadra o manzana donde se encuentra dicha gasolinera a través de un muestreo pasivo (fig. 1). De esta manera, se busca que ambos análisis se complementen de forma que permita mejorar la evaluación del efecto que causan los diversos componentes eliminados por estas instituciones a la salud y al medio ambiente (3).

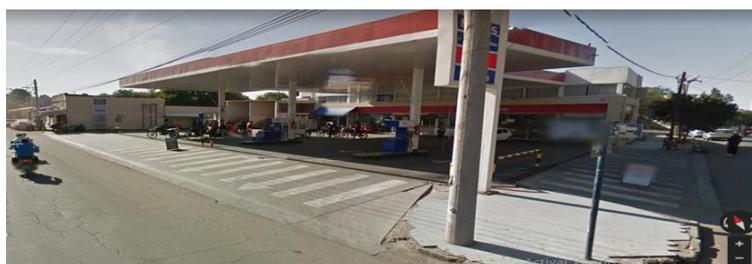


Figura 1. Imagen de la Estación de Servicios “REFINOR”, esquina Avenida Monseñor Angelelli y calle Pedro Fontañez.

La actividad laboral en el área de surtidores se mantiene activa durante las 24 horas del día. En la cual, se desempeñan en total 9 empleados divididos en 3 grupos de 3 personas por jornada laboral de 8 horas y un coordinador. Por lo tanto, para realizar la actividad de monitoreo, se requerirá de los 9 operarios y se les proporcionará tres equipos de toma de muestra de aire por jornada laboral, uno por cada empleado de ese turno. Al concluir las 8 horas de trabajo, se llevarán los tubos de muestreo al laboratorio y se cederán los tres equipos de toma de muestra a los próximos tres empleados del siguiente turno, y así, sucesivamente.

La metodología de toma de muestra se realizaría tres días no consecutivos. A partir de esto, por cada día de monitoreo se obtendrían 9 muestras, y por los 3 días, un total de 27 muestras para analizar. No obstante, se deberán tener en cuenta las condiciones climáticas de cada día de muestreo y registrarse todo dato pertinente que pueda influenciar en las muestras.

Para aumentar el radio de muestreo de aire y evaluar de forma más significativa la contaminación y el daño ambiental que producen los componentes gaseosos liberados por la gasolinera a la población, se utilizará también un muestreo pasivo donde la recolección de gases y vapores contaminantes ocurre en tubos (fig. 2) por un proceso físico de difusión a través de una membrana, pero que no implica movimiento activo del aire (EPA, 2014). El método se basa en la recolección de un contaminante por medio de adsorción y/o absorción en un sustrato químico específico en un determinado tiempo. Los tubos para muestreo tienen una longitud de 71 mm con un diámetro interno de 11 mm y contienen carbón activado obturado con algodón o láminas de fibra de vidrio. (1)

Tiempo de muestreo: Se determinó que será de 30 días, por lo que se controlará dicho tiempo al anotar la fecha y hora de exposición del muestreador, así como la fecha y hora de recolección. Luego serán llevados al laboratorio para posterior análisis por cromatografía de gases.



Figura 2. Tubo de muestreo de aire pasivo.

Ubicación de los tubos de muestreo pasivo: se hará uso de 8 tubos en total, los cuales serán distribuidos en los alrededores de la cuadra donde se encuentra la estación de servicios (fig.3):

Para la colocación del muestreador pasivo, se consideran los siguientes factores: Para controlar la velocidad del viento, las precipitaciones y la temperatura, se colocarán los muestreadores pasivos en tarrinas de plástico en lugar de dejarlos al aire libre. Además, para evitar pérdida de muestra, se pueden utilizar unas rejillas de manera que el muestreador no se caiga (2).



Figura 3. Puntos donde se colocaran los tubos de muestreo pasivo. Puntos rojos representan cada tubo de muestreo

La seguridad del muestreador, que es la facilidad para que no exista intervención física no autorizada (vandalismo), se establecerá colocar el muestreador a dos metros sobre la calle, en lugares de difícil acceso, para evitar tales situaciones.

La transpiración de plantas es la evapotranspiración de COVs de subsuperficies que poseen las plantas. Para evitar esto, se colocaran los muestreadores en edificaciones pero se considera no colocar el muestreador cerca de ventanas o puertas, porque puede haber influencia del aire que se encuentre en los interiores, esto es, la ubicación relativa al edificio (EPA, 2014).

Concluida esta etapa, se podrá idealizar y ejecutar en otras oportunidades, en ubicaciones referentes a otras estaciones de servicio y así poder ampliar el alcance geográfico del mismo.

Técnica de monitoreo de exposición ocupacional

Para la identificación y cuantificación de mezclas orgánicas complejas como hidrocarburos volátiles aerotransportados, es de preferencia los tubos de absorción y seguido de análisis de desorción térmica. Algo clave para este método, es una etapa de criocentrado en la que los analitos liberados durante la desorción primaria son recolectados en un segundo lecho absorbente mantenido a una temperatura muy baja. Esto permite a los analitos que se han distribuido sobre el lecho del tubo de muestreo, que se mantengan retenidos en la trampa criogénica, para luego continuar por diversas etapas y ser inyectados en la Columna de cromatografía gaseosa (GC) (fig. 4). Un método de detección normalmente utilizado incluye la espectrometría de masa (MS) con los beneficios de una resolución y cuantificación de alta sensibilidad.



Figura 4. Cromatógrafo de Gases con Espectrometría de Masa (GC-MS)- CLARUS 680 asociado a un TurboMatrix ATD- de Perkin Elmer

Para poder evaluar si un operario de la estación de servicios se encuentra aspirando en elevada concentración de algún componente en el aire, por ejemplo BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno), lo que se debe hacer es colocar el sistema de muestreo al operario y de esta manera, se irá incorporando todo el aire en un tubo de desorción térmica (Fig. 5).



Figura 5. Equipo de muestreo de aire para análisis por desorción térmica.

Compuestos orgánicos Volátiles (COVs)

La selección del método específico para el análisis de los contaminantes presentes en el ambiente, se hace según el agente en estudio. En base a la biblioteca utilizada por el equipo de Cromatografía Gaseosa acoplado a Espectroscopia de Masa, los límites de detección son proporcionados por la fuente científica NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional) según establece la técnica que opera el equipo (Tabla 2). Adicionalmente, los métodos de análisis para hidrocarburos aromáticos del grupo BTX-EB utilizados en España, Alemania y Francia son similares a los referidos por la NIOSH junto con los Métodos de Análisis de la OSHA, la Serie de Guías Analíticas de la AIHA, los Métodos de Toma de Muestra y Análisis del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (4)

Tabla 2. Límites de detección – NIOSH 1501

Sustancia	LOD (mcg /muestra)	Precisión Total	Exactitud Total (±%)
Benceno	0,5	0,059	11,4
Etilbenceno	0,5	0,089	17,1
Tolueno	0,7	0,052	10,9
Xileno (o, m, p)	0,7-0,8	0,060	12,2

Interferencias: La presencia de alcoholes, cetonas, éteres e hidrocarburos halogenados puede ocasionar interferencias

LOD: Limit of detection.

Resultados y Discusión

Diversos estudios epidemiológicos, demuestran que la exposición a COV's y su posible sinergia, incluso con niveles situados por debajo del nivel guía, se asocian con un incremento del deterioro de las funciones neurológicas, así como con la del cáncer y otra diversidad de enfermedades cutáneas, respiratorias y gástricas. La relación entre la exposición a benceno, tolueno, etilbenceno y o–m–p xilenos, y los efectos adversos en la salud se ha documentado en muchos estudios, a tal punto que las Fichas internacionales de Seguridad Química ICSC (International Chemical Safety Cards), que contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS (International Programme on Chemical Safety) de la WHO/OMS (World Health Organization/Organización Mundial de la Salud), la ILO/OIT (International Labour Organization/Organización Internacional del Trabajo) y la

UNEP/PNUMA (United Nations Environmental Programme/Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente), disponen de efectivos y eficientes programas para proteger a la población de la posible degradación de su salud.

Las instituciones ambientales gubernamentales de la provincia deberían proponer protocolos de monitoreo ambiental ante las estaciones de servicio, para poder evaluar el nivel de contaminación ambiental, como también el riesgo de salud al que se expone la población.

Conclusión

La provincia de La Rioja aún no presenta un crecimiento poblacional, tan demandante de combustibles, en comparación a otras provincias con mayor densidad de habitantes como Córdoba o Buenos Aires.

La existencia de un vacío legal para el control ambiental en las estaciones de servicios, lleva a considerar la necesidad de poder monitorear y desarrollar estrategias ambientales para minimizar la exposición a los BTEX de la población. Estas medidas permitirán evaluar cuál es el grado de contaminación ambiental y el riesgo de salud al que se expone la sociedad hoy en día y, por otra parte, generar conciencia de la necesidad de una normativa legal que garantice el cuidado del ambiente y de las personas. Como también, el realizar la evaluación periódica, integrada y permanente de variables ambientales con el fin de proveer información, daría lugar a la toma de decisiones por parte de equipos multidisciplinarios orientadas a la conservación de los recursos naturales expuestos o en cercanía de estaciones de servicio.

Bibliografía

- 1) Grosse, D. y McKernan, J. (2014). *Passive Samplers for Investigations of Air Quality: Method Description, Implementation, and Comparison to Alternative Sampling Methods*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-14/434. Disponible en: <http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P100MK4Z.pdf>
- 2) Altamirano Meza, C. (2017). *Determinación de benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX) en aire ambiente del Distrito Metropolitano de Quito mediante cromatografía de gases con detector de ionización de llama* (tesis de grado). Pontificia Universidad Católica, Ecuador.
- 3) Colman Lerner JE. , Müller A., Aguilar M., Matamoros N., Sánchez EY., Ditondo J., Herbarth O., Massolo L., Wichmann G., Porta A. (Mayo de 2013). Contaminación del aire por compuestos orgánicos volátiles y material particulado en La Plata y Ensenada. *Jornadas de Investigación y Transferencia de la Facultad de Ingeniería*. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/38212/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- 4) Pendergrass, Stephanie M. (15 de mayo, 2003). *Hydrocarbons, Aromatic: Method 1501. Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition*.

TRABAJOS

I FORO

2019

MICRO CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Posibilidad de aplicación en la Provincia de La Rioja

Aegerter, Claudio Julián⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumno Maestría en Ingeniería Ambiental
cjaegerter@gmail.com

Resumen

El uso intensivo de recursos energéticos de origen fósil e hidroeléctrico de gran escala, provoca impactos ambientales altamente negativos, de extensión regional y global, con una reversibilidad escasa y de alta persistencia en el tiempo. Esto genera además un desequilibrio socioeconómico que conlleva a la definición de un nuevo modelo de desarrollo sostenible.

Entre las políticas que pueden articularse para asegurar la sostenibilidad energética, la de fomento de las energías renovables se cuenta entre las principales. En este sentido, cabe destacar la Ley Nacional N°: 26.190/2006 que establece el Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica, resulta menester considerar a la micro generación hidroeléctrica como fuente de generación limpia y sustentable. En nuestra provincia existen una cantidad importante de ríos de montañas con caudales permanentes y alturas de saltos importantes, además de que ya existen en muchos de estos ríos antiguas obras de tomas de captación de agua y sus respectivos desarenadores.

El presente trabajo está destinado a impulsar la generación de energía a través de fuentes renovables en la provincia de La Rioja, para fomentar la instalación de microturbinas hidráulicas acopladas a generadores trifásicos asincrónicos de energía eléctrica en distintas obras de toma y captación de aguas en diferentes puntos de la Provincia de la Rioja.

Con esta iniciativa se propone cumplir con los siguientes objetivos: cuidado del medio ambiente, generación de energía sustentable, generación de fuentes de empleo y utilización de los recursos energéticos provinciales de manera amigable con el ambiente.

Desde el punto de vista ambiental, el empleo de energías renovables conseguirá reducir la emisión de gases de efecto invernadero, como los que se generan con centrales eléctricas convencionales.

Palabras Claves: Energía Renovable, Micro Generación Hidroeléctrica.

Introducción

En la actualidad existe un contexto de crecimiento de la demanda de energía eléctrica a nivel provincial y nacional, en el que los diferentes sistemas de generación provocan diferentes tipos y grado de afección ambiental. Existe la posibilidad de generación de energía en los pequeños ríos que poseen caudal permanente y con fuertes desniveles en su cauce, ríos que se encuentran en el interior provincial y que serían capaces incluso de suministrar energía eléctrica a los

poblados cercanos, esto es factible de realizar utilizando pequeñas centrales hidroeléctricas, para ello resulta necesario construir pequeñas tomas de captación de agua, canales de desvío y tuberías forzadas, para luego turbinar parte del caudal de agua captada en la toma y retornarla al cauce natural del río; en algunos casos es posible aprovechar embalses ya existentes.

Estas centrales pueden ser capaces de generar energía hidroeléctrica en rangos de potencias bajas (50 a 200 KW), pueden ser aptas para funcionar de manera aislada abasteciendo a pequeños poblados o emprendimientos productivos, hasta incluso ser interconectadas a la red. Estas centrales pueden estar provistas de simples generadores asincrónicos (motores), de gran simplicidad técnica, operativa y de bajo costo. En la Provincia de La Rioja resulta factible instalar centrales de este tipo, serían capaces de suministrar energía eléctrica a poblados cercanos, volcando el excedente de energía producido a la red eléctrica provincial.

Objetivos

Con esta iniciativa se propone cumplir con los siguientes objetivos:

- Generación de energía sustentable.
- Generación de fuentes de empleo.
- Utilización de los recursos energéticos provinciales de manera amigable con el ambiente.

Antecedentes

En el año 1984 el gobierno Provincial de Misiones y la Universidad Nacional de Misiones trabajaron en el desarrollo y fomento de micro turbinas hidráulicas para generación de energía eléctrica en zonas rurales alejadas que no disponían de energía eléctrica (Kurtz, Osterwalder y Mendoza, s.f.). Se construyeron micro centrales hidroeléctricas en zonas rurales alejadas de los centros urbanos, las mismas se denominan: **Persiguero, El Tigre, Dorado, Salto Carlitos, El Tarumá, Salto Pereyra y Arroyo Central**: todas estas pico o micro centrales poseen potencias instaladas que se encuentran entre 8KW a 64KW, Salto Pereira funciona interconectada a la Red Provincial, las demás funcionan de manera aislada, todas cuentan con un conjunto Turbina Michel-Banquis y generador (motor) asincrónico (Kurtz, et al., s.f., p.1). Estas micro centrales funcionaron satisfactoriamente, "...con el tiempo el aumento poblacional y un cambio de la política de electrificación rural, propició la llegada del tendido eléctrico comercial a los pobladores abastecidos, sumada al costo de mantenimiento de la micro central hidroeléctrica" (Kurtz, et al., s.f., p. 1) conllevó al abandono de las micro centrales instaladas en la Provincia de Misiones.

Impacto Ambiental de pequeñas centrales hidroeléctricas

Para los casos mencionados y otros que pudieran plantearse en la Provincia de La Rioja, las actividades constructivas, de operación y abandono producen impactos sobre los principales factores ambientales como el suelo, aire, agua,

socioeconómicos, cultivos y salud humana, estas actividades impactantes se resumen de manera breve en el retiro de la cubierta vegetal en la zona de implantación del embalse de captación de agua, tala y poda de árboles y vegetación (Schenzer, Chreties, Pienika, Rovira, Cataldo, Crisci, De Vera, Pais, Rezzano, Terra y Teixeira, (2013); a ejecución de obras destinadas a la derivación del agua en la zona de construcción de la presa, los movimientos de suelo respectivos y acopio de materiales (Schenzer, et. al., 2013); la explotación de canteras, manejo y traslado de materiales en la obra y en sus inmediaciones, el acondicionamiento de un área para el mantenimiento de la maquinaria vial y la ejecución de la obra civil (Schenzer, et. al., 2013); el montaje de equipamiento electromecánico y de la red de transmisión de energía eléctrica (Schenzer, et. al., 2013) y la afectación a los ecosistemas debido a las obras de derivación, remoción de vegetación y movimientos de tierra en la zona de implantación de la central (Schenzer, et. al., 2013). Por otra parte, al carecer de presa de acumulación, estas micro centrales no representan un foco de proliferación de vectores transmisores de enfermedades hídricas en humanos y animales domésticos.

Por todo lo expuesto, vemos que resulta importante considerar la construcción de micro aprovechamientos hidroeléctricos que no cuenten con presas de acumulación, es necesario considerar aquellos que requieran pequeñas presas de captación o tomas de captación, y su posterior desarenado y conducción por tubería forzada hacia la casa de máquinas para ser turbinadas.

Metodología

Para la elaboración del presente trabajo se aplicaron las siguientes metodologías, búsqueda de antecedentes; encuestas a estudiantes avanzados de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la UTN-FRLR que realizaban pasantías en el IPALaR (Instituto Provincial del Agua de La Rioja) a los efectos de detectar posibles fuentes de emplazamiento de micro centrales hidroeléctricas; relevamientos de campo en los posibles emplazamientos de micro centrales propuestas en el presente trabajo que cuenten con obras ya existentes; indagatoria a lugareños; determinación básica de caudales de agua; relevamiento bibliográfico de Impacto Ambiental en micro y mini centrales hidroeléctricas.

Posibilidad de aplicación de micro centrales en La Rioja

Según la Secretaría de Energía de la Nación, las pequeñas centrales se clasifican por su característica constructiva, las mismas se resumen en Pico centrales, de 0 a 5 KW; Micro centrales, entre 5 a 50 KW; Mini centrales, entre 50 a 500 KW; y Pequeña centrales, entre 500 a 30.000 KW Secretaría de Energía [S.E.] (2008). Las centrales de pasada y alta caída no requieren Embalse, resultan aptas para generación constante, solamente requieren de una pequeña obra de toma de captación de agua.

En nuestra provincia existen importantes cauces de agua con caudales superficiales permanentes y relativamente constantes que podrían ser aprovechados para generar energía eléctrica, para ello es necesario construir pequeños embalses de captación y/o acumulación de agua, o aprovechar pequeños embalses y tomas ya construidos. Técnicamente es ampliamente conocido que la potencia eléctrica disponible de un salto hidráulico de agua, viene dado por la siguiente expresión

$$P = \gamma \cdot Q \cdot H \cdot 0,7 \text{ (KW)}$$

Donde: γ = al peso específico del agua en N/m^3 ; Q = Caudal de agua disponible en m^3/seg . H = altura bruta disponible del salto; 0,7 = al rendimiento global de la instalación, Rendimiento de Tubería, de la turbina y del generador).

Para el presente trabajo se encontraron tres posibles puntos de emplazamientos, en los mismos resulta factible utilizar las antiguas obras existentes, los mismos son:

Toma de Agua sobre el Rio Huaco, Localidad de Huaco, departamento Sanagasta, situado sobre Ruta Nacional 75 a 55 km de la Ciudad de La Rioja. En dicho lugar se encuentra una antigua represa y toma de captación de agua dotada de cámara desarenadora. Es factible utilizar estas instalaciones ya construidas, siendo necesario construir la tubería forzada para derivar parte del agua hasta una casa de máquinas a construir y turbinar el agua en un equipo turbina generador que se decida utilizar. Se estima poder disponer hasta $3 \text{ m}^3/\text{seg}$ de caudal derivado y una altura bruta disponible de 10 m, esto permitiría generar aproximadamente 206 KW. En la Foto N° 1 se observa la toma de captación de agua sobre el Rio Huaco.

Dique Los Indios (Obra antigua que se encuentra abandonada), Localidad de Huaco, departamento Sanagasta, situado sobre Ruta Nacional 75 a 45 km de la Ciudad de La Rioja. En dicho lugar se encuentra una antigua represa, es necesario restaurar la toma de captación de agua, además construir la tubería forzada y la casa de máquinas (también deberá ser construida) y el equipo turbina generador que se decida utilizar. Se estima poder disponer hasta $2,5 \text{ m}^3/\text{seg}$ de caudal derivado y una altura bruta disponible de 15 m como mínimo, esto nos permitiría generar 257 KW (Kilowatts), pudiendo ser suministrada a la red provincial. En la Foto N° 2 se observa el dique Los Indios.

El Túnel (Rio El Infiernillo), Localidad de Villa Castelli, Dpto. Gral. Felipe Varela, situado sobre Ruta Nacional 76 a 340 km de la Ciudad de La Rioja. Antiguamente se construyó un canal de derivación de agua (destinada a riego), según las indagaciones efectuadas a antiguos pobladores de la zona, los mismos sostienen que las aguas derivadas provienen de una vertiente del lado occidental de los Nevados de Famatina situadas al oeste de las cumbres Gral. Belgrano, las aguas permanentes vertidas son captados y conducidas por un acueducto la cima del cerro El Toro y luego se deriva hasta la toma de captación situada sobre la cima del cerro, cayendo por gravedad hacia un valle inferior por un canal a cielo abierto, este caudal puede entubarse y aprovechar así su energía potencial para ser turbinada y generar electricidad. En septiembre del 2010 se efectuó una medición del caudal de agua, arrojando aproximadamente 230 l/s ($0,23 \text{ m}^3/\text{s}$) y una altura aproximada de salto de 160 metros. Esto nos brindaría una generación hidroeléctrica de aproximadamente 253 KW.



Foto N° 1. Toma de captación de agua - Rio Huaco
Fuente: Elaboración propia



Foto N° 2. Murallón de Dique Los Indios
Fuente: Elaboración propia

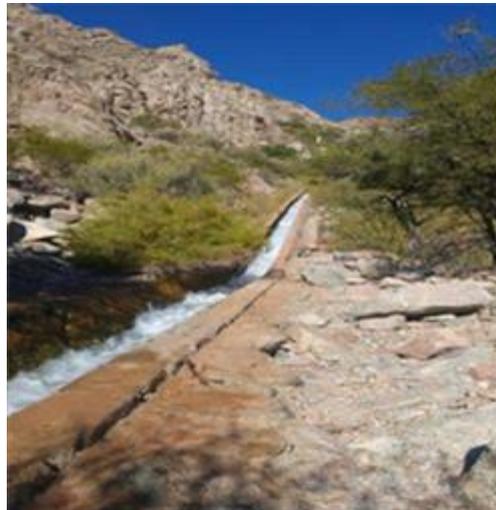


Foto N° 3. Canal de descenso de agua destinada a riego
Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Los pequeños embalses de agua destinados a centrales hidroeléctricas de generación de energía representan una alternativa interesante y de bajo impacto ambiental, son capaces de alimentar de energía a pequeños poblados, Además, existe la posibilidad de embalsarlos y poder lograr alturas significativas de embalse frente a pequeñas superficies de lagos, es factible construir una cantidad relevante de pequeños embalses y las sumatorias de potencias generadas puede resultar significativa, pudiendo abastecer de energía a caseríos o pequeños poblados alejados de la red de distribución de energía eléctrica, pueden también abastecer de energía a pequeñas industrias que se encuentran alejados de la red, ofrecen un bajo impacto ambiental por KWH (Kilowatt Hora) producido y un bajo pasivo ambiental a generaciones futuras, representan además una fuente de mano de obra Local en cuanto a su construcción, operación y mantenimiento. Es importante recalcar que no requerirán de prolongados estudios técnicos, económicos y ambientales frente a los grandes proyectos, se pueden iniciar y completar rápidamente.

Por todo lo expresado, resulta de gran importancia aprovechar la energía disponible en los saltos hidráulicos existentes con la posibilidad inicial de aprovechar antiguos embalses existentes para efectuar las primeras pruebas y experiencias técnicas y ambientales.

Bibliografía

KURTZ, V., OSTERWALDER, G. G., MENDOZA, H. A. (S. F.).

Idea de "Smart Grid" con microturbinas hidroeléctricas en misiones. Trabajo de Investigación, Proyecto del Programa de Incentivos Código 16I091.

Recuperado de:

<http://conferencias.fio.unam.edu.ar/index.php/JIDeTEV/JIDeTEV15/paper/viewFile/209/99>

SECRETARÍA DE ENERGÍA (2008).

Energías Renovables 2008 - Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos. PAH Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos. Recuperado de:

https://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_hidrica.pdf

SCHENZER, D., CHRETIES, C., PIENIKA, R., ROVIRA L., CATALDO, J., CRISCI, M., DE VERA, A., PAIS, P., REZZANO, N., TERRA, R., TEIXEIRA, L. (MAYO, 2013).

Generación Hidroeléctrica en pequeña escala. AGENCIA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN FONDO SECTORIAL DE ENERGÍA. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Republica (IMIFIA). Uruguay. PROYECTO PR_FSE_2009_1_08 (ANII). Recuperado de:

https://www.miem.gub.uy/sites/default/files/generacion_hidroelectrica_en_pequena_escala.pdf

HONORABLE CONGRESO DE LA NACION ARGENTINA (H.C.N.A.). (2006, Diciembre 27).

Ley 26190/2006. REGIMEN DE FOMENTO NACIONAL PARA EL USO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGIA DESTINADA A LA PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA. Recuperado de:

<http://www.opds.gba.gov.ar/sites/default/files/LEY%2025688.pdf>

Otras fuentes bibliográficas consultadas

RIBERA ARISMENDI, M. O. (ABR. 2018).

Las mega represas no son energía limpia. Ecología en Bolivia, *versión On-line* ISSN 2075-502. Recuperado de:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1605-25282018000100001&script=sci_arttext

PRESENCIA DE NITRATOS EN FUENTES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CIUDAD DE LA RIOJA

Agüero, Claudio ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumno Maestría en Ingeniería Ambiental
coaguero@hotmail.com

Resumen

El agua de abastecimiento público de la ciudad de La Rioja proviene entre 70% y 80% de fuentes subterráneas. Tres perforaciones construidas en el periodo 1972-1996 fueron excluidas del servicio debido a la presencia de concentraciones de nitratos que superaron el límite establecido por la legislación local.

Entre las diversas fuentes de contaminación antropogénica con nitratos en aguas subterráneas se pueden mencionar: saneamiento in situ (pozos ciegos), fugas en los sistemas de alcantarillado, vuelco de efluentes al terreno, filtraciones de lagunas o tanques de tratamientos de efluentes, por el uso de fertilizantes en la actividad agrícola y depósitos de residuos.

En función de las direcciones de los flujos de aguas subterráneas, las descargas de líquidos cloacales a pozos ciegos y las fugas del sistema de alcantarillado constituyen las fuentes más probables de la presencia de nitratos en las perforaciones de abastecimiento de agua potable de la ciudad.

En el presente trabajo se insta a los organismos gubernamentales a establecer mecanismos para la eliminación de las fuentes de contaminación y para la construcción y abandono de perforaciones con el objeto de minimizar la contaminación del recurso.

Palabras claves: Nitrato, Agua Subterránea, Contaminación

Introducción

La presencia de nitratos en tres perforaciones de la Ciudad de La Rioja, obligaron a la empresa proveedora de agua potable a dejarlas fuera de servicio. Esto constituye un preocupante antecedente, ya que el agua subterránea es la principal fuente con la que se abastece a la población.

Los iones nitratos son muy estables en el agua subterránea, pudiendo permanecer largos periodos de tiempo debido a la escasez de actividad biológica en el medio, y son un riesgo para la salud de la población, fundamentalmente en lactantes.

Descripción del problema

En la Ciudad de La Rioja se utiliza para el abastecimiento de agua de consumo, fuentes de agua superficiales y subterráneas. El agua superficial representa 20% a 30% del consumo total de agua potable de la ciudad, en cambio, el agua subterránea constituye el 70 % a 80 % restante del total de agua de consumo de la población.

A fines de la década del 90 del siglo pasado y en la primera década del siglo actual, tres perforaciones manifestaron concentraciones de nitratos por encima de los límites legales permitidos. Por esta razón se sacaron de servicio en los primeros años del 2000. Dichas perforaciones son las denominadas Artigas (Pozo APA N° 12), Hospital Plaza 2 (Pozo APA N° 240) y Parque Sarmiento (Pozo APA N° 14).

Las perforaciones mencionadas se localizan geográficamente en: Perforación Artigas 29°25'17.30"S, 66°51'13.95"O, Perforación Parque Sarmiento 29°24'42.77"S, 66°50'59.89"O, y Perforación Hospital Plaza 2 29°24'48.52"S, 66°50'34.09"O (Figura 6 y Figura 5). Y se construyeron en los años 1972 (Perforación Parque Sarmiento), 1973 (Perforación Artigas) y 1996 (Perforación Hospital Plaza 2).

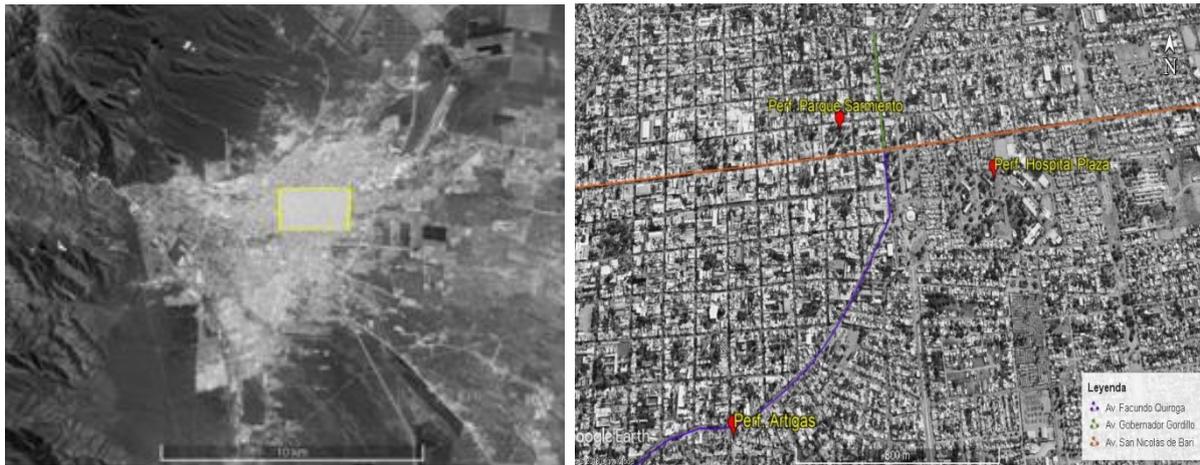


Imagen satelital de la Ciudad de la Rioja y la zona de interés donde se localizan las perforaciones analizadas.

Localización de perforaciones estudiadas y presencia de las avenidas principales más cercanas.

Las concentraciones de nitratos en las perforaciones, de muestras extraídas en diferentes años, fueron suministradas por la empresa prestadora del servicio de agua potable y desagües cloacales Aguas Riojanas SAPEM² (Figura 7).

La Ley N° 6281³ de la Provincia de La Rioja, establece como límite tolerable para el ión nitrato 50 mg/l como (NO₃). A nivel nacional, el Código alimentario argentino⁴ fija como límite para agua potable de suministro público y agua potable de uso domiciliario, 45 mg/l como (NO₃). Por otra parte, a nivel mundial, la OMS⁵ recomienda como valor de referencia para nitrato 50 mg/l como (NO₃).

Origen de nitratos en agua subterránea

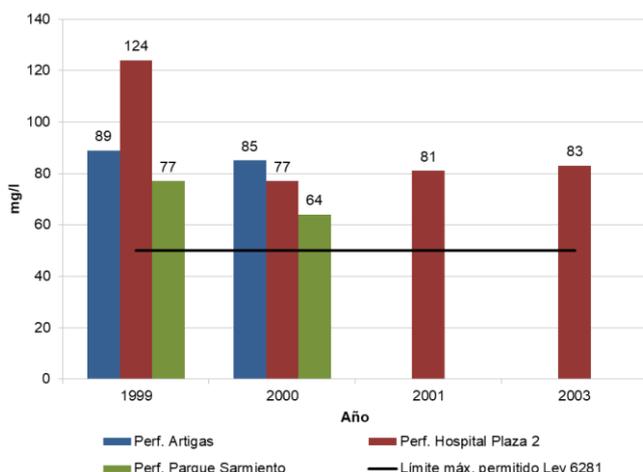
² Aguas Riojanas SAPEM, 2018.

³ Ley N° 6281, 1996.

⁴ Decreto N° 2126/71, 2012.

⁵ Organización Mundial de la Salud, 2006.

La presencia de nitratos en el agua subterránea es fundamentalmente debido a actividades antropogénicas. Las principales fuentes de nitratos incluyen la utilización



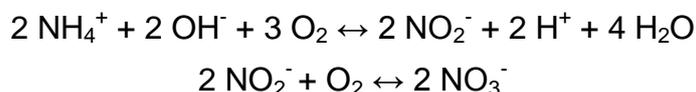
Fuente: Aguas Riojanas SAPEM, 2018.

Figura 7: Concentraciones de nitratos (mg/l) de perforaciones entre los años 1999 y 2003

en exceso de fertilizantes nitrogenados en cultivos, las descargas de efluentes por medio de fosas sépticas, las fugas de aguas residuales de los sistemas de alcantarillado y los depósitos de desechos municipales e industriales.

El aporte de nitratos de fuentes naturales está dado por las precipitaciones, que incorporan óxidos de nitrógeno presentes en el aire, y la meteorización de las rocas del suelo. Los minerales que contienen nitratos son muy raros. Los salitres (nitrato de sodio y nitrato de potasio) son los más conocidos⁶.

Los nitratos en aguas subterráneas se forman por la descomposición de desechos ricos en nitrógeno, como proteínas de planta y animales y excretas de animales, por medio de microorganismos presentes en el suelo. En primer lugar se forma el ión amonio (NH_4^+) que luego es oxidado a nitrito (NO_2^-) y finalmente a nitrato (NO_3^-)⁷. Esta oxidación biológica se conoce como nitrificación:



El contaminante inorgánico más común en aguas subterráneas es el nitrógeno disuelto en la forma de nitrato, ya que esta es la forma más estable del nitrógeno. Aunque el nitrato es la forma principal en que el nitrógeno se encuentra en el agua subterránea, también puede encontrarse en la forma de amonio (NH_4^+), amoníaco (NH_3), nitrito (NO_2^-), nitrógeno (N_2), óxido nitroso (N_2O) y nitrógeno orgánico incorporado a sustancias orgánicas⁸.

⁶ Pacheco Ávila y Cabrera Sansores, 2003.

⁷ Pacheco Ávila y Cabrera Sansores, 2003.

⁸ Freeze y Cherry, 1979

Efectos sobre la salud

La metahemoglobinemia es la principal causa del consumo de aguas con altos contenidos de nitratos y nitritos, dando lugar a casos de anoxia. Ésta es ocasionada por los nitritos, que pueden provenir de la reducción microbiana de nitratos en el ambiente y en los organismos.

El grupo de mayor riesgo por consumo de agua con concentraciones elevadas de nitratos, son los lactantes que beben leche en polvo preparada con esta agua. Los motivos son la menor acidez del estómago, que permite el desarrollo de microorganismos capaces de reducir nitratos a nitritos. También la ingesta de líquidos es mayor que en los adultos en relación con el peso corporal⁹.

Hidrogeología subterránea

La Ciudad de La Rioja se ubica sobre el cono aluvial del río de La Rioja, en donde el agua subterránea tiene un flujo con orientación general Noroeste-Sureste, en dirección hacia la salina La Antigua, al este de la ciudad. Aunque debido a la fuerte explotación del recurso para suministro de agua potable, se producen flujos locales desde el Suroeste, Oeste y Sur hacia el centro del cono de bombeo¹⁰.

El acuífero subterráneo, sobre el que se encuentra la Ciudad de La Rioja, está formado por sedimentos cuaternarios pedemontanos, aluviales y eólicos, constituidos por gravas, gravillas, arenas y limos. Estas características hacen que, en las bajadas del pie de monte, se encuentren acuíferos libres¹¹. Esto se evidencia en los perfiles geológicos de las perforaciones Parque Sarmiento¹² y Artigas¹³, en el que ambos poseen un alto grado de transmisibilidad en el movimiento de percolación del agua a través de toda la columna estratigráfica.

Características de los servicios sanitarios

Los hogares que cuentan con servicio de recolección de efluentes domiciliarios en la Ciudad de La Rioja, de acuerdo con el último censo nacional¹⁴, es del 77%. Esto indica que los restantes hogares cuentan con sistema de cámara séptica más pozo ciego, solo pozo ciego u otros.

Las perforaciones mencionadas (Parque Sarmiento, Artigas y Hospital Plaza 2), se encuentran en la zona céntrica y barrios aledaños de la ciudad, por lo que se estima que la cobertura del servicio de recolección de efluentes es mayor. Aunque la

⁹ Pacheco Ávila, Pat Canul y Cabrera Sansores, 2002

¹⁰ Salvioli et al., 2005.

¹¹ Zambrano y Torres, 2000.

¹² Suárez, 1972.

¹³ Suárez, 1973.

¹⁴ Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010.

antigüedad del sistema de cañerías y cámaras, en dicha área, en gran parte data de mediados del siglo pasado.

Características constructivas de las perforaciones

Las características constructivas de las perforaciones del presente trabajo, se resumen en la Tabla 2 y están constituidas por un encamisado de acero, que posee por lo general un diámetro de 4 pulgadas menor al de la perforación realizada, un sistema de filtros intercalados en la cañería del encamisado a las profundidades establecidas por los estudios previos a su ejecución y un engravado en la zona anular de la perforación en donde se localizan los filtros, que evita el ingreso de material fino de la formación a través de los mismos.

Características constructivas de perforaciones.

Perforación	Profundidad Total (m)	Filtros	
		Desde (m)	Hasta (m)
Artigas	S/D	227,00	243,00
		253,00	258,00
		273,00	275,00
		280,00	290,00
Parque Sarmiento	276,00	206,00	216,25
		246,00	266,60
		196,88	211,98
Hospital Plaza 2	260,00	215,98	226,04
		240,05	245,08
		250,08	255,11

S/D: sin datos

Fuente: Salvioli et al., 2005.

Conclusiones

La presencia de nitratos en aguas subterráneas es un problema ambiental ampliamente estudiado en todo el mundo. La fuerte estabilidad del ión nitrato hace que éste permanezca en el agua subterránea sin degradarse.

Las perforaciones de la Ciudad de La Rioja, señaladas en el presente texto, que tuvieron que dejar de explotarse por contener concentraciones de nitratos que superaron el límite permitido por la legislación, indican la existencia de fuentes contaminantes.

Teniendo en cuenta que el sentido de flujo de agua subterránea es, en general, del noroeste al sureste, las fuentes de contaminación por vuelcos y/o tratamiento de efluentes y la proveniente de la actividad agrícola deberían desestimarse, ya que se encuentran aguas debajo de las fuentes de agua para bebida de la población. También los depósitos de residuos, serían despreciables (salvo micro basurales) ya que el sitio de disposición se encuentra al norte de la ciudad.

En este contexto, las descargas de líquidos cloacales a pozos ciegos y las fugas del sistema de alcantarillado constituyen las fuentes más probables de la presencia de nitratos en las perforaciones de abastecimiento de agua potable de la ciudad. Teniendo en cuenta que la composición geológica del suelo es muy permeable, los nitratos pueden llegar al acuífero en el término de años o décadas.

Un factor contribuyente, que agrava la situación, es la falta de un sello sanitario en cada una de las perforaciones que evite el pasaje rápidamente de los contaminantes al acuífero a través del espacio comprendido entre la pared del pozo y la tubería del encamisado del mismo.

Se deberían establecer mecanismos, por parte del gobierno provincial, organismos involucrados y la empresa de servicio de agua, tendientes a eliminar las fuentes de

contaminación. Estos tendrían que incluir el avance en la cobertura del servicio de cloacas a toda la población, el recambio y/o rehabilitación de las colectoras muy antiguas y en gran profundidad, el establecimiento de normativa específica para la construcción, mantenimiento y abandono de perforaciones.

También sería conveniente la realización de estudios de vulnerabilidad del recurso e identificación y cuantificación de la carga contaminante. Otro factor importante para tener en cuenta es el uso del suelo, estableciendo las zonas de seguridad alrededor de las perforaciones, en las que se restrinjan determinadas actividades o establecimiento de viviendas.

Bibliografía

- Aguas Riojanas SAPEM (2018). Información suministrada de resultados de análisis físicos químicos de agua. La Rioja, Argentina.
- Decreto N° 2126/71. Agua potable en Capítulo XII: Bebidas hídricas, agua y agua gasificada. Reglamentario de la Ley 18284 Código Alimentario Argentino. Buenos Aires, Argentina, actualización acumulada de octubre de 2012. Recuperado de http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_XII.pdf
- Freeze, R. y Cherry, J. (1979). *Groundwater*. New York, United States of America: Prentice-Hall Inc..
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INDEC] (2010). Censo nacional de población, hogares y viviendas. Buenos Aires, Argentina.
- Ley N° 6281. Marco regulatorio del servicio de agua potable y desagües cloacales de la Provincia de La Rioja. La Rioja, Argentina, 19 de diciembre de 1996.
- Organización Mundial de la Salud [OMS] (2006). *Guías para la calidad del agua potable. Volumen 1: Recomendaciones*. Tercera edición. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud. Recuperado de https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_intro.pdf?ua=1
- Pacheco Ávila, J., y Cabrera Sansores, A. (2003). Fuentes principales de nitrógeno de nitratos en aguas subterráneas. *Ingeniería*, 7(2), 47-54.
- Pacheco Ávila, J., Pat Canul, R. y Cabrera Sansores, A. (2002). Análisis del ciclo del nitrógeno en el medio ambiente con relación al agua subterránea y su efecto en los seres vivos. *Ingeniería*, 6(3), 73-81.
- Salvioli, G. H., Luna, P., Poblete, M. y Gianni, R. (2005). *Diagnóstico expeditivo del estado actual de la piezometría y extracción de agua subterránea en el cono aluvial del río de La Rioja*. DI-360. Centro Regional de Agua Subterránea: San Juan, Argentina.
- Suárez, M. (1972). Informe N° 876. Laboratorio Sedimentológico. Programa de Agua Subterránea. La Rioja, Argentina.
- Suárez, M. (1973). Informe N° 921. Laboratorio Sedimentológico. Programa de Agua Subterránea. La Rioja, Argentina.
- Zambrano, J. y Torres, E. (2000). Hidrogeología de la Provincia de La Rioja. En E. Abraham y F. Rodríguez Martínez (Ed.). *Catálogo de recursos humanos e información relacionada con la temática ambiental de la región andina argentina*. Recuperado de <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/ladyot/catalogo/cdandes/cap18.htm#inhalt>

CONTAMINACIÓN DEL SUELO CON METALES PESADOS E HIDROCARBUROS PROVENIENTES DE UNA PLANTA FABRIL DE SULFATO DE ALUMINIO Y TALLER DE MANTENIMIENTO DE EMPRESA DE TRANSPORTE PÚBLICO

Agüero, Claudio ⁽¹⁾; Molina Gómez, Mariana ⁽¹⁾; Torres, Carolina ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumnos Maestría en Ingeniería Ambiental
marianamolnagomez@yahoo.com.ar

Resumen

Entre los años 1972 y 1994, funcionó en la ciudad de La Rioja capital una empresa dedicada a la producción de sulfato de aluminio llamada Sulfalumina SA. En la misma propiedad, actualmente se encuentra en actividad el taller de mantenimiento y estacionamiento de los colectivos del transporte urbano de la ciudad.

La producción de sulfato de aluminio contaba como materia prima arcilla, agua, ácido sulfúrico, hipoclorito de sodio y fuel oíl como combustible de los hornos de calcinado. La planta tenía un dique para depósito de los lodos residuales originados en el proceso, que posteriormente desbordaban hacia un cauce de un río seco de la zona.

A raíz de la actividad desarrollada por la empresa Sulfalumina SA, se puede observar a simple vista la modificación que presenta el suelo en dicho predio, presumiblemente con una alta concentración de aluminio. Como consecuencia del actual uso del lugar, se visualiza otro tipo de contaminación proveniente de hidrocarburos.

La finalidad del presente trabajo consiste en la selección de un método adecuado de remediación del suelo para estos tipos de contaminantes presentes en el sitio de estudio. De esta manera se establecieron como técnicas convenientes la fitorremediación para la extracción del aluminio contenido en el suelo, y para el caso de los hidrocarburos, el compostaje se muestra como una de las alternativas más apropiada.

Se espera que una vez aplicadas dichas metodologías, el suelo recupere la cobertura vegetal, hoy escasa, y mejore el paisaje en el sector.

Palabras claves: Contaminación del suelo, aluminio, hidrocarburos.

Introducción

Entre 1972 y 1994, se instaló en la Rioja capital una empresa llamada Sulfalumina S.A. Este establecimiento estaba ubicado donde hoy funciona la Empresa de Transporte urbano de la ciudad, San Francisco S.A. Tiene una superficie total de 45.824 m² (Figura 8)



Figura 8: Vista aérea del lugar Fuente: Imágenes © 2018 Digital Globe, Datos del mapa © 2018 Google



Figura 9: Lodos desbordados hacia drenaje natural. Fuente propia

El proceso consistía en utilizar como materia prima arcilla que era calcinada en hornos rotatorios, luego era enviada a los reactores donde se adicionaba agua y ácido sulfúrico para su reactivación. Posteriormente era depositada en una serie de piletas a cielo abierto donde se iniciaba el proceso de decantación. Luego se volvía a ingresar la mezcla a los reactores donde se hacía hervir. Por último, se vertía la mezcla en un espacio a cielo abierto para que la misma se solidificara. Una vez sólida, se molía y se fraccionaba en bolsas de 50 kg que contenían el sulfato de aluminio. Para manejar la acides de la mezcla se incorporaba hipoclorito de sodio. También se obtenía sulfato de aluminio en estado líquido, el cual se distribuía en tambores. Los lodos del proceso de decantación se depositaban en un dique en la parte posterior de la planta que se desbordaba y corría por el cauce de un río seco de la zona (Figura 9). En el proceso se empleaban calderas para hacer hervir los reactores y quemadores a fuel oíl para los hornos de calcinado¹⁵.

Descripción del problema

Si bien no se cuenta con un estudio de línea de base que se haya llevado a cabo antes del comienzo de la actividad, ni con un estudio de impacto ambiental posterior al proyecto de la fábrica de sulfato de aluminio, no se puede informar si la existencia de las concentraciones de este compuesto químico supera los niveles de dicha línea de base, no obstante, la toxicidad de este metal no ferroso se considera un factor importante que limita el crecimiento de la vegetación, afectando la estructura de las raíces y haciéndolas ineficientes para absorber el agua y nutrientes vitales como el

¹⁵ Datos obtenidos a través de entrevista a un ex trabajador de la empresa

calcio¹⁶, esto se puede observar en la degradación del suelo que presenta el predio donde funcionaba la fábrica Sulfalumina S.A. Por otra parte, vertidos incontrolados de residuos no solo generaron un impacto visual, sino que a partir de los lixiviados de lo que parecen ser depósitos de sedimentos de lodos, podrían haber provocado la contaminación de aguas subterráneas por infiltración a través del suelo, sin olvidar la escorrentía en época de lluvias, afectando el suelo por la migración de aluminio presente en él.

Otro problema observado es la liberación de partículas al aire en forma de polvo a consecuencia de la meteorización de las formaciones compactas sedimentadas que se visualizan dentro del predio donde funcionaba esta empresa (



Figura 10), donde las partículas pueden permanecer en el aire por varios días y otras de mayor tamaño, caer eventualmente en el suelo o ser arrastradas por la lluvia.

Actualmente y debido a la utilización del predio para estacionamiento y mantenimiento de los vehículos de transporte de pasajeros, se visualiza otro tipo de contaminación proveniente de hidrocarburos, ya que la empresa de transporte posee tanque de almacenaje aéreo de gasoil y posee almacenamiento

de tambores de aceites usados sin batea de contención.

Figura 10: Formación compacta de sedimentos de lodo. Fuente propia

Afectaciones al ambiente y a la salud humana

“Si bien el suelo no es un medio significativo en la dispersión de contaminantes, en combinación con el agua y con el aire se convierte en un agente dispersante de la contaminación presente”¹⁷, por otra parte, “la presencia de altas concentraciones de aluminio en los suelos, tanto de origen natural como antropogénico, representa un factor ecológicamente significativo”¹⁸. En los seres humanos, el sistema nervioso es el más dispuesto a la acción del aluminio, habiéndose señalado su relación con enfermedades como el mal de Alzheimer, la encefalopatía de diálisis, cuando el

¹⁶ Torrellas Hidalgo, 2012

¹⁷ Coria, I., 2007

¹⁸ Zhang en Torrellas Hidalgo, 2012

paciente es expuesto a altas concentraciones de aluminio, y la demencia parkinsoniana-complejo de Guam.

En la Figura 11 se puede observar que la solidificación de los lodos provenientes de la fabricación del sulfato de aluminio, se encuentran en cercanías de viviendas residenciales, aumentando la probabilidad de ocurrencia de riesgos a la salud derivados de la exposición a este agente contaminante. En relación a la contaminación por hidrocarburos, se dijo anteriormente que la empresa que actualmente ocupa el predio estudiado, posee tanques de almacenamiento de gasoil y un pequeño depósito techado donde almacenan los tambores con aceite en desuso. Dicho depósito no tiene un dique de contención en caso de derrame. Los aceites son derivados de hidrocarburos, y por lo tanto no son biodegradables. El derrame de este producto sobre el suelo, produce la destrucción de la cubierta vegetal, volviendo la tierra infértil e impermeable. Por otra parte, los aceites usados contienen otras sustancias tóxicas como cadmio, aumentando el riesgo de contaminación del suelo. Los aditivos que contienen estos aceites, logran penetrar el terreno, pudiendo contaminar con el tiempo las aguas subterráneas. Por acción del agua de lluvia, estos micro o macro derrames de aceites o gasoil que se pudieran originar, son arrastrados por las escorrentías hasta depositarse en sedimentos. En los seres humanos, los metales como el cadmio, tienen efecto tóxico en la próstata¹⁹ y los compuestos aromáticos que poseen los aceites en desuso (tolueno, benceno), pueden provocar leucemia²⁰.



Figura 11: Vista de viviendas residenciales en cercanía a lodos solidificados con contenido de aluminio

Técnicas seleccionadas para la remediación del sitio

¹⁹ Londoño, Londoño y Muñoz, 2016

²⁰ Depuroil S.A (s.f.), Riesgos Medio Ambientales de los aceites industriales

Suelo contaminado con hidrocarburos:

Para la remediación de suelos contaminados con gasoil, fuel oíl y aceites usados de los colectivos de transporte público, se selecciona como técnica apropiada el compostaje. La selección de dicha técnica se basa en que es una técnica de bajo costo y efectiva para la descontaminación de suelo con hidrocarburos. El compostaje utiliza microorganismos indígenas bajo condiciones termofílicas (40^o- 60^oC) para la degradación de contaminantes orgánicos. Los suelos contaminados son extraídos y mezclados con agentes de carga como chips de madera o aserrín, restos vegetales o animales, estiércol y fertilizantes inorgánicos que aumentan la porosidad del suelo aportando fuentes de carbón o y nutrientes. El material se dispone en hileras que requieren ser mezcladas por volteo para mantener los niveles óptimos de oxígeno. También requiere el mantenimiento de la humedad con adición regular de agua. El proceso se completa con la disminución paulatina de la temperatura cuando se ha consumido el carbono disponible. A partir de entonces el material se encuentra listo para su disposición²¹.

Suelo contaminado con Al y Mn:

Para la descontaminación de suelos con aluminio y manganeso, se optó por un tratamiento biológico de fitorremediación.

La elección de la técnica de fitorremediación se fundamenta en el hecho de que tiene las ventajas de que es un procedimiento que no perturba en gran medida el suelo o el paisaje, de bajo costo y fácil aplicación, aunque presenta inconvenientes como que es un proceso lento y está limitado a suelos poco profundos. La Fito recuperación es una técnica emergente que utiliza la capacidad de ciertas especies vegetales para sobrevivir en ambientes contaminados con metales pesados y sustancias orgánicas y a la vez extraer, acumular, inmovilizar o transformar estos contaminantes del suelo²². En este sentido se presenta de manera muy favorable el empleo de Pasto Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) originaria de la India, para el empleo de dicha fitorremediación. El Pasto Vetiver se adapta a suelos con contenidos de aluminio, manganeso y otros metales. Soporta temperaturas desde -9 °C a más de 45 °C. Tolera sequías extremas, altitudes sobre el nivel del mar de más de 2800 m, admite un ancho rango de pH, de 3 a 11 y resiste la mayor parte de las plagas y enfermedades²³. La técnica consiste en la implantación de plantines de Vetiver en forma de hileras en el área de suelo afectada. A medida que la planta crece, va absorbiendo los contaminantes metálicos del suelo a través de su sistema de raíces y los acumula en los tallos y hojas de la misma. Luego se van cortando las hojas para su posterior incineración. Los metales se recuperan o se disponen a partir de las cenizas obtenidas. El ciclo continúa con el crecimiento posterior de las hojas de la planta, que tiene una vida útil de aproximadamente dos años.

²¹ USEPA, 1996

²² Ortiz et al, 2007

²³ Insuasty, 2017

Etapas y tiempos estimados de recuperación

Suelo contaminado con hidrocarburos:

- Toma de muestras de suelo para establecer el área y el volumen de suelo afectado y de la concentración del contaminante.
- Establecimiento del área en el que se llevará a cabo el compostaje
- Extracción de suelo contaminado, agregado de agentes de carga y formación de las pilas de compostaje.
- Oxigenación de las pilas por medio del volteo y riego periódico para mantener la humedad.
- Disposición final del compost.

Tiempo estimado de recuperación del suelo: dos años.

Suelo contaminado con Al y Mn

- Toma de muestras de suelo para establecer el área y el volumen de suelo afectado y de la concentración del contaminante.
- Adquisición de los plantines necesarios a implantar
- Implantación de plantines de vetiver en el área del suelo afectado.
- Riego de las plantas hasta su establecimiento. Alegre (2007) indica que “El riego tiene que ser frecuente y en forma moderada durante 15 días, aplicando luego el agua en mayores intervalos”.
- Cortes periódicos de las hojas
- Secado e incineración de la biomasa. Donde se puede establecer una zona del predio para albergar las plantas podada hasta su secado.
- Disposición final de las cenizas que contienen los metales (Al y Mn). Se deberá enviar como residuo peligroso a un operador habilitado, para su tratamiento y disposición final.

Tiempo estimado de recuperación del suelo: cinco años.

Conclusión

La contaminación por hidrocarburos y por metales pesados como aluminio y manganeso, afectaron la estructura del suelo y la biodiversidad de este, dentro y fuera del establecimiento donde se ubicaba la planta Sulfalumina S.A. En la actualidad, la contaminación sufrida en el lugar afecta el paisaje y la calidad de vida de los vecinos.

La pérdida de cobertura vegetal facilita las escorrentías y erosión del suelo, que además traslada el contaminante aguas abajo por depósito de sedimentos.

La aplicación de los métodos de remediación seleccionados (compostaje y fitorremediación) tanto para hidrocarburos como para metales pesados se presenta como una alternativa económica y que no necesita instalaciones ni equipos especiales para su aplicación.

Se espera que, una vez aplicados los métodos, el suelo recupere su cobertura vegetal, permeabilidad y mejore el paisaje en el sector.

Bibliografía

- Coria, I. (2007). *Remediación de suelos contaminados con hidrocarburos*. Universidad Abierta Interamericana, (p.1).
- Depuroil S.A. (s.f.). *Riesgos medioambientales de los aceites industriales*. Bilbao, España. Recuperado de <http://www.euskalnet.net/depuroilsa/Riesgosmedioambiente.html>
- Insuasty Manrique, M. (2017). *Estudio sobre captura eficiente de Metales Pesados empleando procesos de Biorremediación* (Monografía de grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bucaramanga, Colombia.
- Londoño, L., Londoño, P. y Muñoz, F. (2016). *Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal*. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, vol. 14 N° 2 (p.148). Doi: 10.18684/BSAA (14) 145-153.
- Ortiz Bernad, I., Sanz García, J., Dorado Valiño, M., y Villar Fernández, S. (2007). *Técnicas de recuperación de suelos contaminados*. Informe de Vigilancia Tecnológica. Universidad de Alcalá. Dirección General de Universidades e Investigación. España.
- Torrellas Hidalgo, R. (2012). La exposición al aluminio y su relación con el ambiente y la salud. *Tecno gestión una mirada al ambiente*. Volumen N° 9. Recuperado de <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tecges/article/view/5646/7188>
- USEPA (1996). *Composting*. Engineering Bulletin EPA/540/5-96/502. Office of Solid Waste and Emergency Response. Washington, DC.

CARACTERIZACION GEOQUIMICA DE ESCORIAS DE FUNDICION DEL PASIVO MINERO LA FLORENTINA, CHILECITO

Bahamonde Alvarado, Sergio ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumno Maestría en Ingeniería Ambiental
sergiobahamonde@hotmail.com

Resumen

Son muchos los antecedentes históricos que plasman la trayectoria de la minería en el mundo, situación similar ocurrió en Latinoamérica, trayectoria que se mantuvo ajena a la variable ambiental y social durante un periodo muy extenso de tiempo. Es con la llegada de los europeos a tierra americana cuando esta actividad se transforma en intensiva, con ejemplos emblemáticos como Potosí y Oruro en el Estado Plurinacional de Bolivia, El Dorado en Colombia y Argentina en el siglo pasado, hasta llegar a la actualidad con el desarrollo de los distintos distritos mineros en cada uno de éstos países.

Este marco posibilitó que el hombre no hiciera miramientos del entorno ambiental como hoy lo concebimos, la tierra era un bien a utilizar y había que hacerlo rápido porque la economía y los capitales así lo demandaban.

Los botaderos, escombreras, así como dique de colas utilizados para el desarrollo de las minas no estaban cuestionados y son hoy la causa y material de estudio, donde se han ido especializando diferentes actores, gracias a un análisis crítico, con una retrospectiva jurídica, así como ambiental.

La presencia de Pasivos ambientales mineros (PAM) es responsabilidad, hoy, de los titulares y de todos aquellos que de alguna forma intervienen en este proceso; sin embargo, han quedado todos aquellos recursos mineros históricos, donde jurídicamente no tienen hoy responsables.

Es dentro de este marco que se pretende realizar una evaluación de caracterización geoquímica o mineraloquímica, de las escorias de fundición de laboreos desarrollados en Santa Florentina, por la explotación de Au y Cu en la Sa. de Famatina que permita reconocer en primera instancia los metales asociados, así como la mineralogía presente. Asimismo, se propone un plan de monitoreo de variables ambientales dentro del marco del área de fundición y escombreras, entendiendo que, a través de la existencia de estos, pueda generarse además una dispersión lateral en el ambiente, considerando variables ambientales, como agua, suelo y vegetación circundantes, junto a las escorias y suelos piritosos de la estación II del Cable Carril, en el área de Sta. Florentina, Chilecito.

Palabras Claves: Santa Florentina, Escorias de fundición, geoquímica.

Introducción

Son muchos los antecedentes históricos que plasman la trayectoria de la minería en el mundo, y es con la llegada de los europeos a tierra americana cuando esta actividad se transforma en intensiva.

Esta forma intensiva de extracción, estableció que debía hacerse rápido porque la economía y los capitales así lo demandaban, esto posibilitó la presencia de Pasivos Ambientales Mineros (PAM), donde jurídicamente no tienen hoy responsables. Esto ha hecho que diferentes organismos gubernamentales, ONU, CEPAL, OEA, etc, así como instituciones nacionales, como por ejemplo, la Secretaria de Geología y Minería de la Argentina (Segemar), han destinado recursos amplios, para el adecuado relevamiento y plan de tareas de readecuación de los PAM. Es dentro de este marco que se realizó una evaluación de las características geoquímicas, para reconocer metales asociados y evaluar el carácter de su anomalía.

Objetivos

- Muestreo geoquímico ICP masa, de muestras de escorias.
- Muestreo geoquímico ICP óptico de muestras de escorias y suelo.

Ubicación

El área de proyecto se encuentra dentro de los límites de la provincia de La Rioja, en su sector central en el Dpto. Chilecito, más precisamente a 74 km. en línea recta de la ciudad La Rioja en dirección noroeste. El proyecto se enclava a 7 km al noroeste de la ciudad de Chilecito, en el sector sur de la localidad de Sta. Florentina, ubicada a la vera del Rio Los Sarmientos (Fig. 1).



Fig. 2. Visual del marco distrital, donde se ubica el proyecto, el mismo en recuadro rojo.

Marco Geológico

El área de estudio se encuentra en las estribaciones orientales de Las Sierra de Famatina. En el sector Oeste de la zona de estudio se ubica el basamento cristalino Ñuñorco, el cual está en contacto con metamórfitas de la Formación Negro Peinado, luego en el área de estudio se ubican sedimentos piroclásticos y sedimentarios de la Formación el Durazno y Formación Sta. Florentina, del periodo terciario y cuaternario respectivamente.

Metodología

Se realizó un relevamiento bibliográfico tanto del área como de la temática específica sobre este tipo de problemática, además se incluyeron fotografías aéreas 1:20.000, mapas topográficos, imágenes satelitales Raster. Posteriormente se realizó reconocimiento del área, se tomaron cuatro muestras azarosas pero representativas de las escombreras y también dos muestras de suelo con la finalidad de poder evaluar el comportamiento central del foco del área de fundición y poder compararlo con los datos de campo del área de suelo, para esto se usó un perfil limo-arcilloso alejado 100 m al oeste de la escombrera y otros punto al noreste alejado unos 150 m, sobre material franco arenoso, dentro de un paleocauce, con una distancia de 200 m entre estos puntos. Se incluyeron fotografías y posicionamiento satelital para su posterior georreferenciación y determinación de volúmenes. El trabajo de gabinete incluyó realización de mapas, imágenes, y se usaron programas Mapinfo y Global Mapper para el procesamiento de imágenes DEM (Modelo Digital de Elevación).

Resultados

Se realizó el análisis de dos muestras por el método ICP masa o Espectrómetro de **Masa** con Plasma Acoplado Inductivamente. **ICP-MS** (Tabla 1).

Ésta técnica de análisis inorgánico elemental permite determinar y cuantificar la mayoría de los elementos de la tabla periódica en cantidades traza. Barrido espectral TotalQuant-ICP: Digestión de la muestra con solución concentrada de Ácido Nítrico (NO₃H) / Ácido Clorhídrico (CLH), análisis semicuantitativo con límite de Detección 1ppb = 1 µg/l = 0,001 mg/l, usando para esto un equipo: Perkin Elmer – Nexion 350x, en laboratorios del IREPCySA, La Rioja.

Para corroborar los datos se enviaron cuatro muestras de escorias y dos de suelo a la empresa SGS, con fuerte experiencia y énfasis en minería y petróleo, ubicadas en la provincia de San Juan, dos similares a la anterior y dos nuevas de escorias, además a las de muestras de suelo ya mencionadas para esto se usó técnica ICP óptico para 39 elementos (ver Tabla 2).

De acuerdo al balance de datos en ambas técnicas denotan la presencia de Fe, Cu, Zn, Ti, As, W y Pb. Destacándose principalmente sus valores de As=2528 ppm, Fe= 15%, Zn= 6.392 ppm hasta superar el límite de los 10000 ppm en la muestra M004, tenores de metales preciosos como ser el Au= 5.6 ppm, Cu= > 10000 ppm y Ag= 97.7 ppm en la muestra M004, marcan la pauta de anomalía presente, así mismo se

observa presencia de plomo con valores puntuales de 2.149 ppm y W=1.525 ppm en la muestra M001.

En el caso de los suelos laterales al foco, sus valores se encuentran en un orden y más, por debajo del valor de la escombrera de fundición, como ej. As=30 ppm, Cu=162 ppm para la muestra S001, Fe= 4-5 %, Pb=43 ppm, W=11 ppm, Zn= 550 ppm.

Se determina luego, que existe una anomalía geoquímica usando como patrón lateral muestreo de suelo, usándolos comparativamente con los análisis de escorias de la ex planta Sta. Florentina.

Tabla 1. Análisis ICP-MS

	Muestra 139	Muestra 141
Elemento	Concentración (ppb)	Concentración (ppb)
H	No medido	No medido
He	No medido	No medido
Li	75.479	49.884
Be	1.146	1.559
B	18.694	23.189
C	0	0
N	0	0
O	No medido	No medido
F	0	
Ne	0	0
Na	9669.804	6266.125
Mg	73833.523	11694.776
Al		
Si	334.371	360.115
P	936.126	599.700
S	0	0
Cl	1574093.309	2122793.667
Ar	0	0
K		
Ca	1553854.406	1421266.778
Sc	11.234	7.995
Ti	2849.009	1506.251
V	245.238	183.526
Cr	885.830	628.809
Mn	806.524	598.023
Fe	448589.083	559403.709
Co	42.221	147.144
Ni	0	0
Cu	4795.692	22153.218
Zn	7263.252	7813.585
Ga	67.736	49.446
Ge	0	0
As	431.422	555.299
Se	1.560	3.613
Br	37.878	61.007
Kr	0	0
Rb	147.390	119.701
Sr	5704.455	2479.130
Y	34.479	20.173
Zr	38.959	27.487

Nb	3.394	2.545
Mo	92.660	67.582
Ru	0.564	0.301
Rh	0.344	0.693
Pd	0.672	0.486
Ag	16.263	32.513
Cd	0	6.311
In	6.645	7.262
Sn	248.881	295.063
Sb	458.987	672.184
Te	0.164	0.882
I	0	0.135
Xe	0	0
Cs	3.357	4.591
Ba	664.128	271.734
La	56.015	16.930
Ce	121.521	40.523
Pr	12.166	5.068
Nd	45.348	20.877
Sm	8.855	4.604
Eu	2.880	1.523
Gd	10.558	6.147
Tb	1.760	1.069
Dy	10.977	7.325
Ho	2.08	1.472
Er	5.656	4.132
Tm	0.851	0.609
Yb	6.174	4.0105
Lu	0.833	0.562
Hf	1.007	0.790
Ta	0.019	0.011
W	6.024	2795.067
Re	0.084	0.044
Os	0.003	0.003
Ir	0.006	0.004
Pt	0.021	0.021
Au	0.871	1.956
Hg	23.121	12.921
Tl	1.319	1.989
Pb	956.966	1237.323
Bi	8.635	12.629
Th	17.744	5.927
U	14.182	8.231

Tabla 2. Ensayo ICP óptico de 39 elementos.

Elemento	Au	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ga	K	La	Li
Unidad	PPB	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	%	PPM	PPM
Método	FAA313	ICP40B															
Límite Detec.	5	0,2	0,01	3	3	0,5	5	0,07	1	1	1	0,5	0,01	10	0,01	0,5	1
Límite Superior	10000	100	15	10000	10000	10000	10000	15	10000	10000	10000	10000	15	10000	15	10000	50000
M001	--	6,9	4,53	110	9083	0,6	5	11,35	<1	20	58	1577,3	14,02	18	0,75	14	16
M002	--	29,5	4,77	132	6054	0,7	6	10,18	<1	36	101	9632,4	14,81	13	0,82	16,3	14
M003	--	13,6	4,44	148	5890	0,7	6	11,87	2	48	74	6054,6	>15	15	0,73	13,5	17
M004	5632	97,7	4,66	2528	2528	<0,5	11,3	7,14	10	47	34	>10000	>15	12	0,65	14,7	13
S001	--	0,3	8,07	30	545	2,6	6	1,05	1	19	52	162,8	4,58	17	2,68	29,5	34
S002	--	0,3	7,42	17	536	2,4	<5	1,07	1	13	49	78,6	3,92	14	2,65	32,2	16
*DUP S002	--	0,3	7,35	19	534	2,3	6	0,99	1	13	49	77,3	3,85	14	2,64	35,3	17

Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	S	Sb	Sc	Sn	Sr	Ti	Tl	V	W	Y	Zn	Zr
%	PPM	PPM	%	PPM	PPM	%	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
ICP40B																			
0,01	2	1	0,01	1	1	0,01	2	0,07	5	0,5	10	0,5	0,01	2	2	10	0,5	0,5	0,5
15	10000	10000	15	10000	10000	15	10000	10	10000	10000	10000	5000	15	10000	10000	10000	10000	10000	10000
3,5	334	27	0,45	5	10	0,12	175	0,25	205	8,3	66	1609	0,15	<2	131	1525	16,3	6192,7	81,5
3	329	33	0,68	<1	34	0,08	174	0,21	144	7,7	43	1384	0,17	<2	110	949	14,8	5534,2	127
0,85	312	39	0,67	1	22	0,05	227	0,55	237	6,7	73	1325,8	0,14	<2	116	737	15,6	6392,5	89,4
0,72	217	25	0,57	8	23	0,07	2149	0,87	1167	6,3	285	1126,3	0,14	<2	87	532	17,4	>10000	77,4
1,07	1786	10	1,85	7	23	0,05	43	0,05	<5	14,9	<10	150,7	0,3	<2	90	<10	23,4	550,5	67,7
0,65	1345	7	2,35	5	16	0,05	33	0,05	<5	11,3	<10	137,5	0,23	<2	83	11	25	304,5	72,2
0,64	1325	8	2,33	6	17	0,05	33	0,05	<5	11,1	<10	138,3	0,22	<2	86	11	25,4	319,4	73,3

Discusión

Respecto a la técnica se establece como base que los datos obtenidos por ICP-MS, muestran una diferencia sustancial respecto al ICP óptico, entendiéndose que puede deberse a digestión incompleta del proceso y/o control de bases insuficientes, sumado a esto se reconoce que los materiales son desechos mineros de fundición y su proceso de fundición de hace más de 100 años no permitiría un adecuado tratamiento para dejar desechos estériles, con lo cual se esperaba datos con altas anomalías, lo cual hace corroborar que los datos del ICP-Óptico son los más adecuados y responderían a la naturaleza propia de estos botaderos, y donde la presencia de elementos mayoritarios en un ICP MS, no sería el instrumento adecuado para su determinación y más bien respondería a datos de trazas.

Conclusión

Se determina la presencia de anomalías geoquímica de Au, Ag, Cu, As, Pb, W, Fe y Zn en desechos de fundición de la ex planta Santa Florentina, ubicado al Noreste de la estación dos del Cable Carril, usando como referencia valores de suelo laterales y colindantes a la escombrera.

En el área es visible la presencia de lixiviación por aguas meteóricas, las cuales oxidan esta escombrera, generando un transporte en época estival de metales y otros elementos aguas abajo. Es importante luego determinar el alcance de esta lixiviación, evaluar su geodisponibilidad y considerar cómo afectó al marco antropogénico así como hídrico a lo largo de estos años. (fotos 1, 2, 3 y 4)



Fotos 1, 2, 3 y 4: Superior izquierda y derecha vista de lixiviación por aguas meteóricas, formando Óxidos y Carbonatos de Cu. Foto inferior izq. vista del área superior de la escombrera en proceso de lixiviación, foto inferior derecha, material de desecho la cual mantiene aún la forma de su recipiente.

Bibliografía

ANGELA OBLASSER Y EDUARDO CHAPARRO A. *Estudio comparativo de la gestión de los pasivos ambientales mineros en Bolivia, Chile, Perú y Estados Unidos*. Disponible en: <http://www.eclac.org/cgibin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/6/33416/P33416.xml&xsl=/drni/tpl/p9f.xsl&b ase=/drni/tpl/top-bottom.xsl>

ANTHONY BEBBINGTON. *Industrias Extractivas, Actores Sociales y Conflictos mineros, 2004*. Disponible en: <http://www.Extractivismo.com/documentos/Capítulos/BebbingtonExtractivismoSociedadDesarrollo09.pdf>

CATALINA MORENO MORALES Y EDUARDO CHAPARRO ÁVILA. *Las leyes generales del ambiente y los códigos de minería de los países andinos*. Instrumentos de gestión ambiental y minero ambiental. Disponible en: <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/1/35331/lcl2953e.pdf>

JAMBOR, J.L. Y BLOWES, D.W., Theory and applications of mineralogy in environmental studies of sulfide-bearing mine waste. In: Cabri, L. J. and Vaughan, D.J. (eds.): Short Course Handbook on Ore and Environmental Mineralogy. Mineralogical Association of Canada, Nepean, v. 27, p. 367-401, 1998.

MINISTERIO DEL AMBIENTE, *guía para el muestreo de suelos, en el marco del D.S. N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelos*. 2013.

PASIVOS AMBIENTALES MINEROS: *Manual Para el Inventario de Minas Abandonadas o Paralizadas*. Disponible en: http://asgmi.igme.es/asambleas/XVIAsamblea/manual_Inventario_PAM_aprobado.pdf

PROCESOS DE DESLIZAMIENTOS Y REMOCIÓN EN LA ZONA DE LA QUEBRADA DE LOS SAUCES, LA RIOJA, ARGENTINA.

Bahamonde Alvarado, Sergio ⁽¹⁾; Núñez, Eva Mariana ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumnos Maestría en Ingeniería Ambiental
sergiobahamonde@hotmail.com
maianuz@hotmail.com

Resumen

Los procesos de remoción en masa así como los deslizamientos son responsables particularmente de la modificación y evolución del paisaje, que hacen al proceso natural de evolución geomorfológica dentro del ambiente. Sin embargo, este proceso puede traer asociado perjuicios en el entramado antropogénico que se instala en el área, acompañado a una falta de infraestructura y de medidas de mitigación que sea acorde a la seguridad de la comunidad y sean, además, las adecuadas para la prevención de potenciales accidentes o desastres naturales.

Las tareas de transitabilidad a través de una ruta deben ser operadas y mantenidas por la Dirección Nacional de Vialidad, en el caso rutas nacionales. Ésta es la encargada de supervisar toda tarea encomendada en el área, monitorear y dar las instrucciones para corregir cualquier tipo de eventos potenciales que no permitan la adecuada circulación para recorrer con seguridad las rutas de nuestro país.

El presente proyecto está destinado a presentar los diferentes fenómenos geomorfológicos de remoción que se producen en particular en un tramo de la Ruta Nacional N° 75 que recorre desde el sector de entrada a la quebrada de la ciudad de La Rioja y el Dique los Sauces.

En este proyecto se presentarán las causas que generan estos procesos de remoción, se clasificarán los diferentes tipos, se evaluarán los factores de control, tanto desencadenantes como condicionantes y se propondrán medidas de mitigación.

Con esta iniciativa se plantea reconocer el marco ambiental en el cual estamos insertos y examinar el medio para poder comprender la magnitud y valoración de terrenos. De esta manera, además de conocer, se intenta tener las herramientas básicas para poder diseñar un adecuado ordenamiento territorial y definir sobre esto políticas correctas a la hora de plantear y establecer normativas sobre las mismas.

Palabras claves. Quebrada del Dique, remoción en masa, ordenamiento territorial.

Introducción

Los procesos de remoción así como deslizamientos forman parte de los llamados movimientos de ladera. Estos se definen como desplazamientos pendientes abajo, relativamente rápidos, de una masa de suelo o rocas a lo largo de una superficie o plano de ruptura asociado a una discontinuidad preexistente, inestabilidad de laderas de fuertes pendientes, procesos geomorfológicos, así como la combinación de diferentes factores geológicos, morfológicos, antropogénicos y físicos. La

gravedad, la sismicidad y el agua constituyen los principales agentes desencadenantes de estos procesos, de acuerdo con L. Perucca, L. y Esper Angilieri, Y. (2008) donde citan a Hauser, 1993, 2000; Cruden y Varnes, 1996.

Objetivos

- Identificar, clasificar y localizar los distintos procesos de remoción en masa en la zona de estudio.
- Proponer medidas de prevención y mitigación del riesgo geológico en el área.

Ubicación

El área de estudio se ubica en el sector noroeste de la ciudad de La Rioja, conocido como área de la “Quebrada” considerando un tramo recorrido de 7 km con punto de inicio en coordenadas $29^{\circ} 24' 29'' S$, $66^{\circ} 55' 32'' W$, que coincide con la intersección de la Ruta provincial N° 75 y la avenida de Circunvalación y como área final el inicio del túnel de la quebrada del Dique de los Sauces, coordenadas $29^{\circ} 23' 13'' S$, $66^{\circ} 58' 33'' W$. Este camino corresponde a la Ruta Nacional N° 75 y une las localidades de la ciudad de La Rioja y Sanagasta, camino al bolsón de Huaco y atravesando el bolsón intermontano entre estas localidades.



Fig. 1. Área de ubicación general dentro de la provincia de La Rioja. En color azul se muestran los accesos. (Fuente

Marco geológico

El área de estudio se encuentra en la provincia geológica de Sierras Pampeanas. En esta zona el basamento cristalino se encuentra conformado por el Complejo Metamórfico La Cébila y el Complejo Magmático Velasco.

Metodología

Se realizó un relevamiento bibliográfico tanto del área como de la temática específica sobre estos procesos geológicos, además se incluyeron fotografías aéreas 1:20.000, mapas topográficos, imágenes satelitales Raster. Posteriormente se realizó reconocimiento de deslizamientos y remoción en el área, se incluyeron fotografías y posicionamiento satelital para su posterior georreferenciación. El trabajo de gabinete incluyó realización de mapas, imágenes, y se usaron programas Mapinfo y Global Mapper para el procesamiento de imágenes DEM (Modelo Digital de Elevación).

Resultados

Principalmente en el área de estudio se observaron procesos de remoción en masa, constituidos por desprendimientos, deslizamientos, y procesos compuestos así como

caída de bloques, usando como referencia a autores como Varnes (1978), Corominas y Garcia Yagüe (1997).

En el sitio seleccionado las rocas predominantes son filitas, esquistos que responden a la Formación Cébila. Estas rocas se encuentran subverticales a verticales, dejando expuesta su foliación a los procesos meteóricos y erosivos, sus planos sirven para el transporte donde se sucederán los deslizamientos; estos mismos planos se irán ensanchando por la meteorización generando, además, desprendimientos. La roca, al estar diaclasada, permite desprender bloques pequeños caracterizados en este trabajo como “detritos” siendo propios de su competencia.

Es importante también, la presencia de bloques además de detritos, pero estos están asociados a los granitoides (Formación Antinaco), en el sector oeste cercano al dique donde. En este sector, es importante el volumen de movilización tanto de detritos como de bloques, donde las paredes o taludes de las rocas están expuestas verticalmente, potenciando el riesgo geológico para las personas que viven o transitan por el área, como así también a la red vial.

En épocas estivales con lluvias torrenciales superiores a 80 mm por hora, se incrementa este riesgo, no contando en el área con infraestructura adecuada ni medidas de mitigación para esta problemática.

Dentro de las tareas de campo se pudo determinar diferentes eventos geomorfológicos vinculados a este fenómeno de desprendimiento, los cuales se presentan en la Tabla N° 1.

Tabla N°1. **Procesos de colapsos o remoción**

Desprendimientos o derrumbes	Este movimiento se manifiesta por colapsos bruscos, asociados a la gravedad. Son rápidos y generalmente ocurren en zona de alta pendiente y donde la competencia de la roca origen está sometida a procesos exógenos además de la sismicidad del medio y las consecuentes fracturas o diaclasamientos de acuerdo a su origen. Luego los procesos erosivos permiten estos desprendimientos o colapsos.
Deslizamientos	Se producen en las laderas de alta pendiente, pudiendo observarse deslizamientos de bloques y deslizamiento de detritos mayormente secos, donde aprovechan planos rocosos o áreas de diaclasas o fallas y circulan pendiente abajo. Los deslizamientos de suelo se encuentran en la zona norte del dique, quedando fuera del área de estudio, y corresponden más bien a flujos por presencia de arcillas y limos, que permiten estas características e incluso con movimientos traslacionales y rotatorios.
Procesos de tipo Compuestos	Se dan en aquellas áreas donde el movimiento de los bloques o materiales comparten un espacio en común, suceden los dos eventos consecutivos y responden a la mayoría de las áreas vistas en el relevamiento.

Factores de control: Según Ferrer Gijón (1995), los factores que controlan los procesos, sobre todo los movimientos de ladera, pueden quedar agrupados en **factores condicionantes** y **factores desencadenantes**. Los primeros están unidos a la propia naturaleza, composición, estructura y forma de terreno, mientras que los desencadenantes pueden ser considerados como “externos”, ya que al actuar sobre

el terreno provocan o desencadenan los procesos al modificar las condiciones de equilibrio pre-existentes (Ver Tabla 2).

Tabla Nº 2. **Factores de control**

Factores desencadenantes	Las precipitaciones, la erosión por escorrentía y la acción antrópica constituyen los factores desencadenantes de los procesos observados, así como la sismicidad.
Factores condicionantes	
Litología	Los deslizamientos de detritos y derrumbe en "seco" sólo se registraron en materiales esquistosos y material sedimentario deleznable. En el caso de los deslizamientos de detritos, ocurrieron en casi todas las litologías, lo que sugiere que el control de los mismos está dado por la interface roca fresca-material meteorizado y por el grado de pendiente. Los materiales más gruesos tipo bloque responden a litologías como granitoides ubicados en el area oeste, cerca del dique.
Pendiente	La pendiente cumple un rol preponderante en el control de los procesos de remoción en masa, toda vez que se trata de movimientos gravitacionales por excelencia. En el sector de estudio predominan las pendientes altas, propias del relieve montañoso de carácter juvenil. Casi la totalidad de los movimientos identificados se produjeron en pendientes superiores a 15°, mientras que los eventos de mayor magnitud acontecieron a partir de los 30° y más.

Tabla 3. **Medidas de prevención y mitigación**

Medidas de Prevención	Informar a la población sobre los potenciales riesgos de que sucedan estos procesos y monitorear permanentemente la zona.
	Elaborar el Mapa de Riesgo Ambiental del área.
	Redactar las Normas Ambientales de prevención de desastres naturales de tipo físico natural.
Medidas de Mitigación	Reforestar las áreas afectadas por incendios, y manejo adecuado en las zonas de sobrepastoreo.
	Construcción de muros de contención y diques de taludes para la fijación de rocas sueltas en sitios que lo requieran.
	Prohibir la ocupación del suelo para uso urbano o de cualquier otra índole, a través de una zonificación de uso del suelo actual.

El papel del Dique Los Sauces actúa como factor moderador del escurrimiento superficial de la ladera ya que disminuye los efectos sobre el área circundante. Esto es, minimizando el efecto de las precipitaciones de carácter torrencial que incidiría sobre el caudal, aumentando la erosión al pie del talud y favoreciendo los casos de remoción en masa.

Si analizamos al dique como factor potenciador se puede inferir que, en caso de ruptura del mismo por causas naturales o antrópicas de carácter excepcional, podría ocasionar inundaciones aguas abajo, afectando a las áreas urbanas próximas al lugar, con las consecuentes pérdidas económicas y sociales. Así mismo, podría ser posible la generación de aludes laterales con todo lo que eso implica, tanto a nivel natural como antrópico.

Discusión

Los procesos geológicos de remoción en masa observados en el área de estudio fueron: Desprendimientos o derrumbes, Deslizamientos y procesos de tipo Compuestos. Los factores externos que inciden fuertemente son: precipitaciones, erosión por escorrentía y la acción antrópica, como ser construcción de red vial, construcción de viviendas y áreas de esparcimiento, constituyendo los factores desencadenantes de los eventos de remoción en masa observados.

En el relevamiento se observaron numerosas manifestaciones, pero se seleccionaron ocho áreas como las más representativas, debiéndose mapear el resto. Sin embargo, los procesos más frecuentes en la zona de la Quebrada son los Compuestos donde se observan detritos constituidos por elementos de 4" a 1" correspondientes a rocas metamórficas, y elementos de mayor tamaño que corresponden a cuerpos granitoides.

Conclusiones

La Quebrada del Dique de los Sauces presenta un alto índice de actividad de eventos de remoción en masa, con la consecuente peligrosidad para este sector de la Ciudad de La Rioja.

A los efectos de contrarrestar la acción que provocan los movimientos de laderas, se deben realizar estudios de detalle con un mapeo de riesgo geológico y planificar en un futuro medidas preventivas, medidas correctivas y de protección para los elementos en riesgo en las áreas inestables.

La falta de un plan de ordenamiento territorial es, entre otras causas, responsable de estas consecuencias.



Foto 1: Área de desprendimiento en color rojo.



Foto 2: Detritos y bloques, en el fondo área de desprendimientos con flechas blancas.

Bibliografía

- AVILA, L. (2014). Tesis de grado licenciatura en geología “*evaluación geomorfológica y previsión de riesgos geológicos del área pedemontana de la Quebrada y Dique Los Sauces – Dpto. capital - La Rioja, Argentina*”.
- COROMINAS, J. Y GARCÍA YAGÜE, A. 1997. “Terminología de los movimientos de ladera”. IV Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. Granada. Vol. 3: 1051-1072.
- FERNÁNDEZ, D. & LUTZ, M. (2003). Procesos de remoción en masa y erosión fluvial en la quebrada del río Los Sosa, provincia de Tucumán *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58 (2): 255-266.
- FERRER GIJÓN, M. (1995). Los movimientos de ladera en España. En: “Reducción de Riesgos Geológicos en España”. Instituto Tecnológico Geominero de España (ed.). Madrid.
- LARA M, SEPÚLVEDA S. (2008). Remociones en masa, apuntes de curso GL62U, Facultad de Cs. Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- MATUS U.; JURIA E. M. (2012). Desestabilización de laderas y peligro de procesos de remoción en masa. Caso de Estudio: Faldeo del Cerro Curruhuinca. San Martín de los Andes. Neuquén. *Boletín Geográfico. Dpto. Geografía. U.N. Comahue*.
- PERUCCA L. & ESPER ANGILIERI, Y. (2008): La avalancha de rocas Las Majaditas: caracterización geométrica y posible relación con eventos paleosísmicos (Precordillera de San Juan, Argentina). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 21 (1-2): 35-47.
- PIERONI, E. GEORGIEFF, S. (2007). Reconsideración estratigráfica del Neopaleozoico de los alrededores del dique los sauces, La Rioja. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62 (1): 105-115.
- SÁNCHEZ, M. A; SPAGNOTTO S. L. & MARTÍNEZ. M.P. (2013). Rasgos estructurales en la Sierra Pampeana de Velasco y alrededores a partir de los campos gravimétricos y magnetométricos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 70 (2): 193 - 201.
- URRA MATUS, C.S. & JURIO, E. M. (2012). *Desestabilización de laderas y peligro de procesos de remoción en masa. Caso de estudio: faldeos del cerro Curruhuinca. San Martín de los andes. Neuquén. Boletín geográfico. Año XXXIII N°34 - 2012, pp. 77 - 89 Departamento Geografía. Universidad Nacional del Comahue, Neuquén.*
- VARNES, D. (1978): Slope movement. Types and processes. En: *Landslides: analysis and control* (Schuster, R.L. y Krizek, R.J., Eds.). Transportation Research Board Special Report 176, N.A.of S. Washington DC, 11.3.

TRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES DE LA LAGUNA AZUL

Bahamonde Alvarado, Sergio ⁽¹⁾; Núñez, Eva Mariana ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumno Maestría en Ingeniería Ambiental
sergiobahamonde@hotmail.com
maianuz@hotmail.com

Resumen

El parque industrial de la ciudad de La Rioja fue creado en 1980, debido a la radicación de inversiones industriales beneficiada por la legislación promocional provincial. Para esto se determinó un área de localización en la afueras de la ciudad, y en forma paralela a la radicación de las industrias se empezó a generar una cárcava, producto de la extracción de áridos de empresas para la construcción.

Esta área fue aumentando sus dimensiones, y con posterioridad se transformó en un cuerpo receptor de efluentes líquidos de las principales industrias dedicadas fundamentalmente al rubro paplero y textil, denominándose Laguna Azul actualmente.

Como consecuencia de esta descarga incontrolada se produjo una contaminación hídrica, del suelo y atmósfera por los vapores en época estival, sumado a la pérdida del valor económico de las tierras y degradación paisajística.

Entre los parámetros de calidad de estos efluentes destacan: altas concentraciones de sales, de sólidos suspendidos totales, color, valores anómalos en el pH, demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y algunos compuestos tóxicos tales como surfactantes, metales pesados, compuestos orgánicos clorados y fenoles.

Teniendo en cuenta lo mencionado, se propone como objetivo plantear un método de tratamiento primario de coagulación-floculación y filtrado para reducir niveles de DBO, DQO, pH, Sólidos totales y Turbidez, y continuar con un tratamiento alternativo secundario, que tiene como objetivo reducir y eliminar otro tipo de contaminantes presentes en estos efluentes como son las tinturas o colorantes y metales pesados.

El método alternativo propuesto sería un proceso electroquímico denominado electrocoagulación, este permite la eliminación de contaminantes (aceites y grasas, metales pesados, coloides, moléculas orgánicas, color, etc.) en suspensión, disueltos o emulsionados. Es una técnica electroquímica clasificada como limpia, ya que no requiere el uso de químicos para que se produzca la coagulación. Asimismo, se puede utilizar en continuo o por lotes, es de fácil operación, requiere tiempos de residencia muy cortos (minutos) y remueve una amplia gama de contaminantes.

Palabras Claves: efluentes industriales, tratamiento primario, electrocoagulación.

Introducción

La denominada Laguna Azul (nombre derivado de la coloración de sus aguas) inicialmente fue una cantera originada a fines de la década del '70 y comienzos de los '80, por la actividad extractiva de áridos para la industria de la construcción, posteriormente fue constituyendo un cuerpo receptor permanente de efluentes líquidos provenientes de las principales industrias, básicamente textiles, de la ciudad de La Rioja.

El presente trabajo trata sobre la caracterización de los efluentes industriales vertidos en una antigua cantera abandonada, donde se formó la denominada Laguna Azul y se propone alternativas de tratamiento para su remediación y posterior uso con distintos fines.

Discusión de la problemática

El área que actualmente ocupa la Laguna Azul, si bien corresponde a un cauce natural, éste fue explotado anteriormente por empresas extractoras de áridos para la construcción. Con posterioridad se transformó en un cuerpo receptor de efluentes líquidos de las principales industrias de la ciudad.

Las principales industrias que vertieron sus efluentes a la laguna se dedican fundamentalmente al rubro papelerero y textil. Aunque de menor manera, no se descarta el vertido de efluentes producidos por otras industrias como curtiembres, alimentos, la producción de envases y la industria de la carne.

Por otra parte, la contaminación de aguas origina problemas que pueden resumirse, en forma esquemática:

1. Problemas higiénicos y de toxicidad: Posibilidad de transmisión de enfermedades (aguas de consumo y riego, contaminación de alimentos, etc.).
2. Problemas económicos: Mayor consumo de productos químicos en abastecimiento de agua. Mayor complejidad para el tratamiento de aguas para la industria. Disminución del valor de las propiedades.
3. Problemas estéticos: Alteración del aspecto paisajístico y de las condiciones para el uso con fines recreativos y deportivos.

Para evitar los problemas enumerados se establecen normas que deben cumplir los desagües industriales para descargar a colectoras cloacales.

Procesos Industriales

Tanto la industria papelerera como textil, se caracterizan por el elevado consumo de agua en sus procesos de producción, la composición de los efluentes difiere en sus características debido a la utilización de materia prima en los diferentes procesos de fabricación (EIA, 2000).

Como consecuencia, el volumen que alberga la Laguna Azul no es homogéneo en su composición, debido a los diferentes orígenes de los efluentes y cronología de los

vertidos. La composición tenderá a uniformizarse, debido a los fenómenos de difusión, pero estos suelen considerarse lentos (Mamaní, et al., 2009).

Propuesta de Método de Tratamiento

Estos tipos de industrias consumen gran cantidad de agua y de energía, por lo tanto, se genera un elevado volumen de efluentes cuya contaminación proviene de los compuestos utilizados en los distintos procesos productivos.

Entre los parámetros de calidad de este tipo de aguas destacan: **altas concentraciones de sales, de sólidos suspendidos totales, color, valores anómalos en el pH, elevadas DQO y DBO, presencia de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y algunos compuestos tóxicos como pueden ser: surfactantes, metales pesados y compuestos orgánicos clorados y fenoles.**

No existe un tratamiento universal para las aguas residuales textiles, si bien la tendencia actual es la de utilizar procesos biológicos frente a procesos físico-químicos, fundamentalmente, por el problema que genera el destino de los lodos que se producen. Es así, que los lodos procedentes de un tratamiento biológico podrían, en su caso, ser reutilizados.

Dentro de las alternativas consideradas, se propone construir una planta de tratamiento próxima a la laguna con el fin de reducir los niveles de DBO, DQO, pH, Sólidos totales y Turbidez, a través de un tratamiento primario de coagulación-floculación y filtrado; estos efluentes tratados se almacenarían, y simultáneamente se procedería a retirar los lodos de fondo de la laguna para su posterior tratamiento y disposición final (Persino, s/f).

Una vez que el agua ha sido tratada, retorna a la cava para continuar con un tratamiento alternativo secundario, que tiene como objetivo reducir y eliminar otro tipo de contaminantes presentes en estos efluentes como son las tinturas o colorantes y metales pesados.

El método propuesto para esta segunda etapa sería un proceso electroquímico denominado electrocoagulación. Los lodos de la laguna, así como los generados en la planta se tratarán conjuntamente para reducir su toxicidad y volumen para su disposición final.

- Tratamiento Primario (Planta de Tratamiento) (EIA, 2000)

El agua ingresa al proceso cuyas principales etapas serían (Cuadro 1):

Cuadro 1. Etapas Tratamiento Primario. (Fuente: EIA, 2010).

I. Etapa de formación de flóculos	Adición de cloruro férrico dando lugar a la formación de flóculos con una velocidad de sedimentación muy baja.
II. Etapa de incremento de tamaño de los	Agregado de sulfato de aluminio que promueve la formación de óxidos metálicos hidratados. Comienzan a precipitar los flóculos.

flóculos	
III. Etapa de precipitación	Precipitación de los flóculos fuertemente coloreados formando fangos o lodos de floculación. La solución remanente es límpida, su pH está en promedio, 2 unidades por debajo del que tiene el agua cruda.
IV. Etapa de filtrado	Para retener flóculos que no alcanzaron a sedimentar, el agua tratada circula a través del sistema de filtros, utilizando material geotextil en forma de manga como elemento filtrante.
V. Etapa de disposición	El producto resultante del filtrado se conduce a la Laguna azul, donde se realizará el tratamiento secundario.

- Tratamiento secundario (Electrocoagulación)

La electrocoagulación es un método alternativo que consiste en un proceso de desestabilización de los contaminantes del agua, ya sea que estén en suspensión, emulsionados o disueltos, mediante la acción de corriente eléctrica directa de bajo voltaje y por la acción de electrodos metálicos de sacrificio, normalmente aluminio/hierro. Se trata de un equipo compacto que opera en continuo, mediante un reactor de especial diseño donde se hallan las placas o electrodos metálicos para producir la electrocoagulación (Persino, s/f).

En este proceso se genera una elevada carga de cationes que desestabilizan los contaminantes del agua residual, se forman hidróxidos complejos que tienen capacidad de adsorción produciendo agregados (flóculos) con los contaminantes. Por otro lado, por la acción del gas formado se genera turbulencia y empuja hacia la superficie los flóculos producidos.

Otro beneficio es la oxidación de los metales y contaminantes a especies no tóxicas y permite disminuir la DQO/DBO de forma sustancial.

Tras el proceso de electrocoagulación se obtiene un desecho líquido compuesto por especies químicas de hierro ligadas a arsénico. Este residuo debe ser tratado mediante otras técnicas convencionales, para separar la mayor parte de agua posible y obtener un subproducto con un menor volumen y fácil de gestionar.

La Figura 1 muestra un esquema de cómo opera una celda de electrocoagulación (Mollah, 2004).

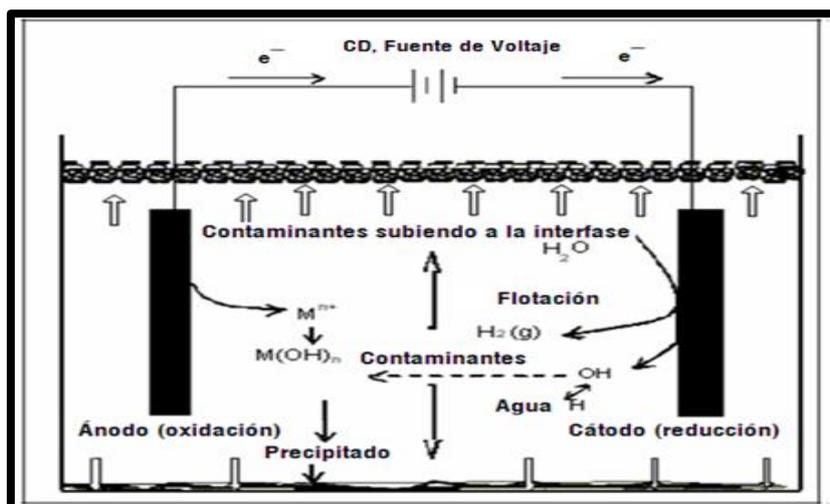


Figura 1. Esquema del proceso de electrocoagulación. (Fuente: Mollah (2004).

Las variables de estudio consideradas normalmente en los tratamientos por electrocoagulación son: pH, tiempo de electrólisis (t) en segundos, y densidad de corriente (j) en mA/cm²; y se monitorea la concentración de la variable dependiente del contaminante a remover, que puede ser algún metal, no metal, fenoles, grasas y aceites, etc., o bien, en forma de un análisis que implique la medición del efecto de varias sustancias contaminantes presentes en el agua, por ejemplo: Demanda Química de Oxígeno (DQO), Carbono Orgánico Total (COT), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), entre otras (Herrera, et al., 2012).

La electrocoagulación requiere de equipos relativamente simples, ya que los flóculos formados contienen poca agua superficial, son ácido-resistentes y estables, por lo que pueden ser separados más fácilmente por filtración. Por otra parte, se trata de una tecnología de bajo costo y que necesita poca inversión en mantenimiento.

Tratamiento de Lodos.

El desbarre de la Laguna Azul junto con los lodos obtenidos en el proceso de planta serán unificados y tratados como una sola unidad para su caracterización química, mediante diversos sistemas de análisis, entre los que destacan cromatografía, espectroscopia fluorescente de rayos X, análisis bacteriológicos, etc.

Según su caracterización se determinará si se lo agrupa como residuos peligrosos o residuos no peligrosos y esto permitirá determinar los procesos de tratamiento más adecuados en base a su destino final.

En el caso de ser clasificados como residuos peligrosos, se les realizarán los tratamientos correspondientes a sus características y se dispondrán en rellenos de seguridad o confinamiento controlado. En caso contrario, se podrían disponer en rellenos sanitarios (Munuce, A.; Díaz, E. 2018).

Conclusión

Los efluentes que se generan como residuos de los procesos industriales, en particular de los rubros paplero y textil, deben estar sometidos a un tratamiento tal,

que reduzca, y en mayor medida, elimine su toxicidad. Esto debe representar una obligación para las empresas e industrias que los generan, debiendo por este motivo, incluir el tratamiento de éstos como parte del proceso industrial completo y asumir los costos que ello implica.

Dentro del marco de la propuesta de tratamiento, se sugiere la aplicación de un método integral y de bajo costo. El procedimiento primario es esencial para poder avanzar consecutivamente en otros métodos más específicos. El objetivo de desarrollar esta primera etapa es alcanzar valores mínimos para mantenerse dentro de los límites establecidos en la legislación ambiental.

Se considera que la electrocoagulación es una tecnología electroquímica clasificada como limpia, ya que no requiere el uso de químicos para que se produzca la coagulación. Así mismo, se puede utilizar en continuo o por lotes, es de fácil operación, requiere tiempos de residencia muy cortos (minutos), remueve una amplia gama de contaminantes desde sólidos suspendidos y disueltos, metales, metaloides, grasas y aceites, compuestos orgánicos, entre otros y también elimina microorganismos como coliformes.

Las ventajas mencionadas anteriormente hacen que este método sea una alternativa considerable para un tratamiento integral de efluentes industriales textiles. Además, los residuos generados pueden ser fácilmente tratados por filtración, con lo cual se vuelven a integrar al proceso de tratamiento primario.

Referencias

- GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA. Ministerio De Producción y Turismo, Administración Provincial Del Agua. *Estudio de Impacto Ambiental planta de tratamiento "Laguna azul"*. Noviembre 2000.
- HERRERA MENDOZA, R.; MÚZQUIZ RAMOS E. M. (2012). La electrocoagulación: una alternativa electroquímica en el tratamiento de aguas residuales. Universidad Autónoma de Coahuila. Revista de Divulgación Científica CienciAcierta Edición Digital. Recuperado de <http://www.postgradoeinvestigacion.uadec.mx/cienciacierta.html>
- MAMANI, M.; ÁVILA, L.; CARRIZO, H.; DEMATTE, R.; HUESPE, J.; GONZALEZ, A.; MORENO, R. y PRESTIPINO, M. (2009). *Desarrollo de dispositivo electromecánico de manejo remoto para la extracción de muestras líquidas a diferentes profundidades*. UNLaR Ciencia 18: 2-6.
- MOLLAH, M. (2004). Fundamentals, present and future perspectives of electrocoagulation. *Journal of Hazardous Materials*, 114 (1-3), 199-210.
- MUNUCE, A. C.; DÍAZ, E. O. (2018). *Apuntes Seminario Tratamientos de Agua*. Especialización y Maestría en Ingeniería Ambiental. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional La Rioja, Argentina.
- PERSINO, F. (Sin Fecha). *Electrocoagulación para el tratamiento de efluentes*. Proyecto Final de Ingeniería Industrial. ITBA, Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Universidad Privada. Argentina.

ESTUDIO COMPARATIVO AMBIENTAL: PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES

Barrio, José María ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumno Maestría en Ingeniería Ambiental UTN - FRLR
ingjosebarrio@outlook.com

Resumen

La ejecución de obras de pavimentación resulta una actividad primordial para el desarrollo sostenible de los centros urbanos. Los pavimentos facilitan la conectividad entre los centros comerciales y los residenciales, el acceso a los servicios de salud, seguridad y transporte, y ayudan significativamente con la evacuación y el drenaje de aguas pluviales. Esto permite satisfacer las necesidades económicas, sociales y de movilidad de la población, redundando en una mejora significativa en la calidad de vida en general. Frente a esta situación es necesario evaluar comparativamente, mediante un estudio de impacto ambiental, cuál de los pavimentos urbanos más utilizados actualmente, ya sea rígido o flexible; produce el menor impacto sobre el medio ambiente dando una respuesta técnica satisfactoria según las necesidades y premisas del proyecto de obra.

Se llama pavimento al conjunto de capas superpuestas de manera horizontal de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada para finalmente descargar al terreno natural, proporcionando una superficie de rodamiento o rodadura, la cual debe funcionar eficientemente, segura, cómoda y confortable. Los materiales de las capas se escogen según su costo, disponibilidad, tipo de tránsito y tipo de suelo. Básicamente a los pavimentos se los denomina de acuerdo con su comportamiento estructural, en rígidos (hormigón) o flexibles (asfálticos), según el material de su capa de rodadura.

El presente trabajo hace referencia a una obra de pavimentación urbana, mediante la utilización de pavimentos flexibles y rígido, correspondiente al ingreso al Barrio Altos del Velazco sobre Av. Félix de la Colina (RN N°75) en el sector Noreste de la ciudad capital de La Rioja. Dicha obra comenzó a ejecutarse a principios del mes de noviembre de 2018 y finalizó en junio de 2019.

El objetivo de este trabajo es: establecer, un estudio comparativo ambiental de cuál de los pavimentos urbanos usualmente utilizados, sea de tipo flexible o rígido es el más impactante para el medio ambiente. Para determinar los impactos de las acciones se implementará la Matriz de Leopold analizando solo los impactos que poseen alta probabilidad de ocurrencia.

Palabras claves: Pavimentos, rígidos y flexibles, impacto ambiental.

Introducción

La ejecución de obras de pavimentación resulta una actividad primordial para el desarrollo sostenible de los centros urbanos. Los pavimentos facilitan la conectividad entre los centros comerciales y los residenciales, el acceso a los servicios de salud, seguridad y transporte, y ayudan significativamente con la evacuación y el drenaje de aguas pluviales. La importancia de un pavimento no sólo radica en los beneficios

que trae consigo, sino que, por otro lado, su ausencia puede significar la completa aislación, con las problemáticas que ello representa.

La obra de hace referencia corresponde a una pavimentación urbana, mediante la utilización de pavimentos flexibles y rígido, del ingreso al Barrio Altos del Velazco sobre Av. Félix de la Colina (RN N°75) en el sector Noreste de la ciudad capital de La Rioja. Dicha obra comenzó a ejecutarse a principios del mes de noviembre de 2018 y finalizó en el mes de junio de 2019.

El objetivo general del trabajo es establecer, a partir del análisis de la obra citada anteriormente, un estudio comparativo ambiental de cuál de los pavimentos urbanos usualmente utilizados, sea de tipo flexible o rígido es el más impactante (ó menos impactante) para el medio ambiente.

Para una mejor comprensión del trabajo realizado se realizará una pequeña reseña teórica. Se llama pavimento al conjunto de capas superpuestas de manera horizontal de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada para finalmente descargar al terreno natural, proporcionando una superficie de rodamiento o rodadura, la cual debe funcionar eficientemente, segura, cómoda y confortable. Los materiales de las capas se escogen según su costo, disponibilidad, tipo de tránsito y tipo de suelo (ARQHYS, 2012).

Los pavimentos rígidos están conformados por losas de hormigón, cuya calidad deberá ser superior a un H-25, pudiendo llevar o no acero. El espesor de las losas no debe ser menor de 15 cm, separadas por juntas y colocadas sobre una base, subbase y subrasante. Se debe prestar especial atención al diseño y construcción de las subrasantes, subbase y base para garantizar su capacidad estructural, estabilidad, uniformidad, durabilidad, y regularidad superficial. El objetivo de la base es proveer un soporte uniforme al pavimento. Posee una vida útil más larga que el pavimento de asfalto, de 20 a 40 años (Acelas y Jurado, 2018) (Fig. N°1).

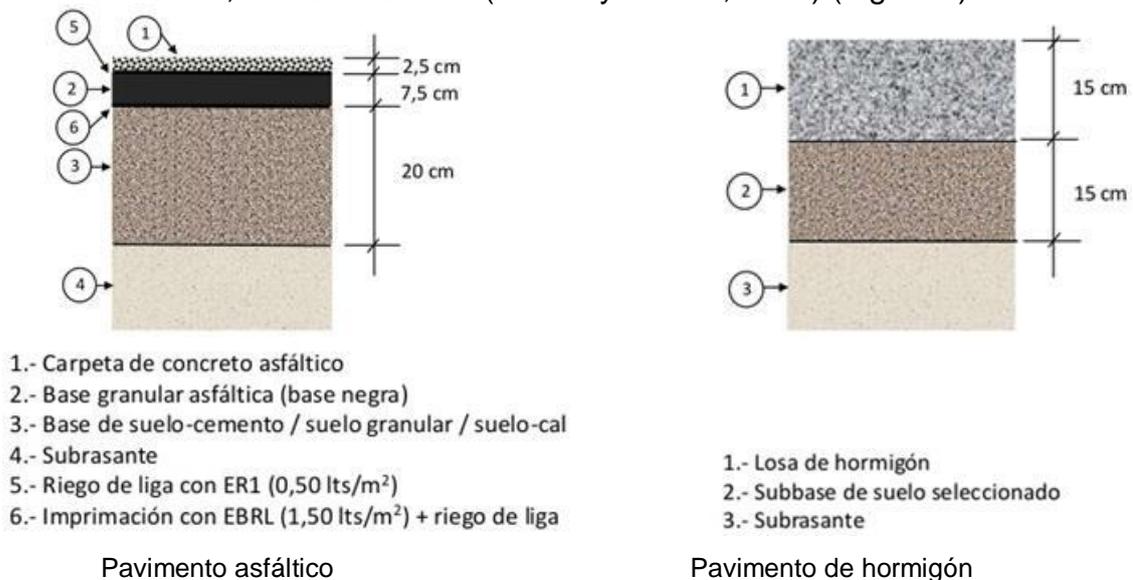


Figura N°1: Paquetes estructurales típicos de pavimento asfáltico y de hormigón.
 Fuente: Becker, Edgardo (2013, febrero).

En los pavimentos flexibles la superficie es de hormigón asfáltico o mezcla asfáltica (carpeta de rodamiento) sin juntas y no tienen más de 10 cm de esp. Su base tiene aprox. 20 cm de esp. y suelen tener subbase (Acelas y Jurado, 2018). Respecto a su mantenimiento, en el reasfaltado de los pavimentos de asfalto, se ejecutan desvíos y habilitan rutas alternativas, aspectos que perjudican a vecinos y usuarios. A diferencia del hormigón, que gana resistencia con el tiempo, con el asfalto no ocurre lo mismo (su periodo de vida oscila de 10 a 15 años). Se deforma con el paso de vehículos pesados. Al deformarse, no posee un buen drenaje del agua de lluvia. Poseen un tiempo de ejecución menor que los pavimentos de hormigón, al igual que es menor el ruido producido por la circulación vehicular, al tratarse de una superficie continua (Fig. N°1).

Materiales y Métodos

Se considerará la etapa *constructiva* del proyecto de pavimentación urbana y las acciones impactantes resultante de la ejecución de dicha obra. Para poder determinar los impactos de las acciones seleccionadas para este estudio se implementará la Matriz de Leopold analizando solo los impactos que poseen alta probabilidad de ocurrencia.

La obra se halla situada hacia el Oeste de la Ciudad Capital de La Rioja en el Barrio Altos del Velazco (Fig. N°2) a metros de la Av. Félix de la Colina (Ex RN N°75). Dicha obra comprende la utilización de dos tipos de pavimentos, uno de tipo rígido (Hormigón) y otro de tipo flexible (Asfáltico). La long. total de la urbanización es de 380 m aprox., de los cuales 280 m corresponden al pav. flexible y 100 m al pav. rígido.



Figura N°2: Características técnicas de la obra de pavimentación urbana - Ciudad de La Rioja.
Fuente: Elaboración propia.

Resultados y Discusión

A continuación, se presentan las matrices de impacto de Leopold (Fig. N°3) para la fase constructiva de la obra de pavimentación urbana (para Pav. Rígido como para Pav. Flexible). Se analizan en las mismas los medios y factores susceptibles de ser impactados, como Medio Empleo; Medio Físico: Factor Aire y suelo; Medio Biológico: Factor Flora y Fauna; Otros: Factor Tránsito y Estética de Interés Paisajístico.

OBRA DE PAVIMENTACION URBANA					
PAVIMENTO: RIGIDO – FASE CONSTRUCTIVA					
MEDIOS	FACTORES AMBIENTALES	ACCIONES			
		Construcción de base granular		Construcción de losa de hormigón	
EMPLEO	MANO DE OBRA LOCAL DIRECTA	---	---	---	---
	MANO DE OBRA LOCAL INDIRECTA	L	A	L	A
FISICO	AIRE	C	R	C	R
	SUELO	L	A	L	A
BIOLÓGICO	FLORA	L	A	L	M
	FAUNA	M	R	L	R
OTROS	TRANSITO	L	A	L	A
	ESTETICA DE INTERES PAISAJISTICO	L	I	L	I

OBRA DE PAVIMENTACION URBANA					
PAVIMENTO: FLEXIBLE – FASE CONSTRUCTIVA					
MEDIOS	FACTORES AMBIENTALES	ACCIONES			
		Construcción de base granular		Construcción de carpeta asfáltica	
EMPLEO	MANO DE OBRA LOCAL DIRECTA	---	---	---	---
	MANO DE OBRA LOCAL INDIRECTA	L	A	L	A
FISICO	AIRE	L	M	L	B
	SUELO	L	A	L	A
BIOLÓGICO	FLORA	L	A	L	M
	FAUNA	M	R	L	R
OTROS	TRANSITO	L	A	L	A
	ESTETICA DE INTERES PAISAJISTICO	L	I	L	I

Figura N°3: Matrices de Impacto ambiental – Pavimento rígido y flexible (Fase constructiva).
Fuente: Elaboración propia.

En relación al medio Empleo, la mano de obra del sector a urbanizar, se caracteriza por comercio incipiente en lo que respecta a Kioscos, despensas, etc., pero si hay un importante crecimiento en la construcción e instalación de locales para el alquiler de eventos para todo tipo de festejos (cumpleaños, bautismos, aniversarios, etc). La obra no impactará en lo que respecta a la mano de obra directa, pero si indirectamente habrá impacto ya que kioscos, despensas, vendedores ambulantes de comidas y café, etc se verán beneficiados por el consumo de estos productos por parte del personal afectado a la ejecución de la pavimentación.

Sobre el medio físico consideramos que el aire es característico de la zona conocida comúnmente como "La Quebrada", con un microclima agradable, fresco en temporadas cálidas debido a la presencia de abundante vegetación autóctona y rodeada de cordones montañosos.

El suelo del lugar donde se emplaza la obra es el característico del piedemonte de la capital riojana, es decir, un suelo arenoso (con alta capacidad de drenaje) con gran presencia superficial de rocas ígneas de tamaño mediano a grande (10” aprox.).

La flora es característica de la región conocida como Chaco Árido, prevalecen especies y vegetación autóctona como: algarrobos, considerado símbolo de la región por sus múltiples usos. No menos importante es la presencia de quebrachos blancos.

En cuanto a la diversidad faunística, muchos de sus componentes han sufrido una fuerte reducción en sus poblaciones, provocada por la intervención antrópica. En cuanto a la presencia de reptiles se destacan lagartijas e iguanas, también las peligrosas víboras yarará, cascabel y de coral. En cuanto a las aves es muy rica la diversidad existente, forman parte de ella águilas, halcones y loros, entre otros.

La zona donde se ubica la obra es de tipo residencial por lo que el transito medio diario es relativamente bajo. Aumenta a primera hora de la mañana al igual que al atardecer, que es cuando los residentes del sector egresan hacia sus lugares de

trabajo y por la tarde cuando regresan a sus hogares. El sector presenta las mejores visuales de la ciudad de La Rioja, dado que se trata de una topografía más elevada que el resto de la ciudad. Rodeada de montañas y vegetación autóctona, como marco paisajístico, los residentes del sector son privilegiados en vivir ante tan hermoso escenario natural.

Identificación de acciones impactantes

- Construcción de base granular: La ejecución de esta capa del paquete estructural tanto rígido como flexible provoca impactos significativos sobre los factores ambientales considerados como el aire, suelo, flora, fauna, etc. La construcción de la base granular implica la utilización de equipos viales como Motoniveladoras, Cargador frontal, rodillo vibratorio, camiones volcadores y regadores. Las motoniveladoras, cargadores frontales y rodillos generan ruidos y vibraciones en su trabajo diario, los camiones volcadores dispersan en el aire material particulado cuando descargan el material de base. Así también dichos equipos pueden sufrir pérdidas accidentales de aceites y combustibles que afectan la calidad del suelo. Inevitablemente el trabajo de estos equipos viales altera el normal tránsito diario del sector de obra.

- Construcción de losa de hormigón (pav. rígido) y/o construcción de carpeta de rodamiento con mezcla asfáltica en caliente (pav. flexible): Para la ejecución de las losas es necesaria la operación mediante camiones "mixers" que lleven el hormigón hasta su lugar de colocación ya que los volúmenes que se manejan diariamente son grandes. Esto genera ruidos, vibraciones y la inevitable alteración del tránsito normal del sector. Lo mismo ocurre con el pavimento flexible, la mezcla asfáltica caliente sale de la planta de asfalto en camiones volcadores hasta llegar al sitio de la obra donde es volcada en la tolva de la terminadora de asfalto que será la encargada de colocar y extender una capa (carpeta) con dicho material. Esto genera ruidos, vibraciones, alteración del tránsito hasta el aumento mismo de la temperatura ambiente del sector ya que la mezcla asfáltica se coloca aproximadamente a 120 °C.

Un impacto común a ambos tipos de pavimentos es que se produce una "impermeabilización" del suelo natural, que trae como consecuencias la nula infiltración de las aguas de lluvia lo que aumenta significativamente la escorrentía superficial; lo que puede traer aparejado inundaciones imprevistas.

Conclusiones

Del estudio detallado de las matrices de impacto ambiental, se puede concluir:

- A priori, basándonos en la similitud de impactos tanto de un tipo de pavimento como del otro, no es tarea sencilla definir cuál es más o menos impactante para el medio ambiente. Por lo tanto, la decisión de utilizar uno u otro pavimento no estará influenciado por el aspecto ambiental si no que estará supeditado a un enfoque técnico y económico, siempre teniendo presente que la etapa que se está considerando es la constructiva.
- Para esta obra de pavimentación se tomaron los factores ambientales considerados, pero puede ocurrir que para otra obra que tenga características

particulares, la evaluación de impacto ambiental puede inclinar la balanza hacia la utilización de un tipo de pavimento.

- Es imperante la consideración del impacto ambiental que genera cualquier construcción en términos de emisiones de CO₂ que provoca el calentamiento global. No se consideró aquí la obtención de las materias primas para la construcción de los pavimentos, porque si así lo fuere el pavimento de hormigón sería el más impactante para el medio ambiente ya que el proceso de fabricación de cemento implica la quema de grandes cantidades de combustible o energía.
- A igualdad de impactos ambientales producidos por ambos tipos de pavimentos, sería interesante el reciclado de algunos tipos de residuos que sirvan como materias primas para la fabricación de estos pavimentos (Ej.: reutilización de hormigones antiguos los cuales son triturados que luego sirven como agregados pétreos para la fabricación de nuevos hormigones; por otro lado, el empleo de residuos plásticos o neumáticos en desuso de automóviles pueden servir para la fabricación de mezclas asfálticas).
- Este estudio comparativo ambiental reafirmo la importancia que revisten este tipo de análisis para cualquier tipo de obra en general (indistintamente la escala de la misma), ya que a partir del mismo se podrán detectar que soluciones técnicas y constructivas son las más apropiada para dar solución a un problema específico, por un lado, y por otro lado impactar lo menos posible al medio ambiente.
- Se cumplió con los objetivos propuestos de realizar la comparativa ambiental entre las dos soluciones técnico-constructivas (pav. rígido ó flexible) para un mismo problema que es de pavimentar el ingreso al Barrio Altos del Velazco. En cuanto al resultado obtenido de dicha comparativa ambiental se concluyó que ambos pavimentos impactan de igual manera sobre el medio ambiente, por lo que la decisión de optar por uno u otro tipo de pavimento no estará influenciada por el factor ambiental si no por un factor técnico económico, siempre destacando que el análisis se realice sobre la etapa constructiva de la obra.

Bibliografía

- Archila Acelas A. V., Aparicio Jurado, M. F., (2018). Impactos ambientales derivados del proceso de pavimentación de vías de transporte en Colombia. Programa de Ingeniería Ambiental. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Medio Ambiente. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bucaramanga. Colombia.
- Becker, E. (2013). Desempeño y Costos de Pavimentos de Concreto en Argentina. Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado. Pág. 5. Recuperado el 8 de Febrero de 2013 de: <https://es.slideshare.net/EdgardoBecker/becker-desempeo-y-costos-de-pavimentos-de-concreto-en-argentina-definitivo>.
- Revista ARQHYS, (2012). Concepto de pavimento. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com. Recuperado el 12 de Diciembre de 2018 de <https://www.arqhys.com/contenidos/pavimento-concepto.html>.

GENERACIÓN DE MAPA DE RUIDO SOBRE AVENIDA SAN NICOLÁS DE BARI DE LA CIUDAD DE LA RIOJA

Britez, Carlos L.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumno Maestría en Ingeniería Ambiental
britez.carlos@gmail.com

Resumen

Este trabajo estudia la contaminación acústica de un sector de la ciudad de La Rioja, a partir de los niveles sonoros medidos en diferentes puntos fijos que posibilita la confección de un mapa de ruido, mostrando de forma gráfica el grado de polución sonora generado por varios agentes, y poder obtener conclusiones de su grado de influencia.

Los problemas generados por el ruido ambiental en una ciudad, son una de las principales causas de deterioro de la calidad de vida de sus habitantes. Para visualizar su magnitud es posible elaborar un mapa de ruido. Para ello se realizarán mediciones en la Av. San Nicolás de Bari a distintas horas del día, relevando características del tráfico vehicular, la urbanización, la cantidad de transeúntes y las condiciones climáticas en el momento de la medición. Los relevamientos se realizarán de acuerdo a los requerimientos especificados por la Norma IRAM 4062:2016, usando un medidor de nivel sonoro marca 3M Sound Level Meter – Sound Pro SP que permite obtener valores en forma rápida y precisa.

Se elegirán estratégicamente una serie de puntos de medición representativos del área a investigar, introduciendo posteriormente el valor de los niveles sonoros relevados in situ en una herramienta informática que permite un mejor manejo de toda esta información como son los sistemas de información geográfica (GIS). En el sistema, el mapa está constituido por un determinado número de capas, y cada una de ellas contendrá gran cantidad de información que tiene efectos en la propagación y recepción del ruido, como por ejemplo información edilicia, de tráfico, etc. Cuanto mayor sea el volumen de datos con que se trabaja más precisas serán las conclusiones.

Este trabajo forma parte de un proyecto más amplio de Investigación del Grupo GAIA en forma conjunta con los Dptos. de Electrónica y Electromecánica (UTN-FRLR) sobre Ruido Ambiental, contribuyendo a la mejora de la calidad de vida de la población y la preservación ambiental. Se pretende que el mapa de ruido entregue información visual del comportamiento acústico de un área geográfica en un momento determinado; permitiendo a la ciudadanía tener un mejor conocimiento sobre riesgos para la salud; y, a su vez, servir como una herramienta de consulta a la hora de la Elaboración de normativas que contribuyan a reducir la contaminación del Ruido Ambiental.

Palabras Claves: Mapa de Ruido, Nivel sonoro, Ruido ambiental.

Introducción

Muchos son los problemas ambientales presentes en diversos lugares de una ciudad, uno en particular es el Ruido Ambiental que afecta al ser humano. La molestia que produce el Ruido en la población aumentó en los últimos años, siendo percibido como una de las principales causas del deterioro de la calidad de vida.

Una compañía multinacional líder GAES en el sector de la corrección auditiva, con Centros Auditivos en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), Gran Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe realizó un Estudio sobre el nivel de ruido y el Medio Ambiente en la Argentina; GAES (2014) afirma: “Casi el 90 por ciento de la población argentina considera la exposición al ruido como un problema de contaminación medio ambiental que termina generándole perturbación en su vida diaria, estrés y pérdida de capacidad auditiva”.

Son muchos los factores que contribuyen a su existencia y a aumentar sus niveles. El elevado crecimiento poblacional de las ciudades ha provocado un incremento del tráfico vehicular y del servicio de transporte público. Es así que la gran cantidad de autos y motocicletas en buenas y malas condiciones, la existencia de locales comerciales, locales bailables o de reuniones donde el sonido es amplificado y con equipos de sonido que a veces superan ampliamente los límites sonoros permitidos, etc., contribuyen a la aparición de Niveles del ruido comunitario o ambiental.

Este Ruido Ambiental puede provocar, de acuerdo a las características propias de cada individuo, efectos nocivos en la salud del mismo, como, por ejemplo: problemas auditivos que conllevan interferencias en las comunicaciones, hipoacusia permanente e irreversible, acufenos, hipertensión, estrés, nerviosismo, falta de atención, irritabilidad, aumento del ritmo cardiaco, alteraciones del sueño, ansiedad, dificultades en el aprendizaje, disminución del rendimiento laboral, etc.

El Municipio de la ciudad de La Rioja cuenta con la Ordenanza N° 1182 del Año 1975, de contenido muy general, que en los artículos 54 al 68 regula los ruidos molestos, innecesarios, y excesivos, reglamentando los decibeles permitidos en distintos ámbitos. Dado que se han producidos cambios en la comunidad riojana como, por ejemplo, el tráfico, sonidos domésticos, etc.; se hace necesaria una revisión de esa normativa, tendiente a mejorarla.

Para poner en evidencia el problema, se elaboran los Mapas de Ruido que muestran gráficamente, en un sector elegido de la ciudad, el grado de polución sonora generado por varios agentes. En distintas ciudades del país se viene trabajando en la realización de los Mapas de Ruido teniéndose en cuenta, para su elaboración, diferentes características propias de la zona elegida para el estudio. En el caso particular de la ciudad de La Rioja no se han publicado trabajos al respecto.

En este trabajo se analizan los valores de ruido ambiental del macrocentro de la ciudad, comenzando el estudio en Av. San Nicolás de Bari continuando, luego, en las demás avenidas y calles comprendidas en la zona seleccionada.

En la elaboración de un Mapa de Ruido es necesario un elevado número de datos de entrada, estos son esenciales y de ello depende los niveles de ruido existentes

Para la medición del nivel de ruido ambiental se dispone de un Medidor de Nivel Sonoro, Marca 3M Sound Level Meter Sound Pro SP DI -2-1/3 (figura 2); que permite obtener los valores en forma rápida y precisa, a distintas horas en los distintos puntos seleccionados de la arteria elegida. Dichas mediciones se registran en Planillas de campo, junto con la hora y coordenadas obtenidas de GPS Garmin del lugar donde se realiza la medición. Además de sacarse fotografía del tráfico urbano y vehicular del lugar para posteriormente poder ser usadas a fin de definir su influencia en los niveles de ruido medidos.



Figura 2: Medidor de nivel de sonido Sound Pro 3M (TM)

En una etapa posterior se intentará diseñar un prototipo de instrumento de medición pequeño y económico, que permita obtener el valor de la medición y transmitirlo a un lugar donde se evalúen los datos receptados. Esto se realizará, en lo posible, en cada uno de los puntos de medición de la arteria elegida. Con ello se espera tener datos reales de la avenida y con una frecuencia de tiempo corta, de manera de observar, en una aplicación, lo que sucede en todo momento en el lugar. Con estas mediciones se podrán sacar conclusiones útiles para la comunidad.

Toda esta información, tanto acústica como edilicia, de tráfico, etc., debe ser procesada. Como no resulta fácil disponer de buenos datos de entrada, será necesaria una buena recolección de los mismos. Cuanto mayor sea el volumen de datos, más precisas serán las conclusiones a las que se puedan llegar. Para ello, se utilizará una herramienta informática que permite un mejor manejo de toda esta información como son los sistemas de información geográfica (GIS), donde el mapa está constituido por un determinado número de capas y cada una de ellas contendrá gran cantidad de información que tiene efectos en la propagación y recepción del ruido.

La información que se precisa para la confección de los Mapas de Ruido es variada debiéndose, en una primera etapa, identificar las principales fuentes de ruido y localización de las zonas más ruidosas y problemas, como así también las zonas silenciosas o no contaminadas. Esta información es accesible, aunque se debe ser cuidadoso en el nivel de detalles de lo observado. El mayor inconveniente puede ser el tiempo que se puede llegar a ocupar, y cómo se brindará esa información al ciudadano para que sea fácil de interpretar, para lo cual se debe elegir colores y formas sencillas de interpretación de lo evaluado en el lugar.

Resultados y discusión

Este trabajo contribuye a un proyecto más amplio de Investigación del Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales GAIA en forma conjunta con los Departamentos de Ingeniería Electrónica y Electromecánica sobre Ruido Ambiental, que se está investigando en la Universidad Tecnológica Nacional UTN Facultad Regional La Rioja, que tiene como objetivo contribuir a la mejora de la calidad de vida de la población y la preservación ambiental. Desde este proyecto se pretende prevenir y reducir la contaminación acústica; reduciendo los efectos negativos derivados de este tipo de contaminación para la salud humana, de otros seres vivos y el entorno natural o cultural.

En este mapa de ruido se espera entregar información en forma visual del comportamiento acústico de un área geográfica (avenida, ciudad), para lo cual se hace uso de un software en forma fácil y didáctica en un momento determinado; permitiendo a la ciudadanía tener una mayor y mejor información, tener conocimiento sobre riesgos para la salud, brindarle una participación informada y responsable en la gestión ambiental; y por sobre todo conseguir el apoyo en la toma de decisiones en la gestión en control de ruido ambiental. Por último, podrá servir como una herramienta de consulta a la hora de la redacción de normativas, para lograr la reducción de la contaminación acústica.

Por otro lado, diseñar un equipo sencillo de medición que mida y transmita los datos, en el momento que se lo requiera, de todos los puntos de medición de la zona analizada, es uno de los desafíos a lograr. Para ello se comienza a trabajar en el Departamento de Electrónica de la UTN FRLR para llegar a un primer prototipo del equipo de medición, debiendo cumplir con ciertos requisitos dentro de las normativas existentes. De esta forma se podría observar en el software implementado una clara idea de lo que está sucediendo en cada momento en el lugar.

Conclusiones

Los mapas de ruidos son una buena herramienta para la apropiada planificación urbana: permiten implementar un planeamiento integral y sostenible, introduciendo en las políticas futuras la variable del ruido ambiental (o contaminación acústica). Determinar la situación acústica actual del macrocentro de la ciudad de La Rioja permitiría realizar actividades de gestión y control del Municipio capitalino, como también tener en cuenta la influencia de nuevas variables a considerar en la modificación de los Niveles de Ruido Ambiental.

Se considera de gran importancia contribuir a que las autoridades provinciales y del municipio se interioricen en la temática y acompañen el desarrollo de estos trabajos de investigación que vienen desarrollándose en distintos grupos de investigación.

Bibliografía

- Asfalh, R. (2010). Seguridad Industrial y Salud. México. Ed. Pearson.
Bastian Nicolas M. (2015). Elaboración de mapa de ruido de la ciudad de Valdivia mediante software de modelación utilizando métodos de simplificación. Universidad Austral de Chile, Estudiante de Ingeniería Civil Acústica

- Cattaneo, M., Vecchio, R., López Sardi, M., Navilli, L., Scrocchi, F. (2010) Estudio de la Contaminación Sonora en la Ciudad de Buenos Aires. Grupo GIIIS, Facultad de Ingeniería, Universidad de Palermo. Buenos Aires, Argentina.
- Creus, A., Mangosio, J. (2012). Seguridad e Higiene en el trabajo. Argentina. Ed. Alfaomega.
- Díaz Ramirez, R. (2012). Muestreo Temporal para la evaluación del ruido ambiental. Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Gayo, J. L., Velarde Suarez, S., Ballesteros Tajadura, R., González Pérez, J., y Santolaria Morros, C. (2006). Acústica Ambiental. Universidad de Oviedo, España.
- Gimenez de Paz, J. (2007). Ruido para los posgrados de higiene y seguridad industrial. Buenos Aires. Ed. Nobuko.
- Mangosio, J. E. (1994). Fundamentos de Higiene y Seguridad en el Trabajo. ISBN 950-9088-87-6. Buenos Aires, Argentina.
- Hidalgo Otamendi, Antonio¹, Hernández Martín, Alberto², Morcillo López, Miguel Ángel³; Hernández Echegaray, María José. Metodología para la realización de Mapas de Ruido. Parque tecnológico de Boecillo, Boecillo, Valladolid, España. 2008
- Petiti, Y. I., Lorenzo, J., Verzini, A. M. (2010). Evaluación de un Entorno Sonoro Urbano. Centro de Investigación y Transferencia en Acústica, Facultad Regional Córdoba, UTN, y Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades, UNC. Córdoba, Argentina.
- Petiti, Y. I., Verzini, A. M. (2009). ¿Qué sabemos sobre los efectos del ruido? I Jornadas Regionales de Acústica-AdAA. Rosario, Argentina.
- Quiroga, M. del C. (2009). Análisis de las preguntas abiertas de un cuestionario utilizado para evaluar las interferencias y los efectos psicológicos del ruido. Tesis de Licenciatura en Psicología, Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- Varón L., García J.M..El ruido ambiental en el centro de la ciudad de Ibagué, Colombia y la medida de pico y placa. Colombia. 2017
- Yepes Dora, Gomez Miryam, Sanchez Luis, Jaramillo Ana. Metodología de Elaboración de Mapas Acusticos como herramienta de Gestión del Ruido Urbano – Caso Medellín. Grupo de Higiene y Gestión Ambiental, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Colombia. 2008.

Otras fuentes

- “Como evitar la contaminación sonora.” <http://www.ecologismo.com/2008/08/14/como-evitar-la-contaminacion-sonora/>
- “Ley 1540. Control de la Contaminación acústica de la Ciudad Autónoma de Bs. As.” <http://www.cedom.gov.ar/es/legislacion/normas/leyes/ley1540.html>
- “Casi todos los argentinos se creen contaminados con ruidos molestos” <https://www.lacapital.com.ar/informacion-gral/casi-todos-los-argentinos-se-creen-contaminados-ruidos-molestos-n782609.html>

Legislación

- "Constitución de la Nación Argentina (1994) y declaraciones, convenciones y pactos". Editorial Antártica. Buenos Aires. (Complemento del diario Página 12)
- "Código Civil de la República Argentina". Editorial Zavalía. Buenos Aires, 1996
- "Constitución de la Provincia de Formosa (1991)". Boletín Oficial, 3/4/91.
- "Ley N° 19.587/72 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y Reglamentación Decreto 351/79". Editorial Panamericana. Santa Fe (Arg), 1993.
- "Ley N° 24.557/95 de Riesgos del Trabajo, decretos reglamentarios N° 170/96 y N° 333/96, resolución N° 38/96 SRT y laudo N° 156/96 MTSS". Editorial Zavalía, Buenos Aires, 1996.
- "Reglamento Nacional de Tránsito y Transporte (Decreto N° 692/92)". Editorial Olimpia.
- "Ley de Tránsito - Ley N° 24.449/94". Boletín Oficial 10/12/95.

GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS Y LIQUIDOS PELIGROSOS EN EL TALLER MECANICO DEL INSTITUTO PROVINCIAL DEL AGUA (IPALaR)

Carrera, Lourdes Karina ⁽¹⁾; De La Vega, Jesica ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumna Maestría en Ingeniería Ambiental
lourdeskarinacarrera@gmail.com

Resumen

Un taller mecánico genera residuos, tanto peligrosos como sólidos urbanos, en las actividades que allí se realizan; fundamentalmente en lo concerniente a los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo que prestan a los vehículos, en donde se emplean sustancias consideradas peligrosas, como son algunos consumibles aceites y lubricantes, que al desecharse dan origen a un residuo peligroso, que debe ser manejado, almacenado y dispuesto, de acuerdo a las exigencias de la normativa vigente.

Cabe destacar que la Ley Nacional N° 24.051 promueve el control de la generación, manipulación, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos. El presente proyecto está destinado a la gestión de los residuos sólidos y peligrosos perteneciente al taller mecánico del Instituto Provincial del Agua (IPALaR) en la provincia de La Rioja, la cual mediante Ley Provincial N° 8.735/2002, se encuentra adherida a la Ley Nacional mencionada anteriormente.

El proyecto se centra en la gestión y minimización de la generación de los residuos, tanto peligrosos como no peligrosos. Con el fin de regularizar el taller mecánico debido a la falta de gestión de tratamiento del mismo, como a su vez la normalización ante la Secretaria de Ambiente (SAM) como generador, manipulador y posterior disposición final de los residuos sólidos y peligrosos.

El alcance del proyecto implementa los lineamientos generales para desarrollar un programa de vigilancia, control, monitoreo y supervisión del ambiente, a fin de verificar cualquier discrepancia alarmante con relación a la gestión de residuos sólidos y líquidos peligrosos, investigar sus causas y determinar sus acciones correctivas y minimizadoras.

Palabras Claves: Gestión, Residuos Sólidos y Líquidos Peligrosos, Taller Mecánico.

Introducción

El Instituto Provincial del Agua La Rioja (I.P.A.La. R) es un organismo autárquico con personería jurídica propia de derecho público. Tiene como fin la administración racional y adecuada de los recursos hídricos de la jurisdicción provincial. La misma se encuentra ubicada en la Av. Luis Vernet N° 1300, B° San Cayetano. El edificio ocupa una superficie total de 10.705 m², el cual cuenta con un edificio principal donde se desempeñan tareas técnicas y administrativas en oficinas, depósitos, cocheras, talleres mecánicos y laboratorios. En lo que respecta al sector de estudio, el taller mecánico ocupa una superficie 80 m², el cual está provisto de una entrada

independiente por dentro del edificio principal y una para los vehículos a reparar, por calle Apóstol Felipe.

El taller mecánico (área de servicios) cuenta con 6 empleados que desempeñan distintas tareas. El horario de trabajo es de 5 horas, de 08:00 hs a 13: 00 hs.

Los trabajos que se realizan son de mantenimiento y reparación de vehículos, que conforman el parque automotor de la institución, como se observa en la figura N° 1, también se utiliza para acopiar vehículos que se encuentran obsoletos.

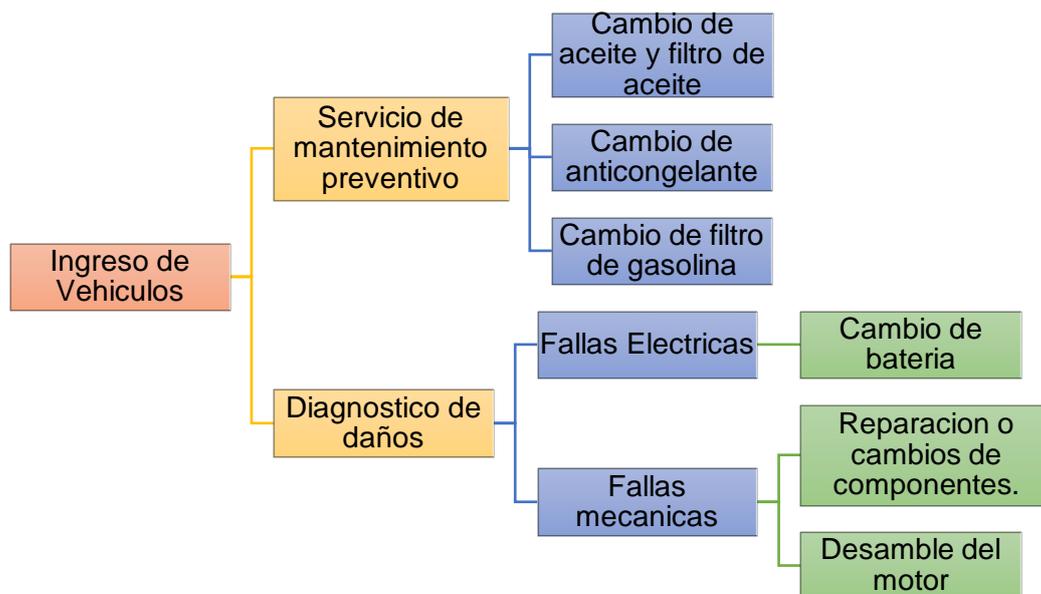


Figura 12 Diagrama de flujo perteneciente al taller mecánico.

En relación a sus residuos se pudo observar una variada cantidad provenientes del servicio que allí se brinda, que es el de mantenimiento - reparación de los vehículos y máquinas que emplea el Instituto para los diversos trabajos que realizan. Véase tabla N°: 1

Tabla 3 Residuos del mantenimiento - reparación de los vehículos y maquinas del IPALaR.

Tipo de Residuo	Gestión Actual	Características	Disposición final
<i>Aceite usado para motores</i>	Los mismos se renuevan en sus vehículos (camionetas y camiones), con un promedio de 110 a 120 lts mensuales. Los aceites usados son depositados en una batea (Ver Anexo Fotográfico-Imagen n° 1) dentro del taller.	Toxico e Inflamable	Entrega a talleres mecánicos que reutilizan en lubricante en equipos más antiguos

<i>Aceite hidráulico usado</i>	Este aceite se agrega a las maquinas, debido a que es común que cuando la misma se encuentra estacionada sufre pérdidas del aceite, el cual generalmente cae en el taller, de donde se encuentre funcionando o estacionada la máquina.	Toxico e Inflamable	Se acumula para filtrarlo posteriormente y reutilizarlo en equipos viales.
<i>Filtros de Aceites usados</i>	Al efectuar el cambio de filtro se procede a colocarlo en tambos de 200 litros, ubicado dentro del lugar de trabajo.	Toxico e inflamable Toxico e inflamable	Entrega a empresa "Rezagos Industriales" ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.)
<i>Filtros de Gasolina usados</i>	Los mismos se ven acumulados en tambos de 200 litros, donde se ubican los vehículos y/o maquinas cuando se procede tanto el mantenimiento o algún diagnóstico de daño. Realizado en la fosa del taller	Toxico e inflamable	
<i>Trapos o estopas impregnados con aceites</i>	Dentro de ellos encontramos los recipientes en los que vinieron los aceites nuevos, combustibles, detergentes, etc. Generalmente los mismos son utilizados para contener el aceite usado o para colocar combustible o agua, es decir para llevar otras sustancias que no es la inicial que contuvo.	Toxico	
<i>Recipientes vacíos que contuvieron aceites, anticongelante, líquido de frenos y aerosoles</i>	Todos los residuos que se generan al realizar ya sea el mantenimiento preventivo o por algún desperfecto, son colocados en tachos de 200 litros, sin ninguna medida de identificación.	Toxico	Acopio dentro de la Institución
<i>Residuos anticongelantes y líquido de frenos Desengrasantes contaminando utilizado para el lavado de piezas</i>	Las mismas se acumulan en un sector del taller, al aire libre; ocasionalmente algunas son llevadas e intercambiadas por baterías nuevas.	Corrosivo	

Materiales y métodos

Para este trabajo, se realizó un relevamiento in situ teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- a) Identificación de los puntos donde se generan los residuos a estudiar.
- b) Identificación de las características de peligrosidad del residuo y categoría de generador según lo especifica la ley.
- b) Análisis de cada una de las estrategias: prevención, valorización, tratamiento, y disposición final.
- d) Análisis de alternativas de minimización de la generación de residuos.
- e) Referencia de los procedimientos internos para recoger, transportar, embalar, etiquetar y almacenar.

Resultados y discusión

Para lograr la minimización de residuos peligrosos en la generación se tomarán una serie de medidas, citadas a continuación; las que deberán ser implementadas, para reducir sensiblemente el volumen de dichos residuos, y como consecuencia obtener un ahorro económico considerable.

1. Adquisición de insumos para refacciones: Toda sustancia peligrosa que se adquiera: aceites lubricantes, aceites de transmisión, líquido de frenos, anticongelantes, desengrasantes, solventes, deberá contar con la ficha de datos de seguridad (FDS), según el sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA). En el caso de aceites lubricantes y aceites de transmisión, adquirir productos a granel, en tambores de 200 litros de capacidad, evitando el uso de recipientes de plástico.
2. Suministro de refacciones e insumos al taller mecánico: La refacción o suministros que se requieran (filtros de aceite, filtros de gasolina, bujías, balatas, partes automotrices, etc), deberán entregarse sin ninguna envoltura o empaque. previamente deberán quedarse dentro del Galpón de Deposito en forma ordenada, clasificada por tipo de material (cartón, plástico, otros). El aceite lubricante o de transmisión, se entregará a granel, en recipientes que indiquen el volumen específico a emplear, por tipo de vehículo, procurando que los recipientes tengan tapa, para evitar derrames en el trayecto. Todos estos recipientes estarán bajo resguardo y deberán mantenerse limpios.
3. Operaciones dentro del taller mecánico: Toda actividad que se realice dentro del taller mecánico, deberá generar el mínimo de residuos peligrosos, para lo cual se deberán tomar las siguientes precauciones:
 - Fugas: En todo vehículo que presente fugas de aceite o anticongelante, que ingrese al taller, se deberá colocar una charola para captación de derrames, mientras se realiza la revisión mecánica.

- Cambios de aceite y filtro: Durante los cambios, se deberá evitar que el aceite usado caiga al piso. Se convendrá utilizar preferentemente los dispositivos que permiten captar el aceite directamente del cárter. El filtro usado deberá escurrirse y colocarse en el recipiente específico para este residuo peligroso.
4. Afinaciones de motor: Dentro de las afinaciones de motor es común sustituir las siguientes partes automotrices: Filtros de aire; Filtros de gasolina y Bujías. La única refacción que se considera un residuo peligroso, es el filtro de gasolina usado, por la presencia del inflamable. En el caso de los filtros de aire, estos solo serían considerados peligrosos si tuviesen residuos de aceite; sin embargo, los filtros de aire en donde se observe solo la presencia de residuos de polvo, no son considerados peligrosos, por lo que se debe evitar contaminarlos.
5. En relación a la disposición de los residuos (filtros de aceite, combustible, trapos y estopas impregnados con grasa y aceites, recipientes vacíos, baterías usadas, entre otros), son acopiados en contenedores denominados Volquetes, localizado en la playa de estacionamiento de IPALaR, del cual la empresa Rezagos Industriales, procede a su retiro cargados en camiones de esta empresa, adaptada y habilitada para su transporte, cubiertos en su totalidad por lonas, para evitar la caída de lo transportado en la vía pública y trasladados a la planta.

Tomando en consideración las políticas establecidas en los numerales anteriores, los únicos residuos peligrosos que se manejarían dentro del taller mecánico, son los siguientes:

a) Residuos líquidos:

- Aceite usado.
- Anticongelante gastado.
- Líquido de frenos gastado.
- Residuos de trampas de grasas y aceites.

b) Residuos sólidos

- Filtros usados de aceite y gasolina.
- Trapos o franelas impregnados de aceite.
- Filtros usados de aire (siempre y cuando estén impregnados de aceite).
- Recipientes vacíos que contuvieron anticongelante y líquido de frenos.
- Recipientes vacíos de aerosoles empleados como lubricantes y limpia contactos.

El personal debe contar con recipientes “en el sitio” para depositar los residuos peligrosos que genere en sus actividades diarias, claramente identificados, para los siguientes residuos: *Filtros usados de aceite. Trapos, franelas y filtros de aire impregnados de aceite. Envases de plástico vacíos que contuvieron alguna sustancia peligrosa (anticongelante, líquido de frenos, aceite de transmisión). Filtros de gasolina y envases metálicos vacíos que contuvieron alguna sustancia peligrosa (aerosoles, líquido de frenos).* En el caso de las baterías usadas, se deberá contar con una tarima de material plástico, para que resista la corrosión ácida. El aceite usado y los lodos de la trampa de grasas y aceites, deberán enviarse directamente al almacén temporal. (Figura n°2).

La identificación de cada recipiente deberá realizarse empleando el formato de etiqueta F-I-RPE²⁴, que se muestra (Figura n°1). El área donde se ubiquen los recipientes deberá estar delimitada con franjas de color amarillo de 10 cm de ancho, colocando en la parte superior de cada uno de ellos el nombre del residuo que corresponda, para que estos siempre se ubiquen en el lugar asignado.

Figura 1 – Etiqueta F-I-RPE

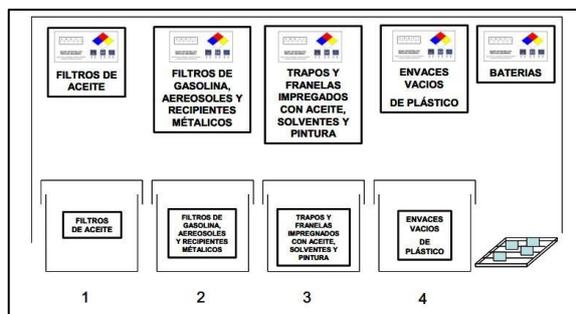


Figura 2 – Identificación de residuo peligrosos in situ

Conclusión

Como diagnóstico sobre el taller mecánico perteneciente al Instituto Provincial del agua, referente a la gestión de sus residuos peligrosos, se concluye que:

- Es necesario y obligatorio el cumplimiento de la Gestión de los mismos, dado que al realizar el presente trabajo se constató que no está implementado en el lugar un sistema de gestión en sus residuos.
- La Unidad de Gestión Ambiental y Social, puede constituirse en un punto de partida para implementar las acciones de mejora, propuestas en el presente trabajo, aunque debe fortalecerse para lograr ejercer una labor eficiente.

²⁴ F-I-RPE “Formato de identificación de residuos peligrosos”

- Uno de los aspectos principales para la gestión de los residuos peligrosos es la disponibilidad de un sitio de acopio, que cumpla con los requisitos mínimos de seguridad para tal fin; para ello el taller deberá contar con un lugar específico, para la clasificación y almacenamiento temporal de los residuos ya que el existente no es el adecuado, por lo que es necesario que se destine un lugar apto y seguro.
- Una falencia importante detectada es la ausencia de registros en la generación de residuos peligrosos en el taller, esto es impedimento a la hora de formular indicadores de gestión enfocados a su prevención y minimización.

Bibliografía

Munuce, Soule: *Apuntes Seminario Residuos Sólidos y Peligrosos. Especialización Y Maestría En Ingeniería Ambiental*. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional La Rioja. Junio 2017.

Publicaciones electrónicas

¹http://www.camaracoruna.com/c/document_library/get_file?folderId=14207&name=DLFE-1413.pdf

²<https://www.inti.gob.ar/ambientesg/pdf/pilasybaterias2016.pdf>

³Sistema de Información Ambiental Nacional: *Leyes, Resoluciones y Ordenanzas Varias de La Provincia de La Rioja y Municipalidad de La Ciudad de La Rioja*. 2000.

ANALISIS SOCIO-AMBIENTAL EN CURTUME CBR

De La Vega, Jesica ⁽¹⁾; Carrera, Lourdes Karina ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumna Maestría en Ingeniería Ambiental
jc.delavega.n@gmail.com

Resumen

Las curtiembres son un ejemplo de industrias con alto potencial de impacto ambiental y sobre la seguridad laboral. Esto es consecuencia, principalmente, del uso de compuestos químicos para el curtido, como solventes, pigmentos, etc; que suelen ser tóxicos y persistentes, y afectan la salud humana y el medio ambiente. Los impactos incluyen efectos sobre las aguas donde se descargan los efluentes, el suelo, el agua subterránea, los sitios de disposición de los lodos de tratamiento y residuos sólidos, la calidad del aire y la salud humana.

El presente trabajo aborda la problemática Socio-ambiental de Nonogasta, ubicada en el departamento Chilecito de la provincia de La Rioja (Noroeste Argentino), causada por la contaminación que produce una curtiembre ubicada en la localidad desde finales de la década del ochenta.

La reglamentación a tener en cuenta para el análisis del conflicto-socio ambiental de Curtume CBR, se puede mencionar: Ley Nacional General del Ambiente N° 25.675, Ley N° 24.051, la cual reglamenta generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de Residuos Peligrosos y sus leyes provinciales: Ley N° 7801/2004 “Ley de medio ambiente”, Ley N° 8871 “Política Hídrica Provincial”, Ley 4.741 y su Decreto reglamentario 773/93 el cual se establece el marco regulatorio de las descargas de los Efluentes Líquidos Industriales.

El alcance del proyecto está destinado a analizar el conflicto socio-ambiental utilizando categorías y aspectos de las normativas vigentes e identificar a partir del estudio, el rol de la normativa ambiental y las estrategias de los actores intervinientes.

Palabras Claves: Contaminación, Conflicto Social y ambiental, Normativas.

Introducción

La curtiembre Curtume CBR Ltda. una de las más grandes del país, se dedica al curtido y terminación de cueros, se encuentra sobre la RN40 en el pueblo de Nonogasta (Latitud 29° S / Altitud 69° O), dentro del Departamento de Chilecito en la provincia de La Rioja, figura 1.

Podemos ubicarla a pocos metros del Río Grande o de Los Sauces. Uno de los principales problemas radica en que la curtiembre en su proceso de curtido y terminación de cueros, utiliza y derrama 8 millones de litros de agua por día, con metales pesados, cromo, plomo, sulfuros y ácidos químicos en las más de 200 lagunas de cola (4 kilómetros de piletones contaminados) que se llenan hace más de 30 años y que contaminan las napas de agua, el aire (emanación de fuertes olores) y el suelo. Las Curtiembre está a 300 metros de la población y sus piletones están

muy cerca de los vecinos y del pozo de agua de donde consume la localidad. Desde sus inicios nunca hizo un tratamiento de sus afluentes y siempre arrojó residuos sólidos y líquidos al campo.



Figura 1: Imagen frontal Curtume CBR Ltda.

Materiales y Métodos

Ante ello y para poder identificar el análisis socio-ambiental que interactúa la curtiembre CBR, se confecciono la reconstrucción cronológica del mismo:

Año 1987

Nacimiento e inicio de operación de la Curtiembre, La familia Yoma es dueña de la misma desde 1987, hasta el año 2005 que entró en quiebra.

Año 2008

La curtiembre, reabre sus puertas de la mano de la empresa brasileña Bom Retiro. Se compró la curtiembre por la suma de 6 millones de dólares en cuatro pagos -ocho veces menos que su precio real- más algunas otras cláusulas como la de no garantizar la totalidad de las fuentes de trabajo, la liberación del 21 % del impuesto a la exportación, y la construcción por parte de la provincia de una planta de efluentes. Desde aquél momento al día de hoy, los compromisos de la empresa y los sucesivos gobiernos para solucionar la crisis ambiental de Nonogasta han sido numerosos, pero ninguno fue cumplido.

Año 2013

Informe dado por el reconocido médico cirujano Aníbal Ojeda, especialista en malformaciones congénitas, advirtió sobre lo que pasaba con los niños de Nonogasta, "Lo alarmante es que el número de casos es mayor a lo normal". "La contaminación es evidente en Chilecito y Nonogasta", de lo contrario no se puede justificar que existan tantas malformaciones monstruosas", añade Ojeda. Las estadísticas de

salud en este pueblo son alarmantes, hay 5 veces más casos de enfermos de cáncer en Nonogasta que la media nacional.

Marzo 2013

Vecinos se organizaron para ser escuchados y luchar para que se ponga en funcionamiento la planta de tratamiento de los líquidos industriales contaminantes prometida por la empresa y el gobierno, conformando para esto la Asamblea El Retamo (Nonogasta) y Ciudadanos por la Vida (Chilecito)

Año 2015

El Concejo Deliberante de Nonogasta declaró por pedido de los pobladores, la Emergencia Sanitaria de la ciudad en una sesión ordinaria. Los ediles expusieron en el primer artículo del documento que se declara a Nonogasta "en estado de emergencia sanitaria y ambiental en virtud al mal funcionamiento y falta de compromiso" de tres empresas. Estas compañías son la vitícola "SAPEM", empresa estatal; la "CBR" (ex curtiembre Yoma); y la nuecera "Coralino". Las tres empresas incumplen los compromisos de inversión que deben realizar para evitar que los desechos industriales y aguas servidas sean arrojados a la vía pública provocando la proliferación de insectos, olores nauseabundos y todo tipo de contaminación en consecuencia del funcionamiento de las mismas, indicó la medida del Concejo Deliberante.

Año 2017

Vecinos y vecinas de la localidad de Nonogasta, denunciaron otro derrame de la curtiembre. Mucha cantidad de líquido residual sin ningún tipo de tratamiento. Clara Olmedo, integrante de la Asamblea El Retamo de Nonogasta, contó que "en el medio de la noche con linternas y celulares, se dieron cuenta que había un derrame en la zona del pulmón verde". Este predio que está pegado a la Ruta 40.

Enero - febrero de 2017

Vecinos y asambleístas han cortado la ruta 40 en reiteradas oportunidades reclamando por una solución a este grave problema ambiental y social que sufre su comunidad. Los últimos cortes fueron realizados el 19 de enero y 2 de febrero de 2017, incitado entre otras cosas, por el anuncio del secretario de Ambiente de Chilecito que indicaba el cierre de una perforación que abastecía de agua a Nonogasta, por los altos niveles de contaminación encontrados en un análisis realizado por la Universidad Nacional de Córdoba. Denunciando además la falta de respuesta de las autoridades provinciales, principalmente la del secretario de Ambiente de La Rioja Santiago Azulay, que hace tiempo viene prometiendo medidas de mitigación ambiental y la instalación de equipos especiales para filtrar y prensar el cromo.

26 de junio de 2017 - (Facultad de agronomía de la UBA)

El estudio se hizo durante las pasantías interdisciplinarias de la UJS-PO.

Un conjunto de estudiantes presentó el “Informe Ambiental de Nonogasta”, que pone de manifiesto el altísimo grado de contaminación en la localidad riojana como producto de la actividad de la curtiembre CBR. El estudio fue realizado en base al análisis de muestras (de sedimento, efluente de desecho industrial y agua corriente) recogidos durante la Pasantía interdisciplinaria Pueblos Mineros que realizó en el 2016 la UJS-Partido Obrero.

Resultados y discusión

En lo siguiente se identificará la totalidad de normativas ambientales aplicables a la industria, distinguiendo entre normas que regulan la localización, emisiones atmosféricas, descargas líquidas, residuos sólidos, ruido, seguridad y salud ocupacional.

De los estudios que se realizaron en la curtiembre **Curtume CBR Ltda.** de los componentes de vertidos resultantes de la producción, los resultados arrojaron la existencia de altos valores de cromo y una variedad de contaminantes orgánicos, evidenciando más problemas que se sumaron a las constantes denuncias de olores nauseabundos y reacciones respiratorias adversas provenientes de los compuestos emanados por la curtiembre a la atmosfera.

Esta situación es la fuente de un conflicto ambiental, originado en la detección de reiterados casos de enfermedades cancerígenas, respiratorias y alérgicas en pobladores cuya causa se adjudica a la contaminación de las napas de agua que los pobladores consumen y del área en que desarrollan sus vidas de relación, así como a la aspiración de gases emanados por la fábrica.

La reacción de las empresas cuando la información de la contaminación o los riesgos que produce se dan a conocer suele ser la de amenazar con la pérdida de puestos de trabajo, colocando a los trabajadores y a la población en la situación de tener que aceptar las condiciones que la empresa impone a cualquier costo.

Dicha empresa, vuelca sus barros industriales, cabe destacar, como ya se mencionó, que los mismos contienen metales pesados, hecho que los convierte en residuos peligrosos (Leyes 24.051 y 11.720 y sin embargo se gestionan como residuos comunes)

Haciendo un breve resumen de la contemplación de los aspectos ambientales en nuestra legislación encontramos como mínimo:

I A nivel Nacional:

- Art. N° 41, N° 43 de la Nueva Constitución Nacional.
 - Los Tratados Internacionales sobre Derechos Humanos enumerados en el artículo 75, inc.22 se encuentran en un mismo plano jerárquico que la Constitución Nacional.
 - Ley 24.295: (7-12-93) Aprobación Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Global.
 - Ley 26.011 (16-12-04) Aprobación Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.

- La Ley N° 25.675 - General del Ambiente
- La Ley 25.831 - Régimen de Libre Acceso a la Información Pública Ambiental
- La Ley N° 24.051, de residuos peligrosos,
- La Ley 20.284/73 de calidad de aire
- Resolución Nro. 1139/2008. Programas de Reconversión Industrial.

II A Nivel Provincial:

- Ley 11.459 – Radicación Industrial relacionada a la expedición del Certificado de Aptitud Ambiental (CAA) que permite la instalación de la industria.
- Ley N° 5.965/58 y Decretos Reglamentarios: disposición de efluentes residuales, tanto sólidos, líquidos o gaseosos, sea cual fuere su origen.
- En lo que hace a efluentes gaseosos, el Decreto 3.395/96 estipula las pautas a que debe atenerse todo generador de emisiones gaseosas provenientes de fuentes fijas.
- Decreto - Ley 6.769/58 - Ley Orgánica de las Municipalidades. Esta ley regula la radicación, habilitación y funcionamiento de los establecimientos comerciales e industriales en el ámbito municipal en todo el territorio provincial.
- Ordenamiento Territorial Decreto Ley 8912/77.

Conclusiones

El rubro de las curtiembres, desde un enfoque ambiental, es una industria de subproductos, ya que su función es dar un uso, a los cueros de animal. Los impactos ambientales de la industria curtiembre son ampliamente conocidos y tan considerables como los de las industrias minera y del petróleo. El espectro de contaminantes es muy amplio: metales pesados (como el cromo, y en algunos casos aluminio y titanio), sólidos en suspensión, sales inorgánicas, sulfuros, gran cantidad de materia putrescible y polímeros orgánicos. Esto hace que los efluentes de la industria curtiembre sean difíciles de purificar y, por lo general, arrastran un volumen considerable de lodos. Además, a las descargas de efluentes que superan los límites establecidos, se le suman la gran cantidad de residuos sólidos (retazos de cueros, virutas, recipientes y bolsas de plásticos, guantes de látex, etc.).

También una vez analizado el rubro curtiembres, se puede concluir que se trata de un sector que presenta graves dificultades económicas, y que por la importante contaminación que genera durante su proceso, se encuentra enfrentado al cumplimiento de normativas ambientales con un pronóstico de altos costos de tratamientos y sin que ellos signifiquen, en un balance total neto.

La preocupación por la contaminación no es solo por la población humana, sino por la producción económica: Nonogasta pertenece al sistema de los valles del Famatina y del Bermejo, productores vitivinícolas por excelencia. La contaminación del suelo y del agua afecta seriamente a la calidad de sus uvas y vinos, lo que generaría seguramente más desempleo y pobreza, probablemente quebrando a la otra gran industria de la región.

A partir de los alarmantes resultados obtenidos y en concordancia con la problemática transmitida por los pobladores, se recomienda profundizar los estudios para determinar con mayor precisión la extensión de la contaminación, y el riesgo de contaminación a la población. En base a este diagnóstico, al cual se busca contribuir y determinar medidas de remediación ambiental con una demanda urgente, al cese de la contaminación de la curtiembre **Curtumbe CBR**, y la construcción efectiva de la planta de tratamiento.

Cabe mencionar que existen procesos ecológicos que pueden emplearse para el curtido, que no utiliza cromatos ni sulfuro de sodio, ni ningún tipo de sustancias tóxicas, ya que se trata de curtientes vegetales -como sales de aluminio biodegradables- que no ocasionan ningún impacto ambiental y permiten un correcto curtido del cuero, ya se utilizan en Santiago del Estero, Río Negro, Catamarca y las provincias del Litoral de nuestro país.

Bibliografía

Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (DIMAYDES). Términos de Referencia para la Formulación de Estudios de Factibilidad Técnica, Económica y Ambiental.

Hidromediterranea S.R.L. “Evaluación Hidrológica Superficial y Subterránea del Cono Aluvial de La Ciudad de La Rioja y Áreas de Promoción Agrícola en el Departamento Capital”. La Rioja, 1998.

Hidromediterranea S.R.L. “Análisis de Efluentes Industriales”. La Rioja, 1999.

Mamani M., Huespe J., Moreno Ravelli R. y Dematte R. “Contaminación en un Sitio Urbano de La Ciudad de La Rioja, Argentina. Análisis de Riesgo”. Universidad Nacional de La Rioja. ISSN 0327-9375. Mayo, 2010.

Municipalidad de La Rioja; Dirección General de Ecología y Medio Ambiente. Informe de La Contaminación Ambiental Provocada por Efluentes Industriales Vertidos a Zona Denominada Laguna Azul. La Rioja, 2000.

Nemerow Nelson. L. y Dasgupta Avijat. “Tratamiento de Vertidos Industriales y Peligrosos”. Ed. Díaz De Santos. Madrid, 1998.

Secretaría de Desarrollo Económico, Dirección General Industria. Listado de empresas en actividad radicadas en el parque industrial de la ciudad de La Rioja. La Rioja, 1996.

Sistema de Información Ambiental Nacional. Leyes, Resoluciones y Ordenanzas Varias de La Provincia de La Rioja y Municipalidad de la Ciudad de La Rioja. 2000.

PRESENCIA DE ARSÉNICO EN EL AGUA DE CONSUMO EN LA RIOJA

Jiménez, Santiago⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumno Maestría en Ingeniería Ambiental
santiago.jz@hotmail.com

Resumen

El agua es un recurso natural limitado, por este motivo debemos cuidarlo, utilizarlo de manera racional. En la provincia de La Rioja, el agua está presente de forma subterránea y superficial. En los últimos años se incrementó la demanda consecuencia del desarrollo urbanístico, del crecimiento industrial y de la actividad agrícola.

El arsénico es un elemento químico cuyo símbolo es As, y se encuentra presente en pequeñas cantidades en rocas, suelo, agua y aire.

Este trabajo tiene como objetivo informar y concientizar a la población acerca de la presencia de este metal y las consecuencias que trae aparejado a la salud.

La principal ingesta de As proviene del agua y puede también entrar en la cadena alimentaria humana a través de plantas y animales. La inhalación es otra vía por las cuales el arsénico ingresa al organismo humano y es acumulable en el mismo por exposición crónica. En ciertas concentraciones, ocasiona afecciones con alteraciones de la piel, con efectos secundarios en el sistema nervioso, irritación de los órganos del aparato respiratorio y gastrointestinal, como así también, acumulación en los huesos, músculos y piel y, en menor grado, en hígado y riñones. El arsénico está vinculado con el aumento de riesgo de cáncer de piel, pulmón, hígado, vejiga y riñón.

Actualmente se cuenta con un trabajo en el cual se definió una muestra general de 36 localidades que representan en conjunto aproximadamente alrededor de un 92% de la población total de La Rioja, según el último Censo Nacional. Según este estudio se observa que solo 8 localidades están por encima del valor de la norma vigente de 0,050 mg/l (Ley Provincial N° 6.281: As = 0,050 mg/l), y se eleva a 26 localidades si tomamos como valor el de 0,010 mg/l. (Código Alimentario Argentino y OMS As = 0,010 mg/l).

Con este trabajo se pretende tomar conciencia de la existencia del As, y buscar las medidas necesarias para mitigar el problema, invirtiendo en investigación y en los distintos tratamientos existentes que se le pueden realizar al agua.

Palabras Claves: Agua, Arsénico, La Rioja.

Introducción

Mediante el presente informe, se pretende dar un panorama de la situación en la que se encuentra la provincia de La Rioja, en lo referente a la presencia de arsénico en el agua de consumo humano, las diversas formas que tiene de ingresar en el organismo, y sus efectos sobre la salud. (Figura 1).

Teniendo en cuenta que el nivel máximo permitido en aguas de consumo humano por la Agencia de protección Ambiental de EE.UU. (EPA) y la Organización Mundial de la Salud y la EPA es de As de 0,01 mg/L (10 µg/L) ó 10 ppb en agua potable. Este se trata de un valor de referencia provisional, lo que significa que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda la vida.

A partir del año 2007, el CAA alineó sus exigencias en relación al arsénico con el valor de referencia provisional de la OMS.

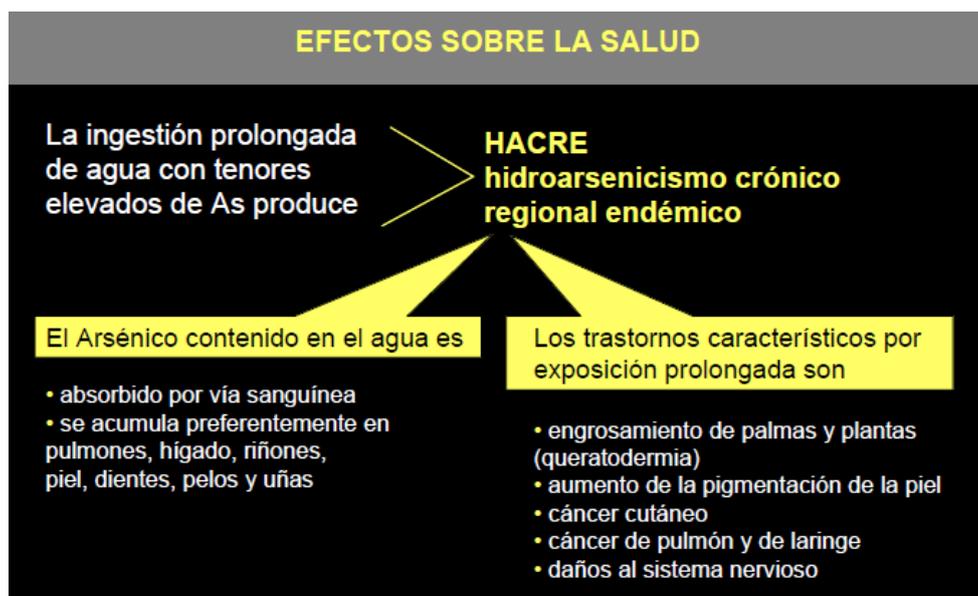


Figura 1: Efecto sobre la salud. Fuente: (Auge, 2009).

El agua es un recurso natural limitado, por este motivo debemos cuidarlo, utilizarlo de manera racional y no contaminarlo.

En la provincia de La Rioja, el agua está presente de forma subterránea y superficial. En los últimos años se incremento la demanda consecuencia del desarrollo urbanístico, del crecimiento industrial y de la actividad agrícola.

En nuestra provincia sumando todos los escurrimientos superficiales, se tiene un módulo de alrededor de trece metros cúbicos por segundo (13 m³/s), que resulta ser el más bajo considerando todas las provincias argentinas. Consecuentemente, las aguas subterráneas han tenido un papel fundamental, como fuente de abastecimiento a la población, la industria y el riego agrícola (Díaz, Quinteros y DAPuS, 2016).

La Rioja cuenta con una población, según el último Censo Nacional, de aproximadamente 333.642 habitantes según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INDEC, 2010), y es de cabal conocimiento que determinadas áreas o zonas de la provincia presentan fuentes de agua con concentraciones por encima del nivel normativo vigente de los parámetros de agua potable.

Materiales y Métodos

Actualmente se cuenta con un trabajo en el cual se definió una muestra general de 36 localidades que poseen como mínimo unos 500 habitantes (Figura 2), y que representan en conjunto aproximadamente alrededor de un 92% de la población total de La Rioja, según el último Censo Nacional.

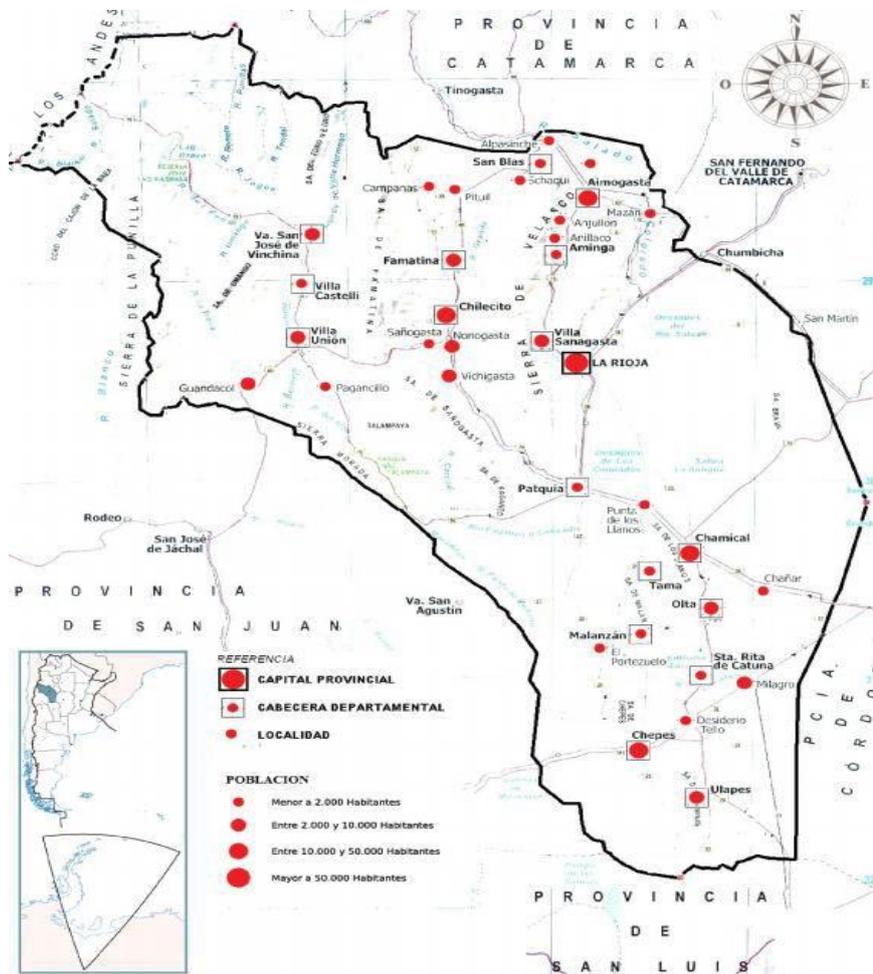


Figura 2. Mapa de Localidades en estudio. Fuente: (Díaz et al, 2016).

Se estudiaron y cotejaron los datos históricos correspondientes a análisis físico químicos de fuentes de agua, las muestras analizadas abarcan distintos periodos que van desde el año 1993 hasta inclusive algunas del año 2013.

Resultados y discusión

Se tomaron los resultados de distintos años sobre la misma fuente y en cada localidad, por lo que se trabajó finalmente con una muestra general de 269 análisis de As, con una distribución de frecuencias dada. (Gráfico 1).

Posteriormente se determinaron para cada localidad los valores mínimos, medios, medianas y máximos de los datos analizados como muestra general. (Tabla 1)

A los efectos de establecer comparaciones relativas se hicieron en función de los valores vigentes según la normativa provincial y con respecto a valores sugeridos por la OMS.

Los límites normativos tomados fueron los establecidos dentro del Marco Regulador del Servicio de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de La Rioja (Ley Provincial N° 6.281: As = 0,050 mg/l); y de la OMS (Organización Mundial de la Salud) y del CAA (Código Alimentario Argentino) se adoptó: As =0,010 mg/l. (Díaz et al, 2016).

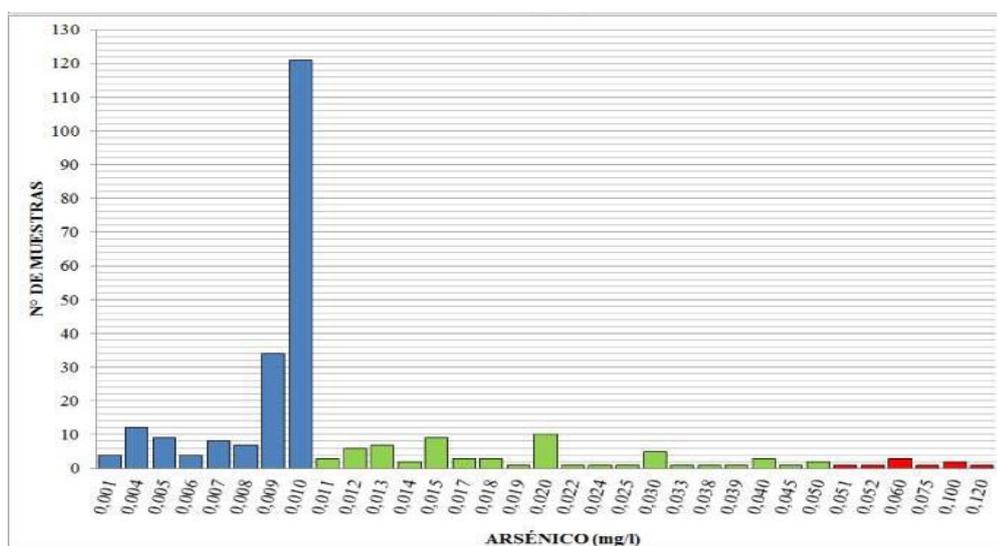


Gráfico 1. Distribución de frecuencias. Fuente: (Díaz et al, 2.016).

Tabla 1: Comportamiento Arsénico: Valores Máximos, Medios, Medianas y Mínimos. Fuente: (Díaz et al, 2016).

LOCALIDADES		ARSÉNICO (mg/l)			
		Máx	Prom	Mediana	Min
1	La Rioja	0,039	0,011	0,010	0,004
2	Chilecito	0,014	0,005	0,004	0,004
3	Aimogasta Arauco	0,013	0,010	0,010	0,009
4	Chamical	0,052	0,018	0,013	0,004
5	Chepes	0,030	0,012	0,010	0,005
6	Nonogasta	0,010	0,010	0,010	0,010
7	Villa Unión	0,012	0,010	0,010	0,009
8	Olta	0,015	0,010	0,010	0,010
9	Milagro	0,015	0,012	0,010	0,010
10	Ulapés	0,010	0,010	0,010	0,009
11	Guandacol	0,015	0,011	0,010	0,010
12	Famatina	0,020	0,013	0,010	0,010
13	Villa San José de Vinchina	0,010	0,010	0,010	0,009
14	Sanagasta	0,010	0,006	0,009	0,001
15	Vichigasta	0,010	0,009	0,009	0,009
16	Andolucas -Shaqui - Cuipán - Las Talas - Los Robles	0,018	0,012	0,010	0,010
17	Sañogasta	0,010	0,010	0,010	0,009

18	Villa Castelli	0,020	0,013	0,010	0,005
19	Patquía	0,020	0,013	0,010	0,009
20	Santa Rita de Catuna	0,010	0,009	0,010	0,008
21	Anillaco	0,010	0,010	0,010	0,010
22	Salicas - San Blas - Chaupihuasi	0,020	0,013	0,010	0,010
23	Malanzán	0,050	0,023	0,010	0,009
24	Villa Mazán	0,075	0,052	0,060	0,010
25	Tama	0,030	0,011	0,010	0,001
26	Pituil	0,013	0,011	0,010	0,010
27	Campanas	0,010	0,010	0,010	0,010
28	Chañar	0,030	0,012	0,010	0,009
29	Pagancillo	0,100	0,036	0,010	0,010
30	El Portezuelo	0,120	0,036	0,009	0,005
31	Aminga	0,010	0,010	0,010	0,010
32	Desiderio Tello	0,050	0,015	0,030	0,015
33	Alpasinche	0,018	0,012	0,010	0,010
34	Punta de los Llanos	0,020	0,012	0,010	0,010
35	Anjullón	0,010	0,010	0,010	0,009
36	Bañado de los Pantanos	0,040	0,033	0,030	0,030

Conclusiones

En primer lugar, se puede decir que en la actualidad no existe un conocimiento cierto por parte de la comunidad respecto de los serios inconvenientes ocasionados en la salud humana que provoca la ingesta de Arsénico contenido en las aguas, ésta falta de conocimiento o interés en la problemática incluye a los funcionarios públicos que dirigen los diferentes organismos gubernamentales que deben actuar de manera activa, continua y progresiva respecto de la investigación, aplicación de tecnologías existentes, financiamiento a la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías destinados a combatir la presencia de Arsénico en el agua, actuando además, como organismo de regulación de los procesos agrícolas e industriales que puedan utilizar Arsénico o sus compuestos en sus procesos, además de actuar como ente de control y sanción a los que transgredan estas regulaciones. Creemos además que no existe voluntad política de crear el conjunto de reglamentaciones, procesos de fiscalización y control, ni tampoco interés en realizar las inversiones necesarias por parte de los funcionarios al frente de los distintos organismos públicos pertinentes.

En segundo lugar, entendemos que este documento contribuye al proceso de Informar, instruir y concientizar a la comunidad en general respecto de los serios inconvenientes producidos por los diferentes procesos de contaminación por arsénico, que si bien este proceso puede llevar años, e incluso décadas, permitirá que en mediano plazo los propios ciudadanos comiencen a exigir a las autoridades que se inicien y se lleven a cabo las acciones necesarias destinadas a combatir esta problemática, de ésta manera el conocimiento del propio ciudadano actuará como impulsor del proceso del combate, mitigación y erradicación de la problemática tratada en el presente documento.

En tercer lugar, es necesario llevar a cabo las investigaciones necesarias para obtener las precisiones a nivel geográfico de la distribución del mismo en el país, efectuar las estadísticas respecto de la cantidad de personas afectadas por el arsénico y realizar los estudios (hoy incompletos) sobre la real influencia a nivel biológico en las plantas y animales. Estos trabajos deben tener un eje común y deben abordarse como un tema central en relación a integridad de los daños que causa, además se debe tomar como un tema central desde el gobierno a través de la subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, Secretaría de Ambiente y su relación con el Ministerio de Salud y Agricultura.

Métodos de remediación

Los procesos y tecnologías disponibles son variados y comprenden desde tratamientos en plantas potabilizadoras convencionales hasta métodos domiciliarios. Los procesos de remediación que se conocen en la actualidad son: oxidación; precipitación, coagulación y ablandamiento con cal; ósmosis inversa; micro filtración; nano filtración; adsorción, tratamientos biológicos y fito remediación; electrodiálisis y electrocinética, entre otros (figuras 3 a 5). Algunas de estas técnicas son más tradicionales y utilizadas que otras (Konstantinos et al. 2006, Litter et al. 2010, Ingallinella et al. 2011, Carro Perez y Francisca 2013a).

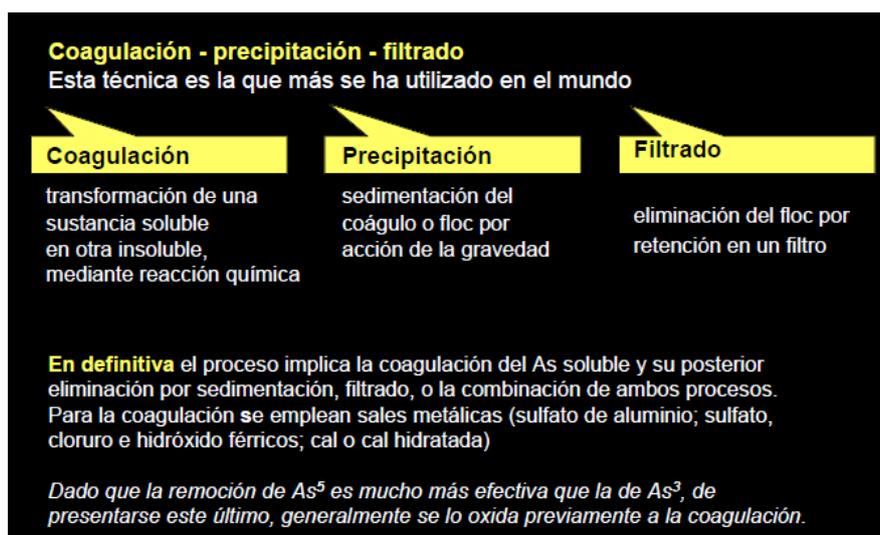


Figura 3: Coagulación – precipitación - Filtrado. Fuente: (Auge, 2009).

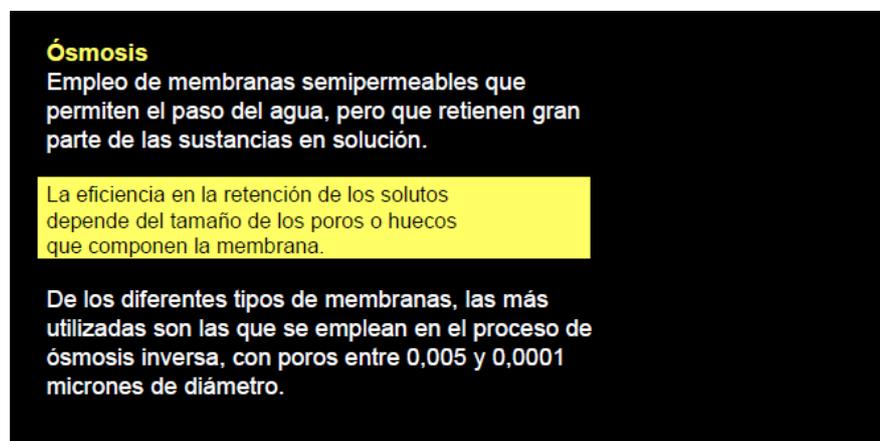


Figura 4: Ósmosis. Fuente: (Auge, 2009).

Adsorción
Proceso electroquímico por el que una sustancia en solución es fijada por otra sólida.

Resultan muy efectivas como adsorbentes las arcillas, especialmente las ferruginosas (lateritas), con las que se han alcanzado, a nivel de experiencia piloto, disminuciones en el contenido de As mayores al 95%.

Intercambio iónico
Proceso físico-químico que genera un intercambio entre los iones contenidos en el agua y el componente sólido (lecho).

Para la fijación del arsénico se utilizan resinas a base de sulfato para el As^5 y de nitrato para el As^3 .

Figura 5: Adsorción – Intercambio iónico. Fuente: (Auge, 2009).

En la elección de la técnica de remediación más adecuada resulta importante diferenciar entre metodologías o tratamientos aplicables a pequeña escala, a grandes volúmenes. Cada método presenta diferentes rangos de eficiencias, ventajas y desventajas según las condiciones a las cuales se va a aplicar. Es necesario tener en cuenta no sólo los volúmenes de agua a tratar sino también la factibilidad tanto tecnológica, como ambiental y económica y la disposición final del arsénico residual o de los lodos arsenicales resultantes (Krapp, 2015).

Bibliografía

- ATSDR - Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades (6 de mayo de 2016). Resúmenes de Salud Pública - Arsénico (Arsenic). Recuperado de: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs2.html
- Auge, Miguel (octubre 2009). Arsénico en el agua subterránea. Recuperado de: https://manuelmorrone.files.wordpress.com/2015/04/arsc3a9nico-en-elagua_.pdf
- Díaz Esteban – Quinteros Mirta del V. y personal de DAPyS (2016). Evaluación de las concentraciones de fluoruros y de arsénico en la provincia de La Rioja.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (Censo Año 2010).
- Konstantinos et al. 2006, Litter et al. 2010, Ingallinella et al. 2011, Carro Perez y Francisca 2013a.
- Krapp, Agustina. (2015). Informe técnico final: Propuestas para la remoción de arsénico y nitritos del agua de bebida de la comunidad rural de Colonia Las Pichanas, provincia de Córdoba. Tesis de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Córdoba.

“MICRO ACUIFERO ARTIFICIAL” UNA PROPUESTA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA SEGURA MEDIANTE COSECHA DE AGUA DE LLUVIA

Lescano, Hugo Rolando⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumno Maestría en Ingeniería Ambiental
imagus04@yahoo.com.ar

Resumen

En la provincia de La Rioja (Argentina), las poblaciones rurales de la región conocida como Llanos de La Rioja, se caracterizan por su dispersión geográfica. En su gran mayoría no cuentan con agua segura para beber, preparar y consumir alimentos. Es muy frecuente el uso del agua procedente de represas ganaderas, siendo ésta una fuente no segura ya que de la misma abrevan los animales en forma directa produciendo contaminación. Además, las fuentes de agua subterránea de calidad, son muy escasas y en caso de existir, muy costosas. En este marco, la cosecha de agua de lluvia es una de las pocas alternativas disponibles.

Como trabajo final de integración de la Especialización en Ingeniería Ambiental, se presentó una propuesta técnica para el abastecimiento de agua segura para la población rural dispersa de zonas áridas, con énfasis en los Llanos de La Rioja. Esta propuesta denominada “micro acuífero artificial”, permitirá captar el agua de lluvia de manera directa y almacenarla en el subsuelo en un medio poroso y permeable. Para esto el sistema cuenta con impermeabilización en su base y estratos de diferente granulometría a los fines de filtrar y conservar la calidad y cantidad de agua de la lluvia cosechada. Para el dimensionamiento, se realizó una estimación de la necesidad anual de agua para una familia rural de 4 integrantes. Por otra parte, y como oferta de agua, se consideró la precipitación media anual para la zona.

Esta propuesta de cosecha de agua de lluvia permitiría obtener agua segura, al minimizar las posibles fuentes de contaminación y por el efecto filtro que presenta. El agua que ingresa al sistema proviene directamente de la lluvia, sin escurrir por ninguna superficie natural ni artificial, infiltrándose y conservándose en profundidad, sin contacto directo con la atmósfera. En síntesis, el “micro acuífero artificial” puede significar una solución al abastecimiento de agua segura para el consumo por parte de la población rural, tanto en calidad como en cantidad para este destino. Es muy importante además, realizar un estudio económico para evaluar su viabilidad en este sentido.

Palabras claves: agua segura, medio rural, cosecha de agua.

Introducción

El agua es esencial para la vida y su escasez afecta negativa y profundamente las posibilidades de desarrollo de una región. Sin agua disponible todo el tiempo, quedan comprometidas las posibilidades de progreso económico y bienestar.

Se estima que de los 7.000 millones de habitantes del mundo, alrededor de 1.400 millones no tienen acceso al agua de red, pudiendo llegar a cerca de 3.000 millones personas sin acceso al agua segura en el año 2025; siendo además, las pequeñas

comunidades de no más de 200 habitantes las más perjudicadas. En la provincia de La Rioja (Argentina), las comunidades rurales de la región conocida como Llanos de La Rioja, se caracterizan por su dispersión geográfica. La mayoría de las mismas no cuentan con red pública de agua, no disponiendo de este elemento de manera segura para beber y preparar alimentos.

Si bien existen numerosos cuerpos de agua artificiales, los mismos abastecen de agua a localidades y ciudades concentradas de mayor población y en muy pocos casos están disponibles para la población rural dispersa (dique de Olta y de Anzulón por ejemplo). El agua subterránea es escasa, caracterizándose por bajos caudales y con calidad química que no la hace apta para consumo directo de la población. Por lo cual los pobladores de zonas rurales se abastecen de distintas maneras, siendo muy frecuente el uso del agua procedente de represas ganaderas para consumo directo o con un mínimo tratamiento (hervir el agua). Se trata de una fuente de agua no segura, ya que de la misma abrevan los animales en forma directa produciendo contaminación.

En los últimos años y a partir de acciones llevadas a cabo por organismos públicos como el INTA y la Secretaría de Agricultura Familiar, se han promovido la instalación de sistemas de cosecha de agua de lluvia para el abastecimiento de la población rural. El agua de lluvia presenta una excelente calidad química y microbiológica, la cual puede verse afectada dependiendo de los medios con los que se cuente para captarla y almacenarla. La técnica más difundida se corresponde con la utilización de los techos de las viviendas para la captación y cisternas de hormigón para su almacenamiento. Estos sistemas, si bien contribuyen a mejorar la situación con respecto al abastecimiento de agua segura, requieren de viviendas o edificaciones con techos de ciertas características que permita la captación de agua de lluvia. La realidad indica que en las zonas rurales, no es frecuente encontrar este tipo de superficies, por lo que su aplicación no siempre es posible. Además, una variable muy importante es el costo de instalar techos con estas características.

La cosecha de agua de lluvia es una de las pocas alternativas para el abastecimiento de agua segura para estas poblaciones. El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar una propuesta técnica para el abastecimiento de agua segura para la población rural dispersa de zonas áridas, con énfasis en los Llanos de La Rioja. Se trata de un desarrollo innovador orientado a generar una alternativa de cosecha de agua de lluvia aplicable a las condiciones de estos ambientes. El mismo se basa en el concepto de acuífero subterráneo el cual permite captar y almacenar agua de lluvia en el subsuelo para su posterior aprovechamiento, garantizando la conservación en cantidad y calidad.

Esta propuesta se hizo desde una perspectiva teórica, a partir del conocimiento disponible. La experiencia en condiciones reales sería altamente deseable y permitiría validar la propuesta. Para el desarrollo de la misma se consideran los aspectos técnicos en relación a la necesidad (cantidad) y calidad de agua, teniendo en cuenta las características de los factores ambientales y de la población destinataria.

Materiales y métodos

Para la elaboración de esta propuesta, que consiste en emular lo que sucede en la naturaleza en relación a la formación de acuíferos subterráneos; se recurrió a fuentes bibliográficas especializadas en cosecha de agua de lluvia y agua subterránea. Estas permitieron dar fundamento técnico a la misma.

Un acuífero está representado por formaciones geológicas de estructura permeable que se encuentran saturadas de agua, y con propiedades físicas que permiten el almacenamiento y el desplazamiento del agua a través de ella, y que es capaz de suministrar agua a pozos, galerías y manantiales. Para la conformación de estos, es necesaria la existencia de un estrato impermeable ubicado por debajo de la formación geológica permeable. Por otra parte todo acuífero tiene su área de recarga, que es el sector de la superficie del terreno en donde se produce la infiltración y percolación del agua de lluvia a través de los distintos estratos geológicos, alcanzando finalmente el acuífero propiamente dicho.

La determinación de los materiales a utilizar en la conformación del micro acuífero artificial, se hizo a partir de investigación bibliográfica. Teniendo en cuenta que para el sistema planteado es necesario impermeabilizar la base del micro acuífero, se indagó sobre los distintos materiales disponibles y su posible comportamiento en relación a capacidad de impermeabilización y durabilidad, como así también que se encuentre disponible en el mercado a un costo accesible. Para la conformación del medio poroso que actuará como acuífero propiamente dicho, se consideró que el mismo debía tener una porosidad efectiva igual o mayor al 30 % y sin la presencia de elementos contaminantes.

Para el dimensionamiento del sistema se consideró la demanda anual de agua segura para beber, preparar y consumir alimentos, por parte de una familia rural de 4 integrantes. La dotación diaria se determinó a partir de consultas bibliográficas y experiencias personales. Por otra parte fue necesario determinar la oferta de agua, en este caso provistas por las lluvias, por lo que se consideró la precipitación media anual para la zona. A partir de la estimación de la demanda de agua y la oferta por parte de las lluvias, se estimó el área de captación necesaria que debe tener el sistema.

Para el cálculo de la demanda de agua se utilizó la siguiente expresión:

$$CAA = d \cdot n \cdot a.$$

En donde: **CAA** es el consumo anual de agua en litros, **d** es la dotación diaria (litros/habitante/día), **n** el número de personas y **a** es la duración del año en días (días/año).

El sistema debe ser capaz de garantizar ese volumen de agua, por lo que es necesario afectar este valor por un factor que contemple la capacidad del microacuifero artificial de proveer de agua. Esto es, no toda el agua acumulada es factible de extraer, por lo tanto el volumen total de acumulación (**VTA**) será:

$$VTA = CAA \cdot 1/f$$

f: factor de capacidad (0,8)

La oferta de agua se estimó a partir de lo siguiente:

$$VAC = Ac \cdot PP \cdot ef$$

En donde: **VAC** es el volumen de agua cosechada (m^3), **Ac** la superficie del área de captación (m^2), **PP** la precipitación media anual para la localidad (m) y **ef**, la eficiencia de captación del sistema (0,80).

Un parámetro importante a determinar es el área de captación del sistema (**Ac**) que permitirá cosechar el agua de lluvia según demanda. Es decir:

$$VAC = VTA$$

Por lo tanto,

$$VTA = Ac \cdot PP \cdot ef$$

De lo cual resulta:

$$Ac = VTA / PP \cdot ef$$

Resultados y discusión

A partir de la investigación realizada fue posible elaborar una propuesta técnica para la captación de agua de lluvia y su posterior almacenamiento de manera tal que garantice su calidad y cantidad para ser utilizada por la población rural.

El sistema propuesto denominado “micro acuífero artificial”, permitirá acumular agua en el subsuelo, evitando su evaporación y percolación. Es decir, garantizará la conservación del agua cosechada durante la estación lluviosa. Esto se consigue por dos vías. En primer lugar, mediante la impermeabilización del piso del acuífero artificial a través de la instalación de una membrana geotextil y una capa de geomembrana de PVC o de Polietileno, controlando de esta manera las pérdidas por infiltración. En segundo lugar, por el control de la evaporación directa del agua, lo que se consigue al interponer entre la zona saturada y la atmósfera circundante, una capa de grava de granulometría tal que evita el fenómeno de la capilaridad, disminuyendo drásticamente el ascenso del agua. En la figura 1, se muestra el esquema explicativo del sistema, en el mismo se puede observar en un corte vertical, los distintos elementos que constituyen el sistema. Consiste en una excavación en tierra, la cual se recubre con una capa de material geotextil con el objeto de proteger a la geoembrana que se coloca por encima, de posibles daños por punzonado. Se rellena luego con grava limpia, de granulometría tal que se obtenga una porosidad efectiva del estrato del orden del 30 %. Se interpone en este estrato una capa de arena gruesa de no más de 20 cm de espesor, la misma tendrá la función de filtro. Previamente se instala un caño filtro alcanzando la zona saturada. La función del mismo es de permitir el flujo de agua hacia una bomba que se instalará en el interior del mismo. Se pueden utilizar distintos sistemas de bombeo, siendo el más apropiado uno de tipo solar. Debido a los bajos caudales a bombear y la escasa altura manométrica, la potencia requerida será muy baja, requiriendo por lo tanto equipos sencillos y de bajo costo.

Para el dimensionamiento del sistema se utilizaron las expresiones explicitadas más arriba y que se muestran en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1: parámetros para el dimensionamiento del micro acuífero artificial

Parámetros de diseño			Resultados	
Dotación de agua (d)	14	l/d/p	CAA	20440 l
Número de persona (n)	4	p	VTA	25550 l
Duración del año (a)	365	d	Ac	106.46 m²
Precipitación media anual	0.3	m		
Factor de capacidad (f)	0.8			
Eficiencia de captación(ef)	0.8			

CCA: consumo anual de agua VTA: volumen total de agua Ac: área de captación del sistema

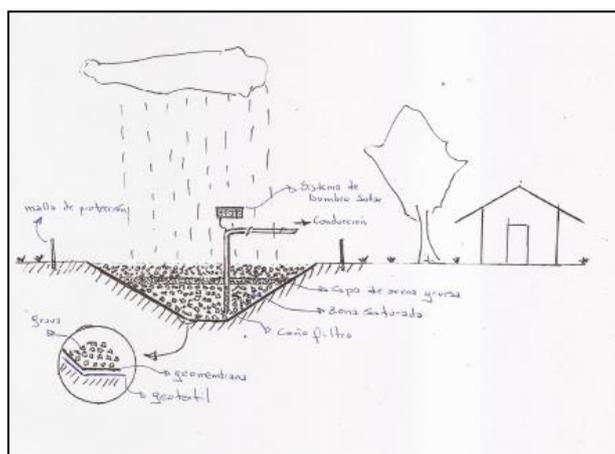


Figura 1. Corte esquemático del sistema de micro acuífero artificial. Fuente. Elaboración propia.

Una alternativa interesante para la conformación del relleno del micro acuífero, es la reutilización de botellas de agua y bebidas gaseosas, en lugar de grava. El procedimiento consiste en aplastar las botellas vacías de manera manual, eliminando el aire para luego taparlas firmemente. De esta manera se obtiene un material que colocado en la excavación, constituye un medio apropiado, con valores de porosidad superiores a los de la grava. Ensayos simples permitieron estimar una porosidad efectiva del 55 %. El uso potencial de este material significa varias ventajas. Su bajo peso permitiría abaratar los costos de transporte al sitio de construcción, además es un material inerte que debidamente higienizado no transmitirá contaminantes al agua y también y no menos importante, la reutilización de un producto que de otra manera terminaría formando parte de los RSU.

Conclusiones

El presente trabajo permitió demostrar desde una perspectiva teórica, la viabilidad técnica de la propuesta de un sistema de cosecha de agua de lluvia destinado a abastecer de agua segura a la población rural dispersa en zonas áridas.

El sistema propuesto denominado “micro acuífero artificial”, trata de simular el comportamiento de los acuíferos naturales, aprovechando las ventajas en cuanto a la purificación del agua y la conservación de la misma, al actuar como filtro y al aislarla de la atmósfera evitando las pérdidas por evaporación. A su vez, se demostró su factibilidad constructiva, basada en el uso de materiales disponibles y

un proceso sencillo de construcción que puede ser llevado a cabo por mano de obra local con una mínima especialización. Los requerimientos mínimos de mantenimiento, facilidad de operación y su larga vida útil, son aspectos altamente deseables en estos sistemas y en este caso es posible inferir a partir de lo desarrollado, el cumplimiento de los mismos. Para la validación de la propuesta es necesario desarrollar la experiencia. Esto permitirá ajustar los procesos, constatar su funcionamiento real, evaluando la cantidad y calidad de agua producida. Por otra parte es importante establecer los costos reales de construcción y determinar la capacidad de producir agua, aspectos de gran importancia a la hora de evaluar su factibilidad.

Por último, este trabajo constituye un intento de generar nuevas técnicas para el abastecimiento de agua segura en zonas áridas, en donde la única fuente disponible es el agua de lluvia.

Bibliografía

Acción geológica de las aguas subterráneas (2011).
<http://accionaguassubterranas.blogspot.com/2011/01/partes-de-un-acuifero.html>

Anaya Garduño, Manuel (2016), Captación de agua con fines múltiples. Agua de calidad con equidad: experiencias, debates y desafíos sobre acceso, tratamiento y uso del agua para la agricultura familiar en América Latina. 1 edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Ediciones INTA. pp 25-29.

FAO (2013). Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar de América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.

Hernández Martínez, Floriana. Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso. Manual de capacitación para la participación comunitaria.
http://licenciatura.iconos.edu.mx/k_angi/nueva/tienda/biblioteca/Manual%20Captacion%20de%20agua%20de%20lluvia.pdf

Romero Amado, Pereyra Diego (2016). Experiencia sobre recarga artificial de acuíferos como alternativa de gestión y manejo del recurso hídrico en el Chaco Árido riojano. Agua de calidad con equidad: experiencias, debates y desafíos sobre acceso, tratamiento y uso del agua para la agricultura familiar en América Latina. 1 edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Ediciones INTA. pp 121-125.

POTENCIAL ENERGÉTICO DEL ESTIÉRCOL CAPRINO, MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

Lescano, Hugo Rolando⁽¹⁾ - Quintero, Claudia⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumnos Maestría en Ingeniería Ambiental
imagus48@gmail.com

Resumen

La actividad ganadera es una fuente productora de grandes cantidades de biomasa a través de las excretas de los animales. Esto constituye un problema importante por los efectos ambientales negativos que supone. En la provincia de La Rioja, principalmente en la región de Los Llanos, la cría de ganado caprino es una de las principales actividades productivas. El sistema de crianza más difundido consiste en el pastoreo y ramoneo a campo natural con el encierro nocturno de los animales en sus respectivos corrales. Esto provoca la acumulación de excretas en las instalaciones, produciéndose grandes cantidades de material a lo largo del año, que no están tratados ni son aprovechados.

Considerando que el tratamiento de desechos orgánicos mediante procesos de digestión anaeróbica produce gases denominados biogás, que tiene una interesante aplicabilidad para nuestra provincia, ya que puede utilizarse para producir energía térmica y/o eléctrica.

El presente trabajo pretende evaluar el potencial del estiércol caprino de la provincia de La Rioja, como recurso energético a través de la producción de biogás. En la actualidad éste no ha sido valorado en la Provincia como un potencial recurso energético renovable, por lo que su estudio puede significar un aporte en la búsqueda de alternativas energéticas amigables con el ambiente.

El proyecto se aplica en una cuenca caprina del departamento Rosario Peñaloza, en la que se determinará la disponibilidad de estiércol susceptible a ser utilizado para la obtención de biogás, con la perspectiva de instalar un biodigestor a escala de laboratorio a fin de estudiar la producción de este gas, haciendo hincapié en la determinación de volúmenes y composición del mismo. La información generada permite inferir el potencial de este recurso para ser utilizado como fuente de energía renovable.

Se concluye que el estiércol caprino en la provincia de La Rioja, podría constituirse en una fuente de energía limpia y en un nuevo recurso económico para los productores caprinos locales.

Palabras Claves: Energía Renovable, Biogás, Estiércol caprino.

Introducción

La actividad ganadera es una fuente productora de grandes cantidades de biomasa por las excretas de los animales. Los sistemas ganaderos que suponen altas concentraciones de animales en un mismo lugar (criaderos de cerdos, de aves, feed lot bovinos, cría de ganado ovino y caprino, etc.) producen grandes cantidades de

estiércol, constituyéndose en un problema importante por los efectos ambientales negativos que supone. Tales como malos olores, proliferación de moscas domésticas, contaminación de suelos y agua, liberación de metano a la atmósfera, entre otros. Para su mitigación se pueden implementar distintos tratamientos según las características propias de estos residuos, condiciones ambientales y económicas, etc. Uno de ellos es la digestión anaeróbica cuyo resultado es la obtención de biogás, un recurso energético, y biológico (abono que se obtiene como subproducto de la digestión anaeróbica). En este último caso, es factible de utilizar para la obtención de compost como mejorador de suelos al aportar fertilidad y mejora en las propiedades físicas de estos.

En la provincia de La Rioja, principalmente en la región de Los Llanos, la cría de ganado caprino es una de las principales actividades productivas, desarrollada principalmente por pequeños productores ganaderos. El sistema de crianza más difundido consiste en el pastoreo y ramoneo a campo natural con el encierro nocturno de los animales en sus respectivos corrales. Este sistema provoca la acumulación de excretas en las instalaciones, produciéndose grandes cantidades a lo largo del año. Los mismos no reciben ningún tratamiento, provocando los problemas descritos anteriormente.

Cuando los corrales se encuentran colmados de estiércol, los productores hacen la limpieza de los mismos colocándolo en un lugar contiguo. Tradicionalmente se producía la venta a través de intermediarios con destino a zonas agrícolas donde es utilizado como abono. En la actualidad debido a los altos costos del transporte es menos frecuente su comercialización, lo que provoca la acumulación en los predios de los productores.

El tratamiento de desechos orgánicos mediante procesos de digestión anaeróbica produce gases denominado biogás, el cual podría utilizarse para producir energía térmica y eléctrica, que puede ser incorporada a la red eléctrica. El presente trabajo pretende evaluar el potencial del estiércol caprino que se produce en los sistemas ganaderos de la Provincia de La Rioja, como recurso energético a través de la producción de biogás, el cual podrá ser destinado a la obtención de energía térmica y eléctrica.

En la actualidad el estiércol caprino no ha sido valorado en la provincia como un potencial recurso energético renovable, por lo que su estudio puede significar un aporte en la búsqueda de alternativas energéticas amigables con el ambiente. Significaría a su vez una diversificación productiva, contribuyendo a mejorar la economía local, y una solución a la disposición de estos desechos. Si bien en el presente trabajo no se estudiará el abono resultante, subproducto de la digestión anaeróbica, el mismo puede ser destinado a la elaboración de compost o fertilizante natural de gran valor nutricional para los cultivos.

El estiércol caprino en la Provincia de La Rioja podría de esta manera constituirse en una fuente de energía limpia y en un nuevo recurso económico para los productores caprinos locales.

Materiales y métodos

El presente trabajo se llevará a cabo en el Departamento Rosario Vera Peñaloza. El material de estudio se recolectará de establecimientos caprinos de dicha región geográfica.

Se construirá un biodigestor a escala piloto el cual se instalará en el laboratorio de perteneciente a la Sede Chepes de la Universidad Nacional de La Rioja.

En primer lugar se definirá una “cuenca caprina”, para lo cual se recurrirá a la Agencia INTA de la ciudad de Chepes, para la obtención de información sobre establecimientos caprinos. A partir de los mismos se definirá la zona a trabajar (“cuenca”), apoyado por información satelital a través de Google Earth.

Una vez definida la cuenca se elegirán al azar los establecimientos de los cuales se tomarán muestras de estiércol. A partir de las mismas se caracterizará al estiércol caprino considerando los siguientes parámetros: Sólidos totales, Humedad y pH. Estas determinaciones se realizaran en el laboratorio de química de la Sede Chepes de la UNLaR.

El material recolectado se colocará en el biodigestor piloto, a fin de evaluar la producción de biogás. La construcción de este dispositivo se realizará tomando como referencia el diseño a escala de laboratorio realizado por Menna et al (2007). Para la medición del volumen de gas producido se construirá un gasómetro según diseño y metodología descrita por este mismo autor.

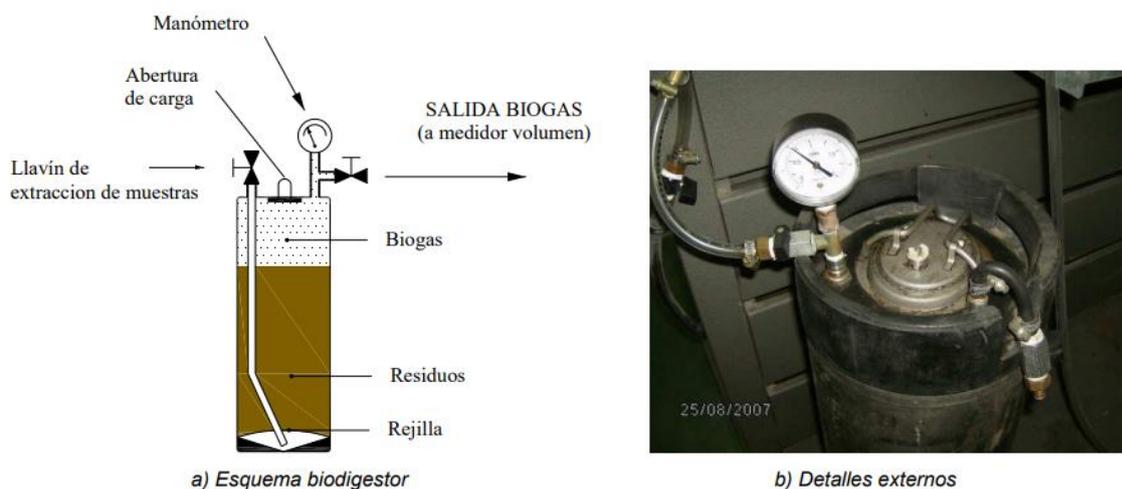


Figura 1: esquema de biodigestor piloto y sus detalles externos, propuesto por Menna et al. Fuente: Menna et al (2007).

Para caracterizar la composición química del gas producido, se tomarán muestras y se remitirán a laboratorio a determinar, para el estudio mediante la técnica de cromatografía gaseosa.

Para estimar la cantidad de estiércol existente se tomaran las dimensiones de los corrales y la altura de la acumulación de las excretas. Esto permitirá realizar el cálculo del volumen de estiércol. A su vez se tomarán muestras en cada corral a los

finde de determinar el peso específico del material, para luego estimar la cantidad de estiércol disponible en cada corral. Para la determinación del peso específico se utilizará un cilindro de volumen conocido y una balanza portátil. Las determinaciones se realizarán directamente a campo.

Con los datos obtenidos se analizará estadísticamente, obteniéndose el contenido medio de estiércol por establecimiento, con su correspondiente variabilidad. Como el número de establecimientos de la cuenca es conocido, se podrá de esta manera estimar la cantidad de estiércol disponible en la misma.

Una vez obtenidos los resultados de producción de gas mediante los ensayos de laboratorio y a partir de la cantidad estimado de estiércol, se procederá a realizar un análisis de las aplicaciones potenciales de este recurso, tomando como referencia distintos estudios al respecto.

Resultados, discusión y conclusiones

El proyecto se encuentra en sus fases iniciales. En este momento se está trabajando en la definición de la cuenca caprina a abordar. A partir de la información obtenida se definieron dos áreas de trabajo, las que se corresponden con las características geográficas del Departamento Rosario Vera Peñaloza. Esto es, una zona productiva de las sierras y otra de la región llana. Esta definición surge como consecuencia de analizar las posibles variaciones en los recursos forrajeros que consume el ganado caprino en cada área y sus posibles efectos sobre la producción de biogás.

Se espera poder obtener información sobre la cantidad de biogás factible de obtener a partir del estiércol caprino de esta región de la provincia. Con tales resultados se podrá inferir el potencial a nivel provincia considerando la cantidad de cabezas de este ganado.

Este trabajo pretende motivar la investigación sobre el aprovechamiento de los recursos bioenergéticos disponibles en la región de los Llanos de La Rioja. No solo con el fin de contribuir a la difusión de energías renovables, sino la posible utilización como un recurso económico para los productores ganaderos locales.

Bibliografía

- Atem A.D, Indiveri M.E, Llamas S. & Fuentes Berazategui J.N. (2008). Almacenamiento de energía en forma de biomasa para su posterior aprovechamiento mediante la producción de biogás. ASADES. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 12, 2008. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184. <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2008/2008-t006-a003.pdf>
- Cepero, L, Savran, Valentina, Blanco, D, Díaz Piñón, M. R, Suárez, J, & Palacios, A. (2012). Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores. *Pastos y Forrajes*, 35(2), 219-226. Recuperado en 07 de febrero de 2019, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000200009&lng=es&tlng=es.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000200009&lng=es&tlng=es))

- Hernández Francisco M.(2015). Producción de biogas con suero de queso. Tratamiento y generación de energía renovable a partir de lactosuero. https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=lang_es&id=2W2gBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA4&dq=biogas+argentina&ots=48V62o3g21&sig=hyqyG0M0VYqEHqY0NRaIrFBH9Zc#v=onepage&q=biogas%20argentina&f=false
- Herrero M. J. (2011). Biodigestores de bajo costo para producir biogás y fertilizante natural a partir de residuos orgánicos. International Center of Numerical Methods in Engineering (CIMNE), Spain. <http://www.ideassonline.org/public/pdf/BiodigestoresBibliografiaDocumentDef.pdf>
- Magaña R., Torres R., Martinez G., Sandoval J., Hernández C. (2006). Producción de biogás a nivel laboratorio utilizando estiércol de cabra. Acta Universitaria, Universidad de Guanajuato.
- Menna M.1, Branda J., Murcia G., Garín E., Belliski G., Moschione E. (2007). Metodología de bajo costo para la cuantificación de biogás en biodigestores de laboratorio. Asades, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente - Vol. 11, 2007. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184. <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2007/2007-t008-a015.pdf>
- Solano Galvis, Oscar Javier (2018). Producción de biogás a partir de residuos ganaderos. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/13169/2018oscarolano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres Záyago, José Francisco (2006). Biogás como fuente de energía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México 2006. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4604/T15833%20TORRES%20ZAYAGO,%20JOSE%20FRANCISCO%20%20MONOGRAFIA.pdf?sequence=1>

PLANIFICACION Y GESTION SUSTENTABLE DE ESPACIOS VERDES Y ARBOLADO URBANO EN LA CIUDAD DE LA RIOJA

Molina Gómez, Mariana ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumno Maestría en Ingeniería Ambiental
marianamolinasgomez@yahoo.com.ar

Resumen

La ciudad de la Rioja presenta un fuerte crecimiento demográfico entre los censos nacionales del año 2001 y el año 2010. Este marcado crecimiento trae aparejado, desarrollos de planes de viviendas en los que no se visualiza una correcta utilización del territorio, en cuanto a la conservación de espacios naturales, y corredores que mantengan la biodiversidad de la zona.

Desde el año 2010, la provincia viene diseñando nuevas propuestas para llegar a todos los sectores sociales. De esta manera, la Administración Provincial de Vivienda y Urbanismo, construyó viviendas sociales, viviendas para clase media, programas de autoconstrucción asistida, viviendas por cooperativas de trabajo, mejoramientos habitacionales, lotes con servicios y también el programa de villas y asentamientos. Actualmente la planificación urbana de la Rioja presenta características marcadas respecto a la falta de arbolado público en avenidas principales que comunican con los nuevos barrios y a una gran escases de parches vegetales y corredores naturales.

La finalidad del presente trabajo consiste en diseñar un plan urbano ambiental con sistemas de espacios verdes acorde a las características naturales de la ciudad de La Rioja.

Se espera que con una buena planificación urbana se consideren los principios de sustentabilidad ambiental, e incorporen conceptos y análisis de la ecología de paisajes, articulando con disciplinas como la geología, la biología y la ingeniería, en lo que respecta al conocimiento de los suelos y sus condiciones para asentamiento urbano.

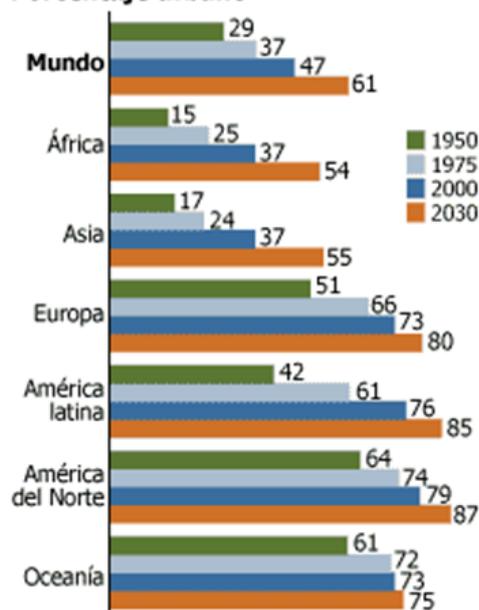
Palabras claves: Planificación urbana, sustentabilidad ambiental, ecología.

Identificación del problema ambiental

El crecimiento urbano es uno de los fenómenos sociales y demográficos más sobresalientes de la mitad del siglo XX y del actual. Esto se debe al crecimiento natural de la población urbana y a las fuertes inmigraciones desde el campo.²⁵

Se estima que en la actualidad cerca de la mitad de la población mundial vive en áreas urbanas, y para el año 2030 ese porcentaje crecerá al 60% (Figura 13). En América Latina los países poseen mayor cantidad de habitantes en las zonas urbanas que el promedio mundial, pero los que tendrán mayor crecimiento son los países de Asia y África²⁶.

Porcentaje urbano



El desarrollo urbano, sin una planificación, tiene múltiples efectos sobre el medio ambiente, entre los que se pueden mencionar²⁷ :

- Contaminación del aire, agua y suelos.
- Formación de islas de calor
- Problemas con los recursos hídricos
- Producción y consumo de energía
- Degradación de tierras y ecosistemas (reducción y fragmentación de áreas verdes)

La ciudad de la Rioja presenta un fuerte crecimiento demográfico entre los censos nacionales del año 2001 y el año 2010²⁸. Este marcado crecimiento trae aparejados desarrollos

de planes de viviendas en los que no se visualiza una correcta utilización del territorio, en cuanto a la conservación de espacios naturales, y corredores que mantengan la biodiversidad de la zona.

Figura 13: Crecimiento de la población urbana en el mundo (%). Fuente: Boyle Torrey, 2004

En los años 70 se produce el primer impacto fuerte en la estructura urbana de La Rioja iniciándose la construcción de conjuntos habitacionales de media

densidad (Barrio Santa Justina, Barrio Hospital y Barrio Las Agaves), con peatonales, espacios comunes, cocheras colectivas, etc.

²⁵ (Boyle Torrey, 2004)

²⁶ (Boyle Torrey, 2004)

²⁷ (Romero, 2001)

²⁸ (INDEC, 2001) (INDEC, 2010)

Desde el año 2010, la provincia viene diseñando nuevas propuestas para llegar a todos los sectores sociales. De esta manera, la Administración Provincial de Vivienda y Urbanismo construyó viviendas sociales, viviendas para clase media, programas de autoconstrucción asistida, viviendas por cooperativas de trabajo, mejoramientos habitacionales, lotes con servicios y también el programa de villas y asentamientos, ejecutados en la zona sur de la ciudad, sector este, adyacente a la ruta nacional 38, zona noroeste de la ciudad y sur oeste de la misma.

Actualmente como se muestra en la Figura 14, la planificación urbana de la Rioja presenta características marcadas respecto a la falta de arbolado público en avenidas principales que comunican con los nuevos barrios y a una gran escases de parches vegetales y corredores naturales, donde las nuevas avenidas creadas ante la creciente expansión demográfica, no poseen arbolado público.



Figura 14: Avenida Ortiz de Ocampo

Por otra parte, como lo ejemplifica la Figura 15, plazas, veredas y espacios de recreación muestran un considerable aumento de sectores con suelos de características impermeables y poca vegetación.

La ocupación del territorio de manera dispersa como se aprecia en la ciudad de La Rioja, ocasiona la fragmentación de los ecosistemas con la consiguiente pérdida de biodiversidad. Al construir nuevos barrios se debe contemplar y respetar la matriz biofísica del territorio, evitando la tala de árboles y conservando, sobre todo, los ejemplares autóctonos.



Figura 15: Vista aérea de Plaza 25 de mayo. Centro de la ciudad (izq.) y Av. San Nicolás de Bari Este (der.)

La problemática ambiental que se plantea, es causada por la falta de planificación del crecimiento de la ciudad que contemple los aspectos del ambiente circundante, sus hábitats naturales, su flora y fauna. Esto involucra a todos sus habitantes en sus modos y calidad de vida, y fundamentalmente a las autoridades municipales y provinciales que intervienen en las temáticas de urbanización, ambiente, viviendas, infraestructura, agricultura y ganadería.

Con la finalidad de realizar un análisis de esta problemática se debería formar equipos interdisciplinarios, los cuales deberán, desde la perspectiva de cada una de sus áreas de conocimiento, establecer la magnitud del problema que acarrea la falta de planificación que considere las características naturales del sistema en la ciudad de La Rioja y formular recomendaciones para la planificación a futuro del crecimiento de la población, como así también las soluciones de mitigación a las problemáticas ya existentes.

Antecedentes del problema ambiental

En Argentina, se pueden mencionar como antecedentes de experiencias, las desarrolladas en las ciudades de Mendoza y Rosario.

Mendoza, por ejemplo, incorporó espacios verdes como respuesta a ordenanzas y leyes de loteo: especificaciones muy generales que debían cumplirse para la ejecución de todo proyecto²⁹.

Rosario es, por ejemplo, una de las ciudades con más verde urbano del país. Se estima que cuenta con 10,4 m² de espacio verde por habitante, distribuidos en

²⁹ (Bochaca, 2005)

parques (15%), plazas (12%), canteros y bulevares (4%), y otros espacios (3%). Se pusieron en valor espacios inutilizados o subutilizados, remanentes de la trama urbana y vacíos urbanos, conformando un sistema de espacios verdes públicos de escala metropolitana³⁰.

Pertinencia

Un plan de arbolado público y espacios verdes, que considere el medio que la rodea y su biodiversidad original, tiene múltiples beneficios para la comunidad y los alrededores. El mantenimiento de parches y corredores vegetales autóctonos ayuda en el reciclado de aire contaminado, disminuye los impactos sonoros generados por el tránsito y las industrias, absorben agua de lluvia evitando inundaciones o escorrentías y disminuyen los efectos de islas de calor que las ciudades provocan al estar construidas principalmente por cemento. El arbolado urbano aporta beneficios tales como la reducción de la temperatura, la absorción del dióxido de carbono, disminuye la contaminación acústica, entre otras³¹.

Propuesta de solución al problema

Con una urbanización de bajo impacto se puede reducir el sellado y la impermeabilización del suelo, estableciendo valores mínimos de suelo permeable con la utilización de pavimentos que permitan el traspaso de aire y agua, como por ejemplo cajas de pavimentos con grava y arena en plazas, ciclo vías, peatonales, veredas, etc. (Figura 16). De esta manera se evita el sellado masivo o el empleo de materiales poco permeables en un proyecto urbanístico. Cabe destacar que un suelo impermeable frena la posibilidad de crecimiento vegetal y organismos dependiente de ella, sin olvidar la incidencia que tiene en variables relacionadas con el microclima y el confort urbano, las islas de calor, el ciclo hídrico (riesgo de inundaciones), la contaminación de la atmósfera³², etc.

Plan urbano ambiental:

El objetivo del plan urbano ambiental es diseñar un sistema de espacios verdes acorde a las características naturales de la ciudad de La Rioja. Debido a que La Rioja necesita más espacios verdes y un buen arbolado público, cuanto mayor biodiversidad tengan estos ambientes, mayor será su capacidad de mantenerse con la menor inversión posible.

³⁰ (Tella & Potocko, 2009)

³¹ (Municipalidad de la Ciudad de Posadas, 2013)

³² (Rueda & Cormenzana, 2008)



Figura 16: Piedra, grava y arena para veredas

Dicho plan urbano ambiental debería incluir las siguientes etapas:

- a) Municipalidad de La Rioja:
Fortalecer el diálogo y el consenso con los actores claves (Universidades, secretaría de ambiente de la municipalidad, secretaría de ambiente de la provincia, organismos no gubernamentales) para la convivencia sustentable y el fortalecimiento de la participación ciudadana en la preservación de la calidad ambiental urbana.
- b) Concientización de los vecinos:
A través de distintas campañas con recomendaciones de plantado de árboles, podas, riego, cuidados y los beneficios que trae el arbolado al vecino en particular y los barrios y la ciudad en general.
- c) Elección de las especies del arbolado público:
Al elegir la especie se deberán considerar tres aspectos fundamentales: la seguridad, la funcionalidad y la estética. Un árbol urbano debe ser seguro y no generar daños a las personas y a sus bienes.

En la elección de las especies de árboles, se podrán utilizar ejemplares autóctonos que proveerán el vivero municipal o especies que se adapten al clima de la región.

En la *Tabla 4* se detalla la propuesta de forestación y reforestación de los distintos espacios de la ciudad.

Una buena planificación urbana debe considerar los principios de sustentabilidad ambiental, e incorporar conceptos y análisis de la ecología de paisajes, articulando con disciplinas como la geología, la biología y la ingeniería, en lo que respecta al conocimiento de los suelos y sus condiciones para asentamiento urbano, como así también en el cálculo de las superficies donde se colocaran los corredores verdes, la dotación del arbolado en el espacio público, el índice de permeabilidad de los suelos y la proximidad que deberían tener los espacios verdes.

Tabla 4: Plan urbano ambiental

Actividad	Lugares	Actores involucrados	Destinatarios	Tiempo estimado de concreción
Forestación y reforestación de principales calles y avenidas	Zona centro	Gobierno de la Provincia de La Rioja - Secretaría de Ambiente de la Provincia - Municipalidad del Dpto. Capital - Secretaría de desarrollo urbano - Vecinos en general	Ciudadanos en general	2 años
	Sentido Oeste-Este Sentido Norte-Sur			
Forestación y reforestación de plazas y parques	Zona centro			1 año
	Zona sur			
	Zona Norte			
	Zona Este			
Forestación y reforestación de barrios	Zona Oeste			3 años
	Zona sur			
	Zona Norte			
	Zona Este			
	Zona Oeste			

Bibliografía

- Bochaca, F. (2005). El verde en la estructura urbana de Mendoza. *ARQ (Santiago)* (60), 68-71.
- Boyle Torrey, B. (2004). La urbanización: una fuerza ambiental considerable. Recuperado el 9 de octubre de 2016, de Population Reference Bureau: <http://www.prb.org/SpanishContent/2004/LaUrbanizacionUnaFuerzaAmbientaConsiderable.aspx>
- INDEC. (2001). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001*.
- INDEC. (2010). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010*.
- PUAP (*Plan Urbano Ambiental Posadas*). (2013). Posadas: Municipalidad de la Ciudad de Posadas.
- Romero, H., Toledo, X., Órdenes, F., & Vásquez, A. (2001). Ecología urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas. *Ambiente y Desarrollo*, XVII (4), 45-51.
- Rueda, S., & Cormenzana, B. (2008). *Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla*. Recuperado el 9 de octubre de 2016, de Universitat Politècnica de València: <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0681581.pdf>
- Tella, G., & Potocko, A. (2009). Los espacios verdes públicos. Una delicada articulación entre demanda y posibilidades efectivas. *Mercado&Empresas* (55), 40-55.

“MINA DE URANIO LOS COLORADOS: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ACTUAL DEL SITIO”

Núñez, Eva Mariana ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumno Maestría en Ingeniería Ambiental
maianuz@hotmail.com

Resumen

La explotación minera en Los Colorados La Rioja (1992–1996), tuvo por objeto la obtención de concentrado de uranio para el mercado nacional (Argentina), se realizó a cielo abierto, el tratamiento utilizado fue lixiviación en pilas y su recuperación por precipitación del uranio en planta como diuranato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$. El producto final, un concentrado o "Yellow Cake" (torta amarilla), se enviaba a la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

En 1996, la empresa que explotaba este yacimiento finaliza su labor extractiva, dejando las pilas ácidas sin neutralizar en el mismo lugar. Se desmontan el campamento y la planta, se cierra el acceso a la mina y se cubren las pilas.

Actualmente se observan problemas de derrumbes en el pit y de erosión en las pilas de lixiviación, constituyéndose el área en una zona vulnerable a la contaminación por los efluentes residuales de la mina no tratados de un modo adecuado.

De esta manera, surge la propuesta de realizar un diagnóstico ambiental del Sitio para determinar, de forma preliminar, su estado actual, como así también la identificación de aquellos factores vulnerables sobre los cuales será necesario actuar para el mejoramiento ambiental.

Palabras Claves: diagnóstico ambiental, yacimiento de uranio Los Colorados, pilas de lixiviación.

Introducción

La explotación minera en el Sitio Los Colorados La Rioja, efectuada en la década del '90, tuvo por objeto la obtención de concentrado de uranio para el mercado nacional. Los minerales económicos presentes en el yacimiento eran boltwoodita¹, metaautunita² y uranofano³ acompañados por diversos metales pesados. (Más et al., 1999).

La explotación se realizó a cielo abierto, dada la superficialidad y el tipo de afloramiento del yacimiento, entre 1992–1996 se realiza la extracción y el tratamiento del mineral en pilas, movilizándolo casi 1.000.000 t de estéril, 135.680 t de mineral tratado, con una ley de 0,064 % de uranio, produciendo 55 t de uranio.

¹ La **boltwoodita** es un mineral de la clase de los [nesosilicatos](#), y dentro de esta pertenece al llamado "grupo del [uranofano](#)". Es extraído en las minas como [mena](#) del uranio. Por su radiactividad debe ser manipulado y almacenado con los correspondientes protocolos de seguridad, evitando su exposición prolongada a la proximidad del cuerpo.

² La meta-autunita es un mineral de fosfato de uranio con la composición $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Se puede encontrar en [minas](#) o en yacimientos de [uranio](#) oxidado. De baja radioactividad.

³ El uranofano es un mineral perteneciente al grupo de los nesosilicatos, que contiene [uranio](#) y [calcio](#). Ocurre como mineral secundario en la zona de oxidación de yacimientos de [uranio](#). Se debe manipular con mucho cuidado, ya que pueden quedar algunos trozos de este mineral en la piel.

El producto final obtenido de la recuperación del uranio por precipitación como diuranato de amonio ((NH₄)₂U₂O₇) o “Yellow Cake” (torta amarilla) era enviado a la CNEA, en tambores precintados.

Con respecto al procesamiento del mineral, se trituró a un máximo de 2 pulgadas; se construyeron pilas de 2 a 3 m de altura (en superficie previamente impermeabilizada con geomembranas). Una vez formadas las pilas, el uranio fue extraído por lixiviación utilizando el método de inundación con una mezcla de agua y ácido sulfúrico. El tiempo de tratamiento en algunas pilas superó los 200 días.

El líquido recogido del drenaje de las pilas se trató en planta de concentración por medio de resinas de intercambio iónico. El producto final, diuranato de amonio tenía un contenido de U entre 65 y 70 %.

Al finalizar la labor extractiva, las pilas abandonadas tenían una masa aproximada de 160.000 t, y un pH cercano a 3. Fueron cubiertas con material estéril, quedando en el lugar una única pila (Mas et al., 2001).

Durante la vida útil del yacimiento y para su posterior cierre se contó con la ayuda de laboratorios de la empresa Uranco S.A. y la supervisión de la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN), para todo lo relacionado con seguridad convencional y protección radiológica.

Al finalizar la explotación, la empresa presentó un programa de gestión de la mina, instalaciones de la planta y de los servicios auxiliares. La ARN autorizó las actividades programadas, las más relevantes consistieron en cubrir la planchada de pilas con un horizonte de suelo limo-arcilloso, desmantelamiento de todas las instalaciones previa descontaminación, y nivelación de los terrenos para evitar acumulación de agua (Más et al., 1999).

Según Más et al. (1999), el agua de lluvias fue deteriorando severamente las pilas de la mina, arrastrando parte de este mineral acidulado con contenidos de metales pesados y uranio hacia el río Los Mogotes y zona de barreales de los desagües de Los Colorados lo que hace que, actualmente, esta área se constituya en una zona de alta vulnerabilidad a la contaminación por los efluentes residuales de la mina no tratados de un modo adecuado.

Actualmente, la cubierta protectora posee un espesor máximo de 0,4 m, y en algunos sectores se observan importantes procesos de carcavamiento que llegan hasta la película impermeable de las pilas, ubicada en el fondo de las mismas. Debido a la erosión que sufre este depósito, la contaminación potencial es por disolución de metales pesados (Más et al., 1999).

Objetivo y Justificación

Con este trabajo se pretende realizar un diagnóstico ambiental del Sitio Los Colorados para determinar, de forma preliminar, el estado actual de este pasivo ambiental, como así también la identificación de aquellos factores vulnerables sobre los cuales será necesario actuar para el mejoramiento ambiental.

Uno de los principales problemas de la actividad minera, y de la minería de uranio en particular, son los pasivos ambientales de gran magnitud que ha generado en el pasado y, en múltiples casos, continúa en el presente. El término pasivo ambiental es utilizado en las ciencias ambientales para denominar aquellos sitios contaminados o con presencia de contaminantes (por emisiones o liberaciones de sustancias peligrosas), que no han sido objeto de remediación y que requieren de dicha intervención (previa evaluación de riesgos) para evitar la dispersión de contaminantes (Morales Lamberti, 2008).

La minería y procesamiento de los minerales de uranio producen grandes cantidades de residuos que deben ser gestionados en forma segura. Dados los largos períodos de vida de los radionucleidos que contienen los residuos, y las características físicas y químicas de los mismos, deben estudiarse las repercusiones a largo plazo de los procesos ambientales (erosión, inundaciones, sismicidad, etc.), la remediación de sitios (explotaciones mineras) y los sistemas destinados al emplazamiento final de los residuos, entre otros pasivos ambientales del sector.

Actualmente, con el avance y desarrollo de nuevas tecnologías y las mejores prácticas aplicadas en la actividad minera, la extracción del mineral, el procesamiento en planta y el tratamiento de todos los residuos que se van generando, se realizan en paralelo y conjuntamente con la remediación de los pasivos ambientales. Esto permite realizar minería de una manera sustentable y amigable con el ambiente.

Como parte de su política ambiental la CNEA, a través del PRAMU, se encuentra trabajando en la remediación ambiental de aquellos lugares donde se desarrollaron actividades de la minería del uranio, según lo dicta la Ley N° 25.018 de Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos (1998), para garantizar la protección del ambiente y de las generaciones presentes y futuras con un impacto mínimo, seguro y sostenible (PRAMU, 2015).

Formular el diagnóstico ambiental de un pasivo minero significa reconocer la problemática derivada de este tipo de explotación. Actualizarlo es de vital importancia a nivel municipal y provincial, y más esencialmente del sector minero, ya que a la fecha no se dispone de una evaluación y análisis ambiental que profundice el impacto generado por la actividad minera llevada a cabo entre los años 1992–1996 en el ambiente natural.

Estado Actual del Sitio Los Colorados

Como resultado del análisis realizado de los diferentes factores ambientales en el contexto territorial donde se localiza el Sitio, una vez finalizada la etapa productiva, la empresa que explotó el yacimiento, presentó un Plan de Gestión que contemplaba:

- Desmantelamiento de las instalaciones fabriles correspondiente a la molienda del mineral, planta de producción de concentrado, servicios auxiliares y cisternas de líquidos.
- Gestión de las pilas de lixiviación mediante nivelación de la planchada y la cobertura con material arcilloso de la zona para impedir la erosión eólica e hídrica.

- Acondicionamiento de las escombreras mediante nivelación de la superficie superior de las mismas para evitar la erosión hídrica.

Así mismo, el PRAMU presentó un plan de actividades para dar cumplimiento a lo solicitado por Nota N°: 181.500-01/04 a la Dirección General de Minería de la Provincia de La Rioja donde se pedía la reparación de los daños existentes en las pilas de lixiviación y la construcción de un cerco perimetral para limitar el acceso al área.

Dicho plan se ejecutó en los meses de septiembre y octubre de 2004 con las siguientes tareas:

- Construcción de un cerco perimetral: el tendido del cerco se realizó en los sectores nor-oeste; sur-este e ingreso a la cantera.
- Construcción de desagües: la erosión pluvial y eólica de las colas de mineral era notoria, observándose que la misma llegó hasta la membrana inferior. Por lo tanto se realizaron desagües laterales a la planchada con el objeto de desviar los cauces de agua en la época estival.
- Acondicionamiento de las pilas: se restauraron los taludes y se agregó material arcilloso sobre la superficie para nivelar la misma, también con el mismo material se construyeron dos lomadas para controlar la velocidad de los escurrimientos de las aguas en la época estival y evitar las erosiones.

Durante los años 2014-2015 se llevó a cabo un amplio estudio de caracterización ambiental del Sitio Los Colorados, que tuvo como objetivo visualizar la situación existente en el medio antrópico y el natural. Además, se construyó una extensa red de piezómetros para poder acceder a la toma de muestras de agua en los acuíferos cercanos a la superficie, con el fin de conocer la calidad de agua y definir el sentido de la escorrentía subterránea (PRAMU, 2015).

Fuentes de contaminación

Potencialmente las fuentes de contaminación son: los desechos de la mina, considerados como “escombreras” y las pilas de lixiviación.

Existe un impacto visual muy importante dado por las escombreras que se observan a varios kilómetros de distancia desde la ruta 74. (Ver Foto 1). Por otra parte, el área donde están ubicadas las pilas de lixiviación también impacta sobre el paisaje de manera notoria (Ver Foto 2).



Foto 1. Vista de escombrera. (Fuente: M. Núñez, 2018).



Foto 2. Cubierta superior de pilas de lixiviación. (Fuente: M. Núñez, 2018).

Con respecto a la potencial contaminación de U a la escorrentía superficial y subterránea, el PRAMU realiza de forma periódica (semestralmente) monitoreos de control en el área. Se analizan muestras de aguas superficiales, agua potable, agua de napa y sedimentos. También se realizan mediciones de la tasa de emanación del gas Radón (^{222}Rn) y progenie, y de tasa de dosis de irradiación externa, de acuerdo a la legislación vigente, manifestando que los valores obtenidos se encuentran por debajo de los valores guía establecidos en la normativa.

Conclusiones

Se llevó a cabo un diagnóstico actualizado del marco ambiental del Sitio ya que la caracterización más reciente fue realizada por el PRAMU entre los años 2014-2015. Teniendo como base esto, es posible sentar las bases para una futura propuesta de gestión y remediación de este lugar.

Con la visita al Sitio Los Colorados, realizada el día 28 de Octubre de 2018, se analizaron a priori aquellos factores susceptibles de sufrir modificaciones en sus propiedades naturales.

De los reconocimientos efectuados en el área se realizaron las siguientes observaciones:

- En la labor principal, en su frente de arranque y debido a la pendiente del piso, en época de lluvia puede acumularse agua, dando lugar a una pequeña represa que podría ocasionar accidentes.
- Las pilas presentan una capa de recubrimiento sensible a la erosión pluvial. Y en espera de una gestión definitiva.
- Alteración paisajística (morfológica).
- Potencial contaminación de U a la escorrentía superficial y subterránea.

Además, resultará conveniente aplicar sobre las pilas algunas medidas de mitigación que se proponen a continuación:

- a) Realizar desvíos y canalizaciones a fin de evitar que las aguas ingresen al sector de pilas.
- b) Neutralizar el pH del mineral de las pilas para evitar la disolución de los metales pesados.
- c) Recomponer el recubrimiento con el material estéril, del espesor original de las pilas y mantenerlo periódicamente.
- d) Evaluar la posibilidad de aplicar biolixiviación, y posteriormente realizar una recuperación secundaria del uranio residual.

Las pilas fueron correctamente acondicionadas para el cierre y abandono de la mina y hasta el día de la fecha se encuentran en buenas condiciones, ya que personal del PRAMU realiza controles de forma periódica para mantenerlas en buen estado.

No obstante, en base a los resultados obtenidos y en una etapa posterior, existe la posibilidad de desarrollar, sobre la base de técnicas nacional e internacionalmente aceptadas, las posibles soluciones tecnológicas disponibles para la gestión de las

pilas de lixiviación a través de una propuesta de recuperación secundaria del uranio utilizando la biolixiviación.

La ventaja de contar con una técnica disponible y amigable con el ambiente, la biolixiviación, puede ser aplicada de manera tal de extraer e inmovilizar una fracción residual menor, lo que permitirá realizar una reubicación de las pilas a una zona más conveniente desde el punto de vista ambiental y así lograr la gestión definitiva de las mismas.

Bibliografía

MÁS, M.; CALBO, V.; LEIVA, A, COMBINA A. (2001). *Reducción del Riesgo Ambiental en una Explotación de Uranio Abandonada, por Aplicación de Biolixiviación*. Informe final del proyecto de investigación.

MÁS, M.; CALBO, V.; BALMACEDA, E; CARRIZO, N.; TSAKOUMAGKOS, L. & HUNICKEN, H. (1999). *Estudio de bioactividad presente en las minas de La Rioja*. Informe Final. Publicación Interna UNLaR. pag. 24 - 29.

MÁS, M.; CALBO, V.; LEIVA, A.; COMBINA, A. (1999). *APLICACIÓN DE LA BIOLIXIVIACION EN LA MITIGACION DEL PROBLEMA AMBIENTAL DE LA MINA LOS COLORADOS*. Publicación Interna UNLaR.

MÁS, M.; CALBO, V. (1999). Estado de una explotación minera abandonada - La Rioja. PRODEA - Ambiental 99 - UNSJ. pag. 145.

MORALES LAMBERTI, A. (2008) *Remediación de pasivos ambientales de la minería de uranio: Deuda ecológica y social*. Extraído de <http://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/RFD/article/view/735>

PROYECTO DE RESTITUCIÓN AMBIENTAL DE LA MINERÍA DE URANIO (PRAMU) (2015). *Plan de monitoreo ambiental y principales resultados SITIO LOS COLORADOS*. Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Ministerio de Planificación. Presidencia de la Nación, Argentina.

PROYECTO DE RESTITUCIÓN AMBIENTAL DE LA MINERÍA DE URANIO (PRAMU) (2015). *Reporte de Gestión*. Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Ministerio de Planificación. Presidencia de la Nación, Argentina.

Páginas web consultadas

GOOGLE EARTH www.google.es/intl/es/earth/index.html

INDEC (Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010) <http://www.indec.gov.ar>

Instituto Geográfico Nacional República Argentina www.ign.gob.ar

Municipalidad Ciudad de La Rioja www.municipiolarioja.gob.ar

Provincia de La Rioja <http://www.larioja.gov.ar>

Secretaría de Ambiente La Rioja www.ambiente.larioja.gov.ar

Servicio Geológico Minero Argentino www.segemar.gov.ar

REUTILIZACION DEL AGUA DE EFLUENTES PROVENIENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE LA LOCALIDAD DE VILLA UNION - LA RIOJA

Peñaloza, Carolina ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumno Maestría en Ingeniería Ambiental
penalozacar@yahoo.com.ar

Resumen:

Según el proyecto de la Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales, efectuado por IPALAR para la localidad de Villa Unión, la misma recibirá un caudal diario estimado de 1200 m³. Dicho efluente será tratado tanto física como biológicamente según memoria descriptiva del proyecto, donde se bajan los niveles de los diferentes parámetros alcanzando lo establecido por dicha ley para su posterior vuelco.

El marco Regulatorio del servicio Público de Provisión de Agua Potable y desagües cloacales en la provincia de La Rioja enmarcado en la Ley 6281 establece los niveles de los parámetros de los Desagües cloacales.

Con el fin de estabilizar y efectivizar el uso del agua, y optimizar el uso del suelo disponible del predio, se efectuara Fitorremediación con la implantación de la gramínea Vetiveria Zizaniodes.

La Tecnología del Sistema Vetiver (TSV) como herramienta de fitoremediación para la protección ambiental representa una estrategia innovadora que tiene un enorme potencial.

El tratamiento de efluentes con Vetiver es un “proceso de reciclado”, pues las plantas y microorganismos asociados con ellas absorben los nutrientes y minerales reciclándolos. Y lo más importante, los subproductos de las hojas del Vetiver ofrecen un amplio rango de usos que incluyen artesanías, forrajes, techos, arropes y combustibles, por nombrar solo algunas.

Con la aplicación de este sistema se estima desde el punto ambiental mitigar los efectos potenciales de los efluentes antes del vuelco definitivo, generándose un uso sustentable de los recursos en este caso de la localidad de Villa Unión.

Es una solución natural, verde, sencilla, práctica y económica.

Palabras Claves: Efluentes cloacales, Fitorremediación, Vetiveria.

Introducción

El proyecto de tratamiento de efluentes para la localidad de Villa Unión fue desarrollado por IPALAR y consta de una planta de Depuradora de Desagües Cloacales que comprende la instalación de una Planta Compacta de depuración y la ejecución del nexo existente entre la planta a emplazar y la cañería de desagüe cloacal existente.

La planta de tratamiento de Efluentes cloacales a instalar permitirá tratar un Q de 1200m³ cubriéndose una demanda de 6000 habitantes.

Este tipo de plantas efectúa tratamiento biológico tanto aeróbico como anaeróbico, además de tratamiento de Barros activados, mediante el reactor de mezcla, el sedimentador la cámara de desinfección y el digestor de lodos residuales.

Con la construcción de la planta se tiende a mejorar las condiciones medioambientales actuales, evitando la contaminación de los recursos naturales, al bajar las concentraciones de los diferentes parámetros alcanzando lo establecido por la ley para su posterior vuelco.

En la provincia de La Rioja los niveles de los parámetros de los Desagües cloacales se establecen según el marco Regulatorio del servicio Público de Provisión de Agua Potable y desagües cloacales enmarcado en la Ley 6281.

Con el fin de reutilizar el efluente tratado y estabilizar el suelo de vuelco, se propone la implantación de Vetiver Zizanoides de manera tal de efectuar Biorremediación del suelo circundante previa disposición final hacia el río Bermejo.

La Tecnología del Sistema Vetiver como herramienta de Fitorremediación para la protección ambiental representa una estrategia innovadora que tiene un enorme potencial. La TSV es una solución natural, verde, sencilla, práctica y económica.

La Fitorremediación es un conjunto de tecnologías que reducen in situ o ex situ la concentración de diversos compuestos a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados a ellas.

La Fitorremediación utiliza las plantas para remover, reducir, transformar, mineralizar, degradar, volatilizar o estabilizar contaminantes (Kelley *et al.*, 2000; Miretzky *et al.*, 2004; Cherian y Oliveira, 2005; Eapen *et al.*, 2007; Cho *et al.*, 2008). Se han identificado una amplia diversidad de especies que se emplean para este fin. Algunas de ellas, debido a su gran capacidad para acumular metales pesados, reciben el nombre de hiperacumuladoras.

La fitoextracción o fitoacumulación consiste en la absorción de metales contaminantes mediante las raíces de las plantas y su acumulación en tallos y hojas. El primer paso para la aplicación de esta técnica es la selección de las especies de planta más adecuada para los metales presentes y las características del emplazamiento.

El tratamiento de efluentes con Vetiver es un “proceso de reciclado”, pues las plantas y microorganismos asociados con ellas absorben los nutrientes y minerales reciclándolos. Y lo más importante, los subproductos de las hojas del Vetiver ofrecen un amplio rango de usos que incluyen artesanías, forrajes, techos, arropé y combustibles, por nombrar solo algunas.

La vetiver es una gramínea perenne de tupidos penachos, con inflorescencia y semillas estériles, como no tiene rizomas o haces enraizados, la planta crece en grandes macollos a partir de una masa radicular muy ramificada y esponjada. Los

tallos son erguidos en forma recta alcanzan una altura de 0.5 a 1.5 m. las hojas son relativamente rígidas, largas y angostos y tienen hasta 75 cm de largo y no más de 8 mm de ancho.

Esta gramínea posee la capacidad de soportar sequías extremas debido a su alto contenido de sales de savia de sus hojas, así como inundaciones por largos periodos. Crece en un rango amplio de suelos con diferentes niveles de fertilidad; resiste temperaturas que van desde los -9 °C hasta mayores a 38°C.

El Vetiver es muy resistente a la sequía y a la falta de fertilidad, una vez establecido, gracias a su fuerte y profundo sistema radícula y a su asociación con microorganismos del suelo que lo ayudan a obtener nutrientes en suelos infértiles.

Es muy resistente a las inundaciones, es capaz de estar parcialmente sumergido hasta más de tres meses; posee la característica de tolerar un muy amplio rango de PH del suelo (PH desde 3.0 hasta 11.0); siendo además muy resistente a la salinidad, al sodio y al magnesio; como también muy resistente al calor extremo (más de 50 ° C) y extremadamente resistente al viento. (Fig. N°1)

Se considera que esta planta es un medio biológico eficaz para ser usado como un filtro primario económico para el tratamiento de aguas servidas en áreas rurales, antes de que descarguen en los cursos de agua.

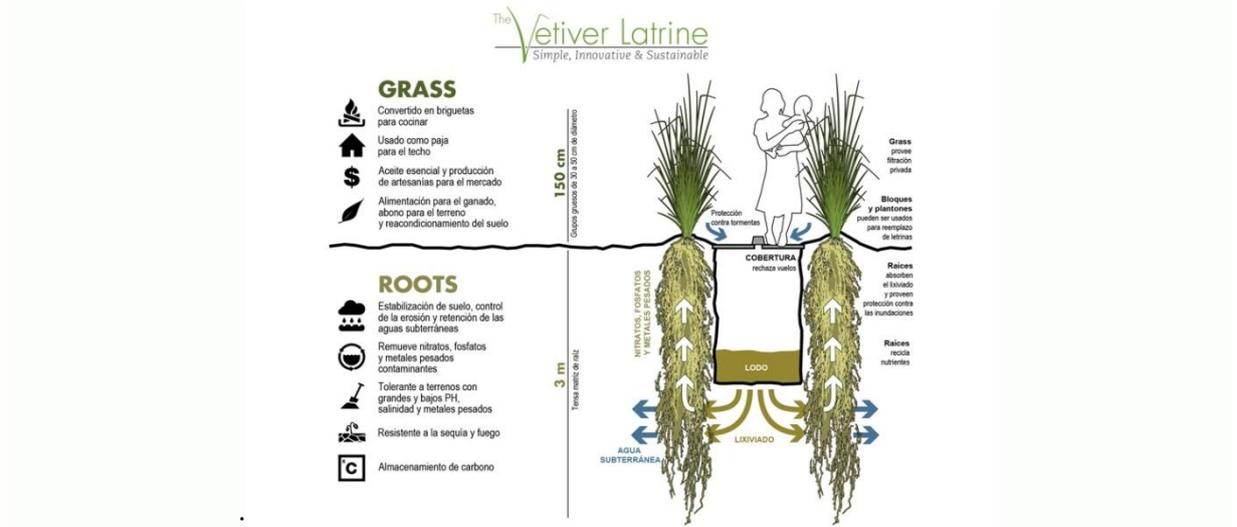


Figura N° 1: Detalle de plantas Vetiver

Materiales y Métodos

El sistema de Vetiver, fue desarrollado por el banco mundial para la conservación de suelos en la India en el año 1980. Siendo un método eficaz y natural para la protección del ambiente.

Posee 4 aplicaciones principales siendo las mismas:

- Prevención, eliminación y tratamientos de aguas residuales.
- Rehabilitación y tratamiento de suelos
- Estabilización de taludes pronunciados,
- Conservación de suelos y aguas en tierras agrícolas.

En general, la Tecnología del Sistema Vetiver (TSV) trata las aguas residuales con los siguientes métodos:

Irrigación de cultivos por:

- Riego "rodado"
- Riego por aspersión

Humedales construidos:

- Humedales temporales en el terreno
- Humedales construidos sobre la superficie
- Hidropónicos: pontones o plataformas flotantes
- Humedales naturales

Considerándose los métodos, y de acuerdo a los requerimientos necesarios para la disposición final de los efluentes tratados antes del vuelco definitivo, se propone efectuar irrigación de cultivo por "Riego Rodado".

Este tratamiento consiste en:

1. Preparación de la cama de siembra: se realiza la limpieza y nivelación del terreno a implantar.
2. Se efectúa movimiento de suelo dejándolo suelto y mullido efectuándose esta tarea con un arado mecánico (arado) o arado manual.
3. A continuación en el sitio dispuesto se efectuara un filtro granulométrico disponiéndose material de diferente granulometría (granza, ripio y arena).
4. Se implantara la Vetiver en hileras dispuestas cada 1 m de distancia generando pequeñas terrazas entre sí, disponiéndose a favor de las curvas de nivel del sitio. (Fig N°2)
5. El plantado consiste en la colocación de 1 esqueje por hoyo reforzando el enraizamiento en el campo definitivo con aplicación de abono orgánico.
6. El riego del cultivo se efectuara por surco de manera tal de facilitar el riego por gravedad. Siendo considerado el riego después del transplante con una frecuencia moderada durante 15 días y después ya se puede aplicar el agua en mayores intervalos.
7. Se formarán en el terreno 90 hileras cada 1 m de distancia 119 filas cada 1,50m entre sí.
8. La implantación se efectuara por siembra escalonada, a medida que la planta de efluente vaya disponiéndose el agua para la efectivización del riego, hasta cubrir la totalidad de la superficie disponible.

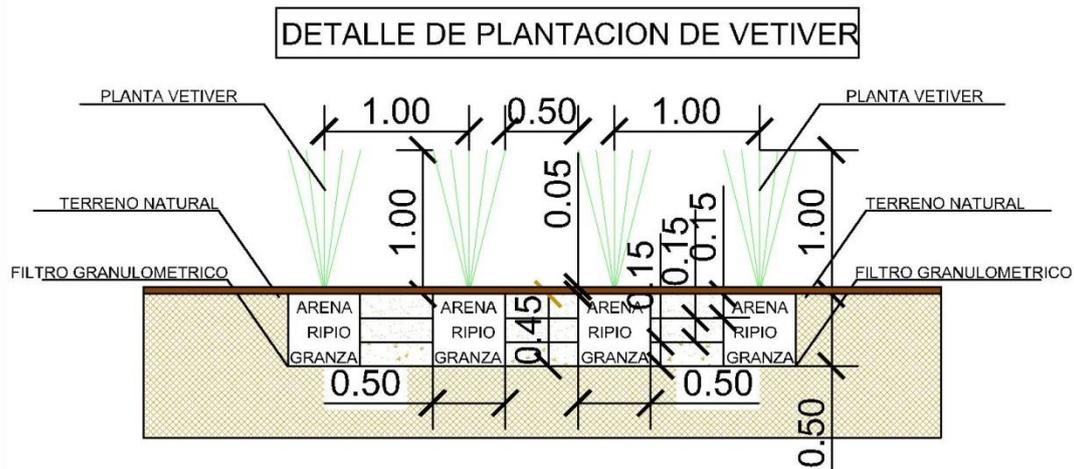


Figura N°2: Detalle de Tratamiento en subsuelo

Conclusiones

- ✚ Los niveles de los parámetros físicos, químicos y biológicos, luego de tratamiento en la planta compacta de Tratamiento de Efluentes, están contemplados dentro de la Ley 6281; mediante la aplicación de esta alternativa, se busca efectivizar el uso del agua a la salida de la misma realizando reutilización del agua, mediante riego, en una plantación del Sistema de Vetiver.
- ✚ En esta prueba piloto, la eficiencia del uso del agua y la utilización de prácticas ambientalmente amigables como es el caso del sistema vetiver, resultan de importancia como tecnologías alternativas, en este caso puntual para la Localidad de Villa Unión declarada Municipio Ecológico en el año 2015.-

Bibliografía

- Arce Sandra; Azuaje Juana et al. "uso de Chrysopogon zizanioides, para la fitorremediación de Suelos contaminados".
- Núñez, R. Meas, Y. Ortega, et al. 2004. "Fitorremediación: Fundamentos y aplicaciones". Ciencias. Vol. 55 N°3. México.
- Origuela; Julio Alegre. "Manual Uso y Manejo de Gras Vetiver (Chrysopogon zizanioides) Diciembre 2007. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Lima Perú..
- Pulgar Lara S; Navarro Silva Rodrigo Octubre 2017. "Sistema Vetiver para la descontaminación de agua y aumento de su disponibilidad para riego" Fundación para innovación Agraria. Serie. *Experiencias de innovación para el emprendimiento Agrario*. Arica y Parinacota. Chile
- Truong, P.N. 2015. "Vetiver Network international Foundation. Red Internacional de Vetiver. EE.UU.

TRATAMIENTO DE LÍQUIDOS RESIDUALES DOMÉSTICOS A TRAVÉS DE FITORREMEDIACIÓN PARA LA CIUDAD DE CHAMICAL

Quintero, Claudia N^{(1) (2) (3)}

(1) Alumna Maestría en Ingeniería Ambiental

(2) Docente Carrera Ingeniería Civil - Ingeniería Sanitaria: FRLR.UTN

(3) Obras y Construcciones de Ingeniería Sanitaria: UNLAR

e-mail: ingclaudiaquintero@yahoo.com.ar

Resumen

La ciudad de Chamental es la cabecera del Dpto. homónimo en la provincia de La Rioja (Argentina) se encuentra a 141km de la Ciudad Capital y cuenta con 12.929 habitantes (INDEC, Censo 2010).

En el presente trabajo se realiza un análisis documental de una alternativa de tratamiento de las aguas residuales domésticas en esa ciudad con el uso de humedales artificiales o construidos para prever la posibilidad de replicar el sistema de depuración propuesto para el tratamiento de los efluentes domésticos a otras localidades de la provincia.

La Fitorremediación hace referencia a la acción de depuración del agua en presencia de vegetación implantada en lagunas artificiales, constituyendo un sistema de humedal artificial o "wetland". En Argentina, el uso de humedales construidos para tratamiento de efluentes es aún limitado, a pesar de que las condiciones para su implementación son ideales.

En función de la información obtenida y de las experiencias realizadas en otros países, se propone realizar la refuncionalización de la planta de tratamiento, a través de la implementación de humedales construidos de flujo subsuperficial usando como planta fitorremediadora vetiveria zizanioides L, ya que además es posible producirla (generarla) en el laboratorio del Centro de Biotecnología Vegetal Biovida, ubicado en Anguinán, Provincia de La Rioja, que se encarga de multiplicar plantas por micropropagación.

Para realizar este sistema de tratamientos de aguas residuales se propone implementar un mecanismo de balsas flotantes, a las cuales se les siembra la cantidad necesaria de plantas de vetiver en función del caudal a tratar, para que absorban todos los contaminantes que contengan las aguas residuales y así obtener un efluente que pueda ser volcado o ser reusado según la normativa vigente.

Se pretende posteriormente, no solo hacer una experiencia piloto con este tipo de vegetal, sino avanzar en este tipo de innovación o incorporación de nueva tecnología en la provincia.

Palabras Claves: agua residual, vetiver, fitorremediación.

Introducción

El presente trabajo se centra en un análisis documental de una alternativa de tratamiento de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Chamental, provincia de La Rioja con el uso de humedales artificiales o construidos, a través de fitorremediación, proponiendo en este caso el uso de vetiveria zizanioides L gramínea (pasto), últimamente reclasificado como *chrysopogon zizanioides*.

La propuesta se realiza con la finalidad de refuncionalizar y optimizar la planta de depuración de efluentes cloacales existente en esa ciudad, puesta en marcha en el año 2006, y que no logró su cometido. Se busca también la posibilidad de replicar el sistema de depuración propuesto para el tratamiento de los efluentes domésticos a otras localidades de la provincia de La Rioja.

La fitodepuración ocurre naturalmente en los ecosistemas que reciben aguas contaminadas y, junto a la denominada autodepuración de las aguas, ha sido el procedimiento clásico de recuperación de la calidad del agua. El proceso ocurre en humedales naturales o en humedales artificiales. Es una tecnología sustentable que se basa en el uso de plantas para reducir in situ la concentración o peligrosidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos de suelos, sedimentos, agua, y aire, que provienen de actividades humanas, a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados a su raíz que conducen a la reducción, mineralización, degradación, volatilización y estabilización de contaminantes.

Desarrollo

La ciudad de Chamental es cabecera del Departamento homónimo, situado al Este de la provincia de La Rioja, en la República Argentina. Localizado, por RN38, a una distancia de 141 km de La Rioja Capital. Cuenta con una población de 12.929 habitantes (INDEC, Censo 2010). La temperatura media anual es de 20°C.

La planta de tratamiento de efluentes cloacales existente en esta ciudad, fue construida y puesta en funcionamiento en el año 2006, Figura 1, adoptándose un sistema de humedales artificiales superficial de flujo libre (FWS) utilizando como pretratamiento una Laguna Facultativa (Ver esquema en Figura 2).



Figura 1. Localización Planta de Tratamiento - Fuente: Google Earth Pro.

En el año 2018 la planta operó con los módulos I y II, Figuras 3 y 4, con sus lagunas facultativas 1 y 2. Las tres celdas de humedales artificiales funcionan como lagunas

de maduración, debido a que la gran parte de la vegetación depuradora (carrizos) se secó, quedando un sector de aproximadamente 50 m² con vegetación.

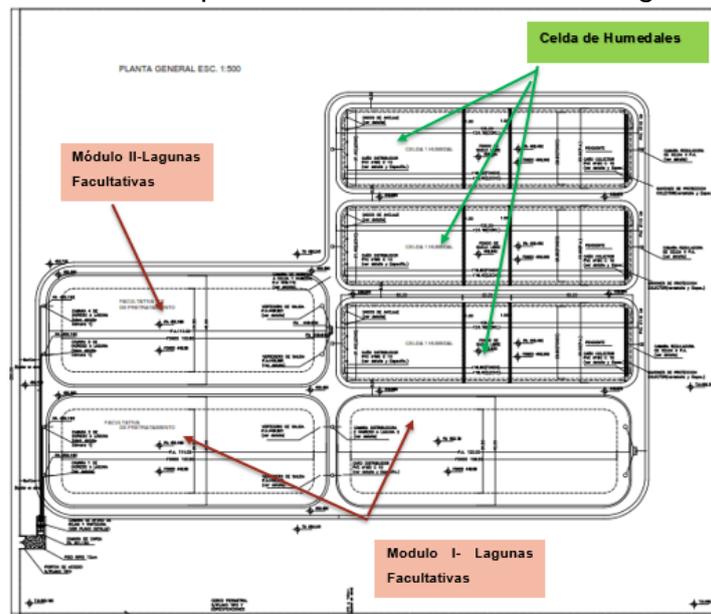


Figura 2. Planta general de Planta existente de efluentes cloacales. - Fuente: Propia.



Figura 3. Vista Modulo I- Laguna facultativa I y II, quema de vegetación en celdas de humedales.



Figura 4. Módulo II Laguna facultativa 1 y celda de humedales 1.

La Fitorremediación es la acción de depuración del agua en presencia de vegetación implantada en lagunas artificiales, constituyendo un sistema de humedal artificial o "wetland". Esta forma de tratamiento de las aguas, de implementación sencilla, costos relativamente bajos respecto a los sistemas tradicionales y con implicancias

ambientales beneficiosas, es aplicable para depurar efluentes cloacales de origen domiciliario, agropecuario e industrial, entre las principales aplicaciones.

Los humedales construidos son estanques poco profundos en donde se implantan especies vegetales adaptadas a la vida acuática y la depuración se basa en procesos naturales de tipo microbiológico, biológico, físico y químico. Su diseño incluye canalizaciones, impermeabilización del suelo para evitar la contaminación a los ecosistemas circundantes y control del efluente en cuanto a su dirección, flujo, tiempo de retención y nivel del agua (Curt, 2005). Los procesos realizados por vegetales y microorganismos, depuran el agua eliminando grandes cantidades de materia orgánica, sólidos, N, P, y en algunos casos productos químicos tóxicos.

En Argentina, el uso de humedales construidos para tratamiento de efluentes es aún limitado, a pesar de que las condiciones para su implementación son ideales (gran disponibilidad de terrenos marginales de bajo costo, clima templado con inviernos poco rigurosos y gran disponibilidad de macrófitas adaptadas al clima). Una de las experiencias son los Humedales construidos para tratamiento de efluentes de industrias metalúrgicas en Santa Fe, (Maine et al 2016). El objetivo del trabajo fue evaluar la eficiencia de humedales construidos y determinar si los contaminantes son retenidos por el sedimento o por las plantas.

En función de la información obtenida, se propone realizar la refuncionalización de la planta de tratamiento, implementando humedales flujo subsuperficial usando como planta fitorremediadora *vetiveria zizanioides L*, ya que además es posible producirla (generarla) en el laboratorio del Centro de Biotecnología Vegetal Biovida.

El pasto Vetiver, esta es una planta herbácea, gramínea, perenne, sin tallo aparente. Taxonómicamente el género *Cryspogon* pertenece a la subfamilia *Andropogoneae* de la familia *Poaceae*. El laboratorio del Centro de Biotecnología Vegetal Biovida, (Anguinán, Pcia. de La Rioja), multiplica plantas por micropropagación, tomando una porción de tejido vegetal denominado explante para introducirlo en un medio de cultivo con nutrientes adecuados para el desarrollo de una nueva planta. Esto bajaría aún más los costos del sistema de tratamiento. La micropropagación es un método eficaz para propagar fragmentos de plantas (nódulos, yemas y rizomas) que se cultivan en condiciones estériles sobre un medio de cultivo. (Figuras 5 y 6)



Figura 5. Rizomas de vetiver a raíz desnuda - *Vetiveria* en propagación en laboratorio Biovida.



Figura 6:.Plantas de vetiver para su aclimatación en vivero Biovida.

La bibliografía recomienda tratamiento preliminar, para reducir la concentración de los sólidos orgánicos difícilmente degradables que de otra manera se acumularían en la zona de entrada del humedal y que producirían atascamientos, posibles olores y efectos negativos en las plantas de esta zona. En el caso de estudio se seguirá utilizando las lagunas facultativas existentes como tratamiento primario. Para realizar la fitorremediación se implementará un mecanismo de balsas flotantes a las cuales se les siembra la cantidad necesaria de plantas de vetiver en función del caudal a tratar, para que absorban todos los contaminantes que contengan las aguas residuales. (Figura 7)



Figura 7. Vetiver en balsas flotantes en tratamiento de efluentes cloacales.

De esta manera se logra volcar a los cauces, a campo de derrame, como el caso de Chemical, o bien hacer reúso de ésta lo más descontaminada posible. Según la bibliografía consultada el proceso logra una depuración que supera el 95%, según estudios comprobados en Venezuela, India, China, Australia, México y EE.UU.

Conclusiones

Con lo expuesto se pretende dar un conocimiento básico sobre un sistema de depuración poco explotado en nuestro país, y sobre el cual, no solo hacer posteriormente una experiencia piloto, sino avanzar en este tipo de innovación o incorporación de nueva tecnología en la provincia.

La propuesta de refuncionalizar y optimizar el tratamiento del agua residual doméstica a través de fitorremediación con vetiver, resulta una buena alternativa de procesar los efluentes cloacales con las celdas de humedales construidos. Contempla el uso de las lagunas facultativas y de la infraestructura complementaria existente. Además, el sistema podría ser replicado en otras localidades de características similares con las adaptaciones locales correspondientes.

Es una tecnología de bajo costo, que no requiere de infraestructura sofisticada, simple, sustentable, compatible con el ambiente y estéticamente más agradable que

las tecnologías convencionales. El líquido efluente del humedal según experiencias en otros países y en función de la eficiencia en la remoción de los contaminantes, se muestra con características óptimas para el reúso en riego.

Este estudio se encuadra dentro del concepto abierto de Infraestructura Verde o Natural; ya que contribuye a la depuración de las aguas, una prioridad de salud en la región, a la descontaminación de cauces naturales y otras acciones de protección de las cuencas.

Bibliografía

- “Infraestructura Verde en el Sector de Agua Potable En América Latina y El Caribe: Tendencias, Retos y Oportunidades” Informe para Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de Las Américas (ADERASA) - Marta Echavarría y Otros; EcoDecisión - Forest Trends - The Nature Conservancy. Diciembre 2015.
- Alvarado Granados Alejandro R. (Coord.), 2012: Experiencia en el Tratamiento de Aguas Residuales en el Estado de México. México, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Biovida - Centro de Biotecnología Vegetal Riojana- Agrogenetica Riojana S.A.P.E.M. 2019.
- Boffil, Sinaí y Otros, 2009: “Desarrollo Local Sostenible a Partir del Manejo Integrado en El Parque Nacional Caguanes de Yaguajay” en Revista Desarrollo Local Sostenible, Cuba: www.Eumed.Net/Rev/Delos/04/.
- Experiencias en Bioingeniería Implementando el Uso del Vetiver (Vetiveria Zizanioides, (L) Nash) en diferentes localidades de Venezuela.
- García Rodríguez M, 2005: Diseño Construcción y Evaluación Preliminar de un Humedal de Flujo Subsuperficial. Revista de Ingenierías. Universidad de Los Andes. Santafé de Bogotá. 11 P. Disponible En: [Http://Hdl.Handle.Net/1992/760](http://hdl.handle.net/1992/760).
- Instrumento de Vinculación entre el Estado Provincial (Titular del Servicio Público de Provisión de Agua Potable y Desagües Cloacales) y la Empresa Aguas Riojanas Sociedad Anónima con Participación Estatal Mayoritaria (ARSAPEM).
- Lara, J, 1999: Depuración de Aguas Residuales Municipales con Humedales Artificiales.
- Ley N° 4.741/87 De Preservación del Medio Ambiente de La Provincia de La Rioja en los Parámetros Pertinentes del Anexo V del Decreto Reglamentario N° 773/93.
- Ley Provincial N° 6.281/96 - Marco Regulador del Servicio de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de La Rioja, Anexo III -2. Normas Mínimas de Calidad y Vigilancia para Desagües Cloacales.
- Llagas W y Gómez E. 2006: Diseño de Humedales Artificiales para el Tratamiento de Aguas Residuales en la UNMSM. Revista del Instituto de Investigaciones.17:12 P.
- Metcalfe, O., Truong, P. And R. Smith, Hydraulic Characteristics Of Vetiver Hedges In Deep Flows. 3rd International Conferences on Vetiver (2003).
- Panigatti, M. C.; Boglione, R.; Griffa, C.; Schierano, M. C. y Laorden, F. “Fitorremediación como método alternativo para el Tratamiento de Aguas Subterráneas”. Actas Jornada PROIMCA-PRODECA 2013. Córdoba, 05 al 07 de junio de 2013.
- Romero, M., Colin, A., Sánchez, E. y Ortiz, M. Tratamiento de Aguas Residuales por un Sistema Piloto de Humedales Artificiales: Evaluación de la Remoción de la Carga Orgánica. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 23(1), 2009, Pag. 157–167.

CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL SECTOR NORESTE DE LA CIUDAD DE LA RIOJA

Torres, Carolina⁽¹⁾

⁽¹⁾ Alumna Maestría en Ingeniería Ambiental
vica_1980@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo indaga sobre la posible contaminación de las aguas subterráneas de la ciudad capital de La Rioja. En primer lugar se describen los parámetros y conceptos necesarios para entender la problemática y su posible vinculación con la actividad humana.

Es necesario destacar que el abastecimiento de agua en la ciudad Capital de La Rioja proviene de varias fuentes, tales como el dique Los Sauces, el sistema de obtención subterránea (perforaciones) y una fuente subálvea correspondiente al denominado acueducto Sanagasta.

El dique de Los Sauces abastece a los sectores del centro y macrocentro, mientras que el acueducto Sanagasta lo hace solo a la zona Oeste, quedando el resto de la ciudad abastecida solamente por perforaciones subterráneas de 300 m de profundidad

Para comprender como se pueden contaminar las aguas subterráneas, se caracterizó en primer lugar al suelo desde el enfoque taxonómico y edafológico, como así también las características físicas y químicas del mismo.

A continuación se describe como la ciudad fue creciendo a través del tiempo, en relación a la expansión de la mancha urbana y la infraestructura de la misma, haciendo foco en el sistema de desagüe cloacal. Se considera también la instalación del Parque Industrial como una política de crecimiento económico para la ciudad, y su vinculación directa con la contaminación y la generación de pasivos ambientales, como lo es la Laguna Azul.

Por último se concluye sobre el tema investigado y la bibliografía analizada, estimando una nueva línea de investigación a través de trabajo de campo para poder definir si el origen de la contaminación está relacionado a los desagües cloacales o industriales.

Palabras Claves: Contaminación de agua subterránea, Contaminación de suelo, Pasivos Ambientales.

Introducción

La ciudad de La Rioja se encuentra ubicada en la región Noroeste de la Argentina, limita con la provincia de Catamarca al Norte, hacia el Este con parte de la provincia de Córdoba y Catamarca, al Sur con las provincias de San Luis y San Juan y al Oeste con parte de la provincia de San Juan y el país de Chile. La provincia cubre

una superficie de 89.680 km² y según datos de INDEC posee una población de 331.847 habitantes (Censo 2010).

El incremento de la población de los últimos 10 años también se ve reflejado en la demanda de viviendas y saneamiento de los nuevos barrios y asentamientos.

La infraestructura de agua necesaria para la demanda del crecimiento poblacional, dio origen a la ejecución de perforaciones subterráneas para la obtención del recurso hídrico. Esto se debió a que la provisión desde el dique Los Sauces y del acueducto de Sanagasta no cubría la demanda total de la población (Aguas Riojanas SAPEM).

En los últimos años se ha producido la clausura de varias perforaciones debido a que las mismas se encuentran contaminadas, no cumpliendo con lo que establece el Código Alimentario Argentino en su Artículo 982 - (Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007).

Taxonomía de los suelos

Para conocer la composición y propiedades de los suelos, es necesario entender su taxonomía, la cual permite determinar de forma mensurada las propiedades físicas y químicas de los suelos a estudiar. El INTA³³ es uno de los organismo que más investigación ha desarrollado en Argentina, en su publicación del libro "Argentina, 200 años, 200 suelos" identifica las características taxonómicas y edafológicas de las 23 jurisdicciones.

En el mapa de suelos de la provincia, realizado por el INTA en 1990, se establecen tres órdenes taxonómicos, Entisoles, Ardisoles y Molisoles.

Contaminación del suelo

El suelo se considera como un sistema abierto en el espacio y en el tiempo. Evoluciona transformándose hasta alcanzar el equilibrio con las condiciones ambientales, conformando un sistema depurador ya que es capaz de degradar o inmovilizar los contaminantes (Crosara, 2007).

Los mecanismos de transporte se basan en la interacción entre los tres medios: aire, agua y suelo (Figura 1). La contaminación de uno de los medios suele resultar en la contaminación subsecuente de uno o dos de los otros.

³³ INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

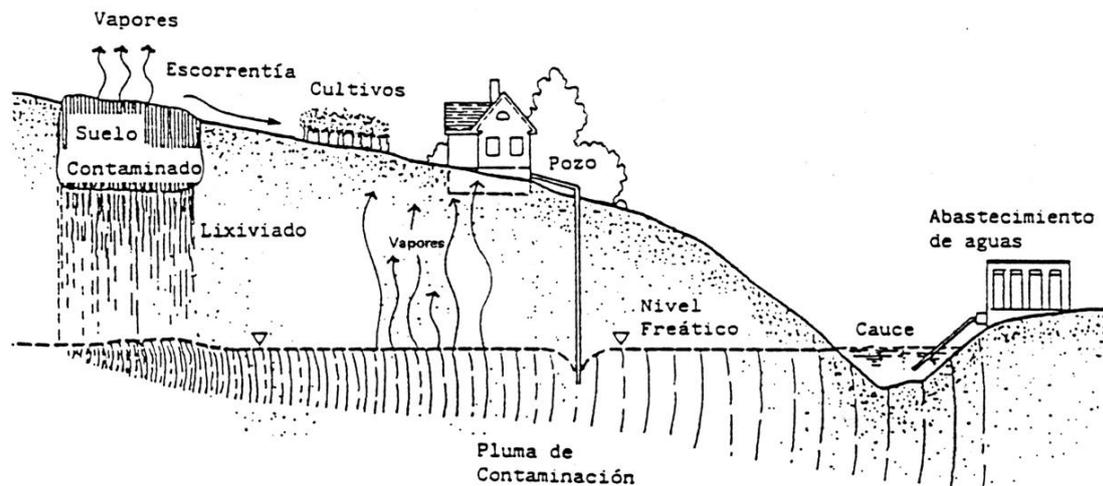


Figura 17: Rutas de movilización de contaminantes – Fuente: Conde (1987)

Principio de flujo y transporte de contaminantes en el suelo

Los contaminantes cuando están en contacto con el suelo, pueden ser degradados por los organismos presentes, adsorbidos por los coloides o transportados por los espacios porosos del suelo hasta los mantos acuíferos, afectando el recurso hídrico del lugar. Así mismo, la conductividad hidráulica determina el flujo y transporte de las sustancias dentro del perfil del suelo (Reyes, 2011).

En función de la capacidad de adsorción de los suelos, Gabriel Conde 1987, menciona que cuando los contaminantes llegan a las aguas subterráneas, estos se disuelven y acompañan al agua. Si la fuente de contaminación es constante y continua, esta puede ingresar a una masa de agua subterránea, generando un volumen de agua que se dispersa en forma de pluma contaminante (Figura 2).

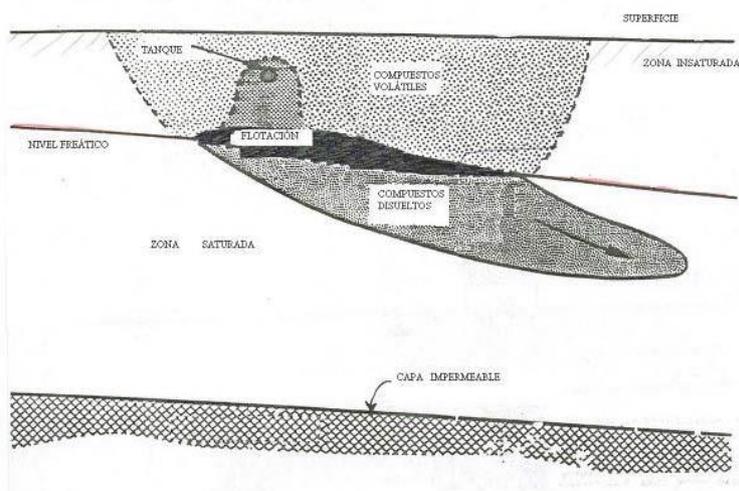


Figura 18: Comportamiento de los compuestos orgánicos líquidos menos densos que el agua – Fuente: Conde (1987)

Canales Flujos y Servicios

A mediados de 1.800 los gobiernos riojanos se plantean diferentes inquietudes que pudieran ayudar a la distribución y almacenamiento del agua, en este caso puntual al Río que bajaba desde las Sierras del Velasco. Ante tal situación surge la necesidad de construcción de una represa y que las aguas producto de las vertientes del Río Grande y sus afluentes que bajaban desde Huaco y Sanagasta sean bien aprovechadas (La Rioja Antigua, 2014).

En el año 1912, se da comienzo con la construcción del Dique de los Sauces como así también canales, entubado y cañerías para su correcta distribución. La construcción terminaría en el año 1932 gracias al impulso y reclamo del Gobernador Adolfo Lanús (La Rioja Antigua, 2014).

En la actualidad debido al crecimiento de la población indicada en el último censo, se realizaron obras de perforaciones para la extracción de agua, llegando a tener, según datos de Aguas Riojanas, un total de 70 pozos de extracción distribuidos en todo el ejido de la ciudad capital, según se puede observar en la Figura N°3, de las cuales 6 se encuentran fuera de servicio por no cumplir con los parámetros de calidad del agua para consumo humano. Las mismas se encuentran en los sectores Oeste, Centro y Este de la ciudad capital (Figura 4).



Figura 3: Perforaciones en la ciudad capital, activas en rojo y fuera de servicio en verde. Fuente: Aguas Riojanas (2018)

Ante tal situación, se estableció que el ente responsable y autoridad de aplicación para la recuperación de la Laguna era la Administración Provincial de Agua (APA) (Rioja Libre, 2013).

La Administración procedió convocando a diversos especialistas y empresas tales como Eco Gestión (procedente de Río Negro) para la realización de diversos estudios. Sin embargo, los costos del proyecto de recuperación de aguas, eran muy elevados, por lo que se decide entregar dicho emprendimiento a la Fundación Valle de Huaco, quien llevó a cabo el tratamiento de los efluentes y recuperación del espacio.

Pozos fuera de Servicio en el Sector Noreste

En el año 2005, la empresa Aguas de la Rioja, observa que dos de sus pozos de agua ubicados en el sector Noreste de la ciudad capital presentaban un fuerte olor fétido, según lo explica un trabajador anónimo de la empresa. De forma inmediata se dan de baja ambos pozos, pero no son sellados, con el objetivo que en algún momento se pueda investigar y monitorear las causas de la contaminación.

Ambos pozos de agua, se encuentran a menos de 1 km de distancia de La Laguna Azul, aguas abajo desde el Oeste hacia el Noreste, según se muestra en la figura 18, donde se ubica el polígono del Parque industrial, la ubicación de la ex Laguna Azul y los dos pozos fuera de servicio.



Figura 6: Ubicación de PFS en relación al Parque Industrial y Laguna Azul

Conclusiones

En virtud de lo expuesto, podemos estimar que, según las propiedades generales del suelo, es posible que la permanencia de los desagües cloacales e industriales sean los causantes de la contaminación de las aguas subterráneas sólo aguas abajo.

Por los datos relevados se descarta en principio que los pozos ciegos sean tomados en cuenta como posibles focos de contaminación, ya que las dos perforaciones del sector Noreste se contaminaron antes de la construcción de las viviendas. Actualmente los barrios que habitan el sector son Agrario y Virgen de Andacoyo.

Para poder determinar y vincular las causas de la contaminación de los dos pozos de agua identificados en el sector Norestes de la ciudad, es necesario realizar estudios físico químicos y bacteriológicos, del agua, con el objetivo de encontrar indicios de contaminación que puedan ser vinculados con la Laguna Azul.

Se recomienda continuar con la investigación de los dos pozos tratados en el presente trabajo llevando a cabo la toma de muestras en el sector, para posteriormente ser analizados.

En este trabajo quedan sin analizar las 4 perforaciones fuera de servicio ubicadas en los sectores Oeste y Centro de la ciudad capital de La Rioja, por tal motivo se recomienda ampliar la investigación a los 4 pozos restantes.

Bibliografía

Aguas Riojanas SAPEM. (s.f.). FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

Recuperado el 16 de Septiembre de 2019, de Aguas Riojanas SAPEM:

<http://www.aguasriojanas.com.ar/popup.php?id=488>

Conde, G. (1987). Contaminación de los Suelos y Aguas Subterráneas. Madrid, España: Escuela de Negocios .

Construmatica. (s.f.). Portal de arquitectura, ingeniería y construcción. Recuperado el 12 de Diciembre de 2018, de https://www.construmatica.com/construpedia/Pozo_Ciego

Crosara, A. (2007). El Suelo y los Problemas Ambientales. Recuperado el 13 de Diciembre de 2018, de Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay.: <http://www.edafologia.fcien.edu.uy/archivos/pub.php>

Reyes, O. E. (2011). Propiedades y Contaminación del Suelo. Palmira, Colombia: Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente.

Rioja Libre. (24 de abril de 2013). Laguna Azul , contaminación y abandono. Recuperado el 2019, de <http://www.riojalibre.com.ar/sociedad/193-laguna-azul-contaminada-y-abandonada/>

SAPEM, J. d. (2018).

Secretaría de Gobierno de la Nación Argentina. (s.f.). Composición del suelo. Recuperado el 18 de Septiembre de 2019, de Ambiente y Desarrollo Sustentable:

<https://www.argentina.gob.ar/ambiente/tierra/composicion-del-suelo>

