

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

**GAIA  
(GRUPO DE ACTIVIDADES  
INTERDISCIPLINARIAS  
AMBIENTALES)**

**UTN – FRLR**

**2021**



Calbo, Vicente

III Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión:  
ECIDE 2021 / Vicente Calbo; María Cecilia Baldo; Compilación de María  
Cecilia Baldo. - 1a ed. revisada. - La Rioja: Suyay, 2022.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-48010-4-3

1. Ciencias Tecnológicas. I. Baldo, María Cecilia. II. Título.

CDD 607.3

ISBN 978-987-48010-4-3



## PRÓLOGO

El Encuentro de Comunicación en Investigación, Docencia y Extensión nace en 2017 como una iniciativa de los docentes de la Facultad Regional La Rioja. La idea era contar con un ámbito de participación y comunicación de resultados que concentrara la producción de la Facultad, para que toda la comunidad tuviera conocimiento de lo que se realiza en ella. El evento en general se realiza por disciplinas y atomizan en contenido y en el tiempo lo producido localmente. El Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA), organizó el encuentro en tres oportunidades, 2017, 2019 y 2021.

Nos encontramos así con la tercera edición del encuentro, al que se han sumado otras Facultades Regionales y Universidades locales, presentando también sus trabajos.

Los resúmenes y trabajos son sometidos a evaluación externa por doble ciego realizada por investigadores categorizados del Sistema SPU, Régimen de Incentivos, por lo que lo publicado cumple con estándares de aceptabilidad académica.

Muchos docentes de nuestra Facultad Regional han participado por primera vez en una jornada de C y T en estos eventos. Los asistentes a las carreras de Especialización y Maestría en Ingeniería Ambiental de nuestra sede han podido cumplir requisitos reglamentarios en las ECIDE.

Esperamos poder continuar esta actividad, con el compromiso de ampliar calidad, alcances y participación en sucesivas ediciones.

**Dr. Vicente Calbo**  
**Secretario de Ciencia Tecnología y Posgrado**  
**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Facultad Regional La Rioja**

# INDICE TRABAJOS COMPLETOS

## III ECIDE 2021

Agüero, Claudio y Molina Gómez, Mariana: <b>Estudio de áreas con riesgo de inundación en la ciudad de La Rioja, utilizando sistema de información geográfica</b> .....	1
Baldo, Cecilia; Ávalos, Sebastián; Mercado Ramos, Juan; Lucero, Emilce y Britez, Carlos: <b>Contaminación acústica en cercanía de escuelas y bibliotecas de La Rioja</b> .....	6
Brizuela, Pablo; Barbeito, Javier; Whitaker, Federico; Andrade, Ariel; Romero Vega, Marcela; Herrera Carrizo, Guillermo; Villacorta, Fernando y Maldonado, Emilio: <b>Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de puentes ubicados en la Provincia de La Rioja</b> .....	13
Calbo, Vicente; Aguilar, Raúl; Soulé, Rubén y Cozzolino, Carlos: <b>Recuperación y ampliación de un acueducto-Departamento General San Martín-La Rioja</b> .....	20
Calbo, Vicente; Soulé, Rubén; Gracia, Germán; Vega, Marcela y Zárate, Félix: <b>GIRSU Ulapes-Departamento General San Martín-La Rioja</b> .....	27
Falcón, C.M.; Combina; Ana M. y Fernández, I.M.: <b>Presencia de Arsénico en aguas superficiales y subterráneas de la Provincia de La Rioja</b> .....	33
González, Julia; Regadío Zangradini, C. y Córdoba, Patricia: <b>Rotavirus en la cuenca hídrica de Huaco en La Rioja y su relación con variables ambientales</b> .....	43
Griffa, Carina; Panigatti, Cecilia; Boglione, Rosana; Schierano, Celeste y Asforno, Melina: <b>Cálculo del índice de calidad (ICA) en aguas subterráneas de Rafaela (Santa Fé)</b> .	48
Lucero, Emilce y Rearte, Pedro: <b>Estudio de los sistemas RGB-D SLAM para la navegación de un robot móvil</b> .....	54
Mercado, Manuel; Aegerter, Claudio; Karam, Claudio; Morales, Marcelo; Carrera, Lourdes; Menese, Alberto y Vergara, Martín: <b>Evaluación de la resistividad eléctrica en los suelos de la zona sur de la ciudad de La Rioja, densificación de puntos</b> .....	60
Molina Gómez y Agüero, Claudio: <b>Diseño de zanjas para disposición final de RSU en la localidad de Chepes, Departamento Rosario Vera Peñaloza, La Rioja</b> .....	66
Molina Gómez, Mariana: <b>Tratamiento eficaz de efluente líquido industrial para su reutilización. Estudio de caso en una empresa del rubro gráfico de La Rioja</b> .....	72
Nieto, Diana; Sarroca, Esteban; Roiz, Noemí; Baigorri, César; Aegerter, Claudio; García, Lola; Lucero, Emilce, Britez, Carlos; Cativa, Laura; Vega, Martina y Parco Parisi, Enzo: <b>El espacio habitable y la sustentabilidad</b> .....	78
Romero Vega, Marcela; Calvo, Julieta; Carlutti, Leonardo y Vivas, Rosana: <b>Análisis de los riesgos geológicos de la ciudad de La Rioja</b> .....	84

# INDICE RESUMENES

## III ECIDE 2021

Aguirre, Belén y Amayo, María: <b>El sismo como riesgo geológico y las consecuencias de su impacto en la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca y el gran Catamarca</b> .....	94
Alitta, Mónica; Munuce, Cecilia; Julián, Silvia; Agüero, Claudio y Bartolomé, Diego: <b>Técnicas de análisis para calidad de compost</b> .....	95
Bartolomé, Diego; Turra, Daniel y Alitta, Mónica: <b>Ajuste metodológico en vuelos con dron como herramienta de apoyo en relevamientos ambientales</b> .....	96
Bartolomé, Diego; Maldonado, Viviana y Estrada, Eugenia: <b>Factores de riesgo en la ciudad de La Rioja</b> .....	97
Bracco, Horacio y Bustamante, Agustín: <b>Generación distribuida mediante paneles fotovoltaicos en fábrica Agroandina</b> .....	98
Brizuela, Tomás y Luna Vaporakis, Tomás: <b>Sistema de bombeo y generación de energía eléctrica a través de energía hidráulica por eje eléctrico</b> .....	99
Calbo, Vicente; Mercado, Manuel; Alitta, Mónica; Díaz, Esteban; Morzán, Laura,; Julián, Silvia; Molina Gómez, Mariana; Agüero, Claudio; Aguirre, Belén y Vivas, Rosana: <b>Relevamiento y caracterización de los efectos ambientales de industrias y agroindustrias en el Departamento Capital La Rioja</b> .....	100
Mercado, Ariel y Cufre, Federico: <b>Instalación de baldosas solares</b> .....	101
Mercado, Manuel; Munuce, Cecilia; Palazzi, María L.; Toledo, Luciana; Cáceres, Flavia; Suau, Silvina; Ferrando, Romina; Bravo, Silvia y Pesa, Marta: <b>Modificaciones didácticas realizadas en el contexto de la pandemia COVID-19 y su incidencia en el desgranamiento o abandono en la carrera de Ingeniería Civil</b> .....	102
Niz, Alan y Cura, Marcos: <b>Calefacción por radiadores mediante paneles fotovoltaicos del Micro Hospital de Anjullón-La Rioja</b> .....	103
Páez, Humberto y Dávila, Sergio: <b>Aerogenerador eólico para extracción y potabilización de agua para consumo humano</b> .....	104
Sotomayor, Walter; Conci, Jorge; Bustos, Rafael y Luna, Estefanía: <b>Detección y cuantificación de distorsión en señal de energía eléctrica de laboratorios de UTN, mediante análisis temporal y frecuencial</b> .....	105

# **TRABAJOS COMPLETOS**

## **III ECIDE 2021**

## **ESTUDIO DE ÁREAS CON RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE LA RIOJA, UTILIZANDO SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

**Agüero, Claudio** <sup>(1)</sup>; **Molina Gómez, Mariana** <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA) UTN-FRLR

e-mail: coaguero@hotmail.com

### **Resumen**

El presente trabajo tiene como objetivo identificar áreas con peligro de inundación en la ciudad de La Rioja, y evaluar el grado de riesgo de las mismas, utilizando herramientas de Sistema de Información Geográfica (SIG), mediante modelos digitales de elevación (MDE).

Se parte de la hipótesis que en la ciudad existen zonas de alto riesgo de inundación cuya identificación es fundamental para establecer acciones de mitigación y reconsiderar el ordenamiento urbano.

Para el análisis se obtuvieron MDE con una resolución de 30 metros del área de estudio, a partir de la base de datos del United States Geological Survey (USGS) de los Estados Unidos, con el cual se procesaron las cuencas y redes de drenaje de la ciudad.

Como resultado del análisis de estas redes de drenaje, se puede decir que la zona urbana presenta diferentes áreas con riesgo de inundación, afectando barrios, establecimientos educativos y de salud.

**Palabras clave:** Riesgo de Inundación, Modelos digitales de elevación, Cuencas hidrográficas, Redes de drenaje

### **Introducción**

La ciudad de La Rioja se ubica al pie de la cadena montañosa del Velasco y recibe las aguas pluviales de la montaña. Está emplazada en el sector medio del cono aluvial de la Quebrada de Las Padercitas, con pronunciada pendiente en su tramo apical (3%). El clima es semiárido, con lluvias de carácter torrencial en época estival, esto produce fuertes escorrentías que ocasionan el anegamiento de calles y barrios en los tramos medio y distal de dicho cono.

La ciudad es atravesada por un canal natural llamado Rio Tajamar, que en época de lluvia recoge una parte importante de los efluentes pluviales de la ciudad capital (Municipalidad de La Rioja, 2017).

Por otra parte, la ciudad no tiene una buena infraestructura en relación a desagües pluviales, observándose pocas bocas de tormenta que rápidamente colapsan.

La problemática observada se puede deber a que la ciudad fue construida al pie del cordón montañoso y en los últimos años se ha edificado y construido sobre cauces de ríos secos como sucede en la zona sur (González, Torchia, y Viand, 2015). Cabe destacar que, en las últimas lluvias registradas, hubo escuelas que sufrieron daños estructurales por el ingreso del agua dentro de los establecimientos.

Para el estudio de riesgo de inundaciones en el área, se recurre al uso de herramientas geoinformáticas (López, Tognelli, Gómez, Medina, 2016).

## **Materiales y métodos**

Para la elaboración del proyecto se utilizó un MDE de 30 metros de resolución, obtenido del USGS de los modelos digitales de elevación del ASTER GLOBAL DEM, en el que se obtuvo una imagen con las siguientes características:

- ID: ASTGDEM2\_0S30W067
- Fecha de adquisición: 17/10/2011
- Proveedor: NASA/METI

Se estableció un área de estudio en forma de polígono rectangular en el programa QGIS® 3.4 con coordenadas geográficas: Latitud: -66.76530, Longitud: -29.35143 en el vértice noreste y Latitud: -66.93838, Longitud: -29.49821 para el vértice suroeste, con una dimensión de 16,81 km de este a oeste y de 16,24 km de norte a sur. Posterior se realizó un recorte del área de estudio por capa de máscara del DEM obtenido.

Empleando el software Global Mapper® 20.0 se confeccionaron las redes de drenaje y las cuencas urbanas, las cuales se exportaron como archivos vectoriales (Shapefile), para ser visualizados en QGIS® junto con el MDE 30 (Raster) y Bing Satélite.

Con la finalidad de una mejor evaluación del riesgo de inundación, se incorporaron al análisis las rutas principales, el área urbanizada de la Ciudad de La Rioja, y la localización de los establecimientos educativos y de salud.

A partir de las líneas de drenajes se crearon capas buffer de las áreas de influencia de cada una, con una distancia de 0,003 grados, lo que representa aproximadamente 600 metros en total (300 metros a cada lado del centro de la red de drenaje). Con el mismo criterio se creó otra capa buffer sobre los establecimientos educativos y de salud, con la finalidad de establecer cuáles de ellos tenían mayor riesgo de sufrir daños debido a inundaciones.

Para una mejor comprensión de la zona de estudio se analizaron las curvas de nivel del terreno, en las que se aprecian que los sentidos de los flujos en los diferentes cauces de la red de drenaje, son en general de Oeste a Este.



## Resultados

La red hidrográfica de La Rioja, se caracteriza por la ausencia de ríos permanentes y la gran cantidad de arroyos y ríos secos, la mayoría de ellos sin desagües y de corto recorrido (Rosa y Mamani, 2000).

Se pudo observar la existencia de diversas redes de drenajes que atraviesan la Ciudad de La Rioja con una orientación, en general, de Oeste a Este (Figura 1).

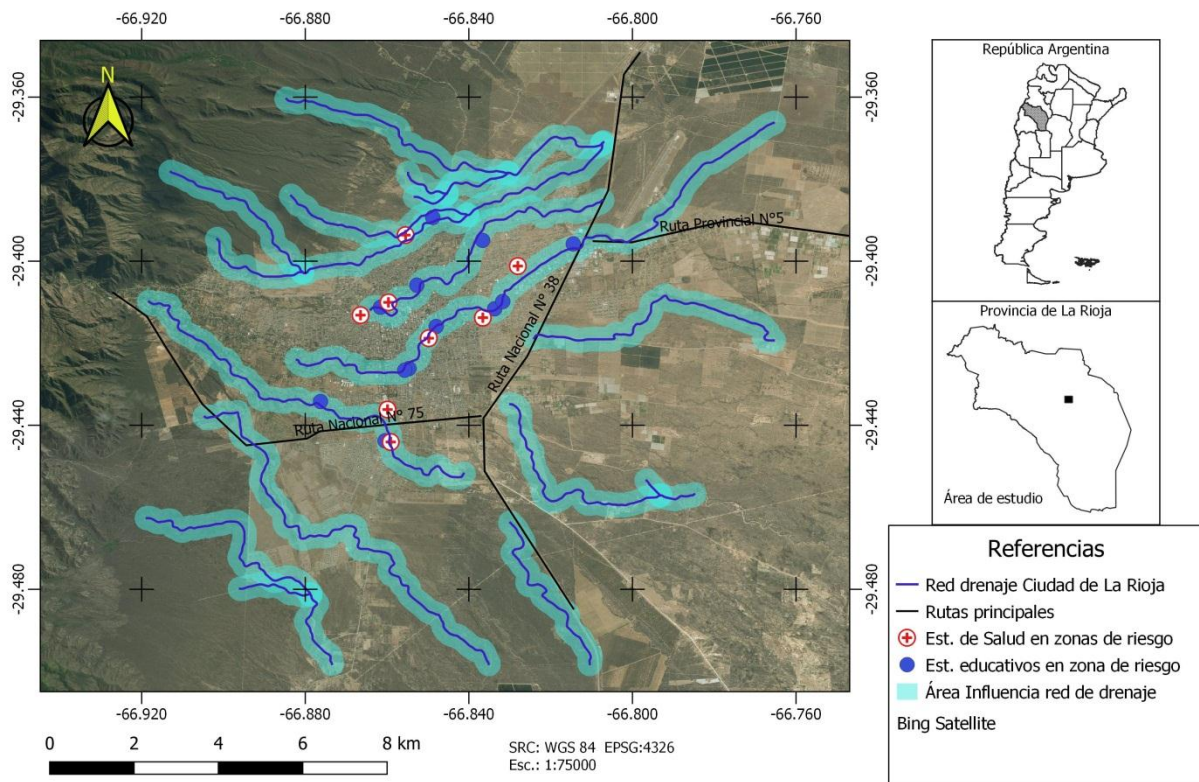


Figura 1: Mapa de la red de drenajes y ubicación de establecimientos educativos y de salud.

En el centro de la Ciudad se identificó uno de los cauces de la red de drenaje que produce las frecuentes inundaciones de las calles por las que transcurre, debido a un inadecuado sistema de alcantarillado (Color rojo en Figura 2).

Por otra parte, el sector Sur de la ciudad, que es la zona de mayor crecimiento urbanístico de los últimos años, posee tres cauces importantes que lo atraviesan (En color amarillo en Figura 2), con lo que presenta amenaza de inundación, que se verifica en cada evento de precipitaciones abundantes en cortos periodos de tiempo.

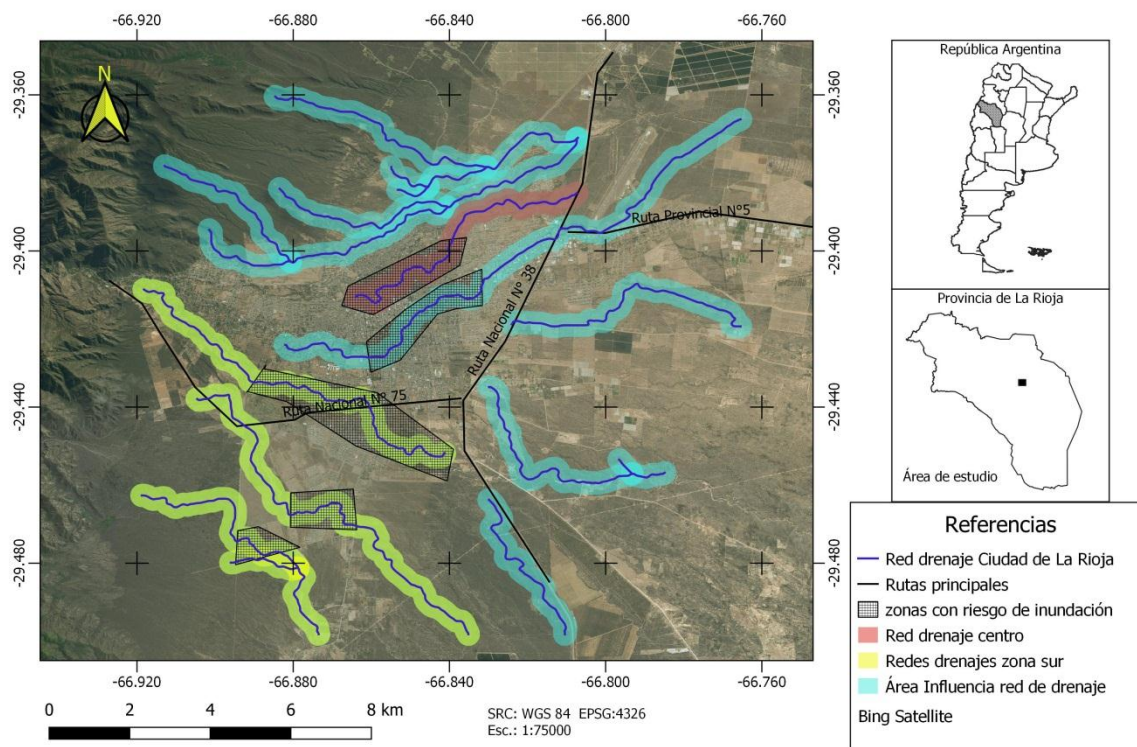


Figura 2: Mapa de redes de drenajes y áreas de riesgo de inundación (ver Referencias).

Por otra parte, el sector Sur de la ciudad, que es la zona de mayor crecimiento urbanístico de los últimos años, posee tres cauces importantes que lo atraviesan (En color amarillo en Figura 2), con lo que presenta amenaza de inundación, que se verifica en cada evento de precipitaciones abundantes en cortos periodos de tiempo.

## Conclusiones

Se observa una disposición en abanico de la red de drenaje que atraviesa la ciudad, coincidente con cursos de ríos secos, muchos de ellos sin desagües y de corto recorrido.

En el Sector Norte el principal desagüe lo constituye el Río Tajamar (seco la mayor parte del año), actualmente saneado y encauzado en su tramo superior y medio, que descarga sus aguas hacia el Este.

En el sector Sur, más vulnerable por encontrarse al pie de las sierras Del Velasco, y densamente urbanizado, ya que la ciudad se extiende hacia este sector, se distinguen tres cauces que lo atraviesan, conocidos como Río de Los Sauces, Río Las Talas y Río Mal Paso.

En base al análisis de las redes de drenajes de la Ciudad de La Rioja, se puede decir que la zona urbana presenta diferentes áreas con riesgo de inundación (Figura 2), en base a las redes de drenajes encontradas en el análisis del modelo digital de elevación (MDE), los sentidos de circulación de dichas redes y la ubicación de áreas

urbanizadas Las mencionadas zonas con riesgo de inundación se localizan en el sector centro y sur de la ciudad.

Del análisis, también se puede mencionar que en las zonas de riesgo de inundación, se encuentran emplazados establecimientos educativos y de salud que se verían afectados (Figura 1). Entre dichos establecimientos educativos más vulnerables, se pueden mencionar a Colegio N°13, Colegio Sagrado Corazón de Jesús, Instituto Superior Albert Einstein, entre otros. Y entre los establecimientos de salud se destacan: Hospital Regional Dr. Enrique Vera Barros, Sanatorio Mercado Luna, Centro Primario de Salud Mis Montañas.

De lo dicho se confirma la hipótesis planteada, con lo cual numerosos establecimientos educativos se verían afectados, como así también establecimientos de salud.

## **Bibliografía**

- González, S., Torchia, N. Y Viand, J. (2015). *Vulnerabilidad asociada a la ocupación de terrenos en áreas inundables. En Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Cambio Climático e Inundaciones Urbanas.* Recuperado de [http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/Cambio-Climatico\\_-web.pdf](http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/Cambio-Climatico_-web.pdf)
- López F., Tognelli G., Gómez H. Y Medina S. (2016). Delimitación de zonas bajo riesgo de inundación en la ciudad de San Luis, Republica Argentina, mediante la utilización de herramientas geoinformáticas. *11° Encuentro del International Center of Earth Sciences.* Malargüe, Argentina.
- Municipalidad La Rioja (2017). *Proyecto: Recuperación de paisajes hídricos. Saneamiento Río Tajamar. Sector este – Ciudad de La Rioja.* La Rioja, Argentina.
- Rosa H. Y Mamani M. (2000) Capitulo 15. *Geomorfología de la Rioja.* Catálogo de recursos humanos e información relacionada con la temática ambiental en la Región Andina Argentina. Recuperado de <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/ladyot/catalogo/cdandes/cap17.htm#inhalt>
- United States Geological Survey (2019). Earth Explorer. Reston, Virginia, United States of America: United States Geological Survey. Recuperado de <https://earthexplorer.usgs.gov/>

## **CONTAMINACION ACUSTICA EN CERCANIA DE ESCUELAS Y BIBLIOTECAS DE LA RIOJA**

**Baldo, Cecilia**<sup>(1)</sup>- **Ávalos, Sebastián**<sup>(2)</sup>-**Mercado Ramos, Juan**<sup>(2)</sup>-**Lucero, Emilce**<sup>(3)</sup>-**Britez, Carlos**<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA) – UTN - FRLR

<sup>(2)</sup> Departamento Electromecánica – UTN - FRLR

<sup>(3)</sup> 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, el descanso, la concentración, entre otros, son algunos de los inconvenientes ocasionados por este contaminante.

Este trabajo muestra los resultados obtenidos en las proximidades de centros educativos y bibliotecas del micro y macrocentro 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 de la vía.

El muestreo se llevó a cabo en diferentes horarios, tanto por la mañana como por la tarde, es decir en los momentos en que las escuelas se encuentran con alumnos en horario de clase y las bibliotecas abiertas al público.

Los resultados revelaron picos máximos que exceden tanto la legislación municipal vigente como las normas internacionales en contaminación acústica.

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 y cambios en la circulación del transporte de pasajeros, son algunas de las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente trabajo.

**Palabras Claves:** Ruidos, Tráfico vehicular, Escuelas, Bibliotecas.

### **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 adyacentes a escuelas y bibliotecas, por tratarse principalmente, de un colectivo de personas que necesitan concentración ya sea para prestar atención en una clase o lectura y comprensión de una información, donde el grado de molestia puede intensificarse por varias causas, en nuestro caso: duración del sonido e intensidad del mismo.



Este trabajo es parte del que se realizó en la ciudad capital de La Rioja en otros lugares sensibles al ruido ambiental como son los centros de salud; siendo en la ciudad el primero, en su tipo.

Los resultados obtenidos permiten conocer el estado actual del problema en los lugares monitoreados y aportar algunas posibles soluciones que puedan ser adoptadas tanto por las autoridades de los establecimientos, como por el Ministerio de Educación y también el Municipio de la Capital.

### **Materiales y Métodos**

En el desarrollo de este trabajo se realizó, en primer lugar, la ubicación con GPS de bibliotecas y escuelas del micro y macrocentro de la ciudad capital de La Rioja (Figura 1).

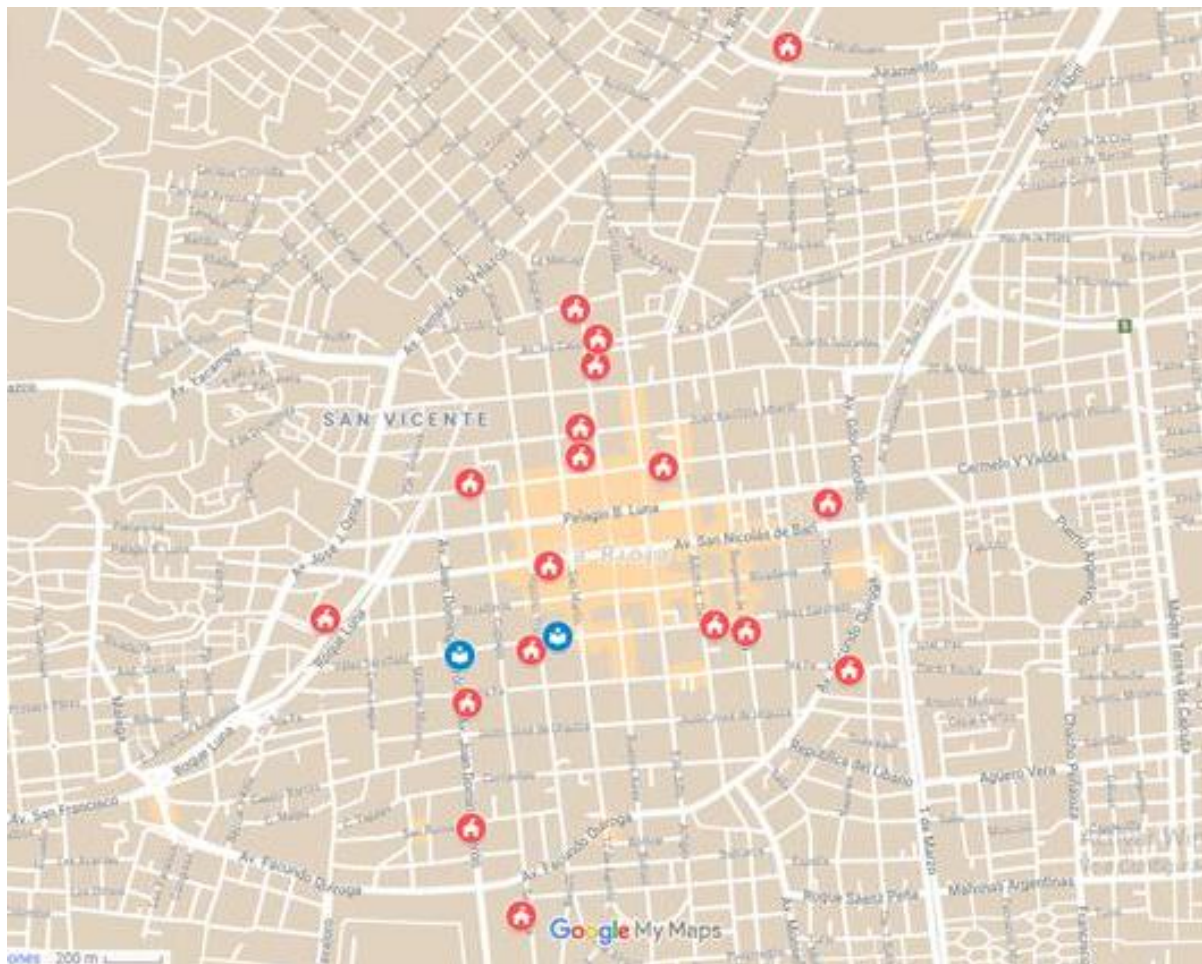


Figura 1: Ubicación de Escuelas y Bibliotecas

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

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 educativos y bibliotecas del micro y macro centro 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 (Fotos 1 y 2).



Foto 1: Recolección de datos en escuelas

Se enciende el equipo, 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.



Foto 2: Recolección de datos en bibliotecas

Durante el tiempo que dura la grabación de datos del sonómetro se realizan otras tareas, tales como: ubicación exacta del punto con GPS, 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 (de simple o doble circulación) y la ocurrencia de eventos esporádicos tales como: bocinas, sirenas, frenadas, etc.

Es importante destacar que las mediciones se realizaron en horario matutino y vespertino a fin de obtener datos en las franjas horarias en que los centros educativos y bibliotecas están activos, esto es cuando las bibliotecas se encuentran abiertas al público (Tabla 1) y en el horario de clases en escuelas (Tabla 2).

Tabla 1: Planilla de datos bibliotecas

BIBLIOTECAS	Humedad [% H <sub>2</sub> O]	Temperatura [C°]	Viento [m/s]	Horario[hs]	Operador
Biblioteca Municipal "JUAN BAUTISTA ALBERDI"	59	22	0,4	08:45	SA y CB
Biblioteca Infantil "MARCELINO REYES"	63	24	0,6	09:14	SA y CB



Tabla 2: Planilla de datos escuelas

ESCUELAS	Humedad [% H <sub>2</sub> O]	Temperatura [C°]	Viento [m/s]	Horario[hs]	Operador
BARTOLOME MITRE	53	25	0,6 - 1,3	10:02	C.B. Y S.A.
BENJAMIN DE LA VEGA	63	24	0,6	09:14	S.A. Y C.B.
PROVINCIA DE BUENOS AIRES	64	29,8	1	09:50	C.B. Y S.A.
COMERCIO N°1	64	26,8	1,0 - 2,1	09:25	J.M. Y C.B.
EPET N°1	56	6	0	11:13	S.A. Y C.B.
EPET N°2	45	7	0,4-1,7	12:05	S.A Y C.B.
ORTIZ DE OCAMPO	33	18	1 - 1,5	16:11	C.B. Y S.A.
PIO XII	34	18	0 - 1	15:23	S.A. Y C.B.
WILLIAM MORRIS	26	19	1 - 1,7	16:32	C.B. Y S.A
SAN FRANCISCO	33	18	2	15:45	C.B. Y S.A.
SAN MARTIN	29	19,3	0,3 - 0,5	16:57	C.B. Y S.A.
MANUEL BELGRANO	64	25	1	08:42	C.B.
MARIANO MORENO	60	26	1,1	09:05	C.B. y J.M.
NICOLAS AVELLANEDA	40	14	0 -1,2	16:12	C.B Y R.A.
NORMAL PRIM. Y SEC.	54	8	0	11:42	C.B. Y S.A
COLEGIO PROVINCIAL N°1	35	19	1	09:38	S.A.
SAGRADO CORAZON DE JESUS	59	22	0 - 0,2	08:23	S.A Y C.B
PROVINCIA DE SANTA FE	33	14	0,2 - 1,3	15:24	C.B. Y R.A.

## 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 (Tablas 3 y 4).

Tabla 3: Planilla de resultados bibliotecas

BIBLIOTECAS	MAXIMO [dBA]	MINIMO [dBA]	PROMEDIO [dBA]
Biblioteca Municipal "JUAN BAUTISTA ALBERDI"	96,2	54,7	65,89
Biblioteca Infantil "MARCELINO REYES"	88,2	57,7	65,84

En la ciudad capital hay tres bibliotecas en el microcentro pero solo se realizó el control de ruidos en dos de ellas debido a que la tercera, la Biblioteca "Mariano Moreno" se encuentra ubicada en zona peatonal alejada del tráfico vehicular.

Haciendo el análisis de los datos en las dos restantes se observa una realidad muy similar en ambas, altos niveles de ruido con máximos muy por encima de valores aceptables, pero otra vez se puede hacer una diferencia en el análisis ya que la Biblioteca Infantil Marcelino Reyes tiene un mayor espacio entre la calle y las salas de lectura, mientras que la Biblioteca Municipal Juan Bautista Alberdi está ubicada en una esquina con gran movimiento de vehículos siendo una de ellas una vía de



doble circulación y muy próxima a la puerta de entrada y ventanas de la sala (Foto 3) ocasionando una gran molestia a la hora de concentrarse en la lectura.

Tabla 4: Planilla de resultados escuelas

ESCUELAS	MAXIMO [dBA]	MINIMO [dBA]	PROMEDIO [dBA]
BARTOLOME MITRE	96,2	54,7	65,89
BENJAMIN DE LA VEGA	88,2	57,7	65,84
PROVINCIA DE BUENOS AIRES	86,6	54	64,53
COMERCIO N°1	93,7	55,8	62,57
EPET N°1	87,3	54,2	67,11
EPET N°2	93,1	59,5	69,83
ORTIZ DE OCAMPO	84,7	55,5	65,93
PIO XII	92,3	47,9	60,15
WILLIAM MORRIS	90,3	47,9	61,53
SAN FRANCISCO	97,4	48,7	60,48
SAN MARTIN	86,6	59,7	66,06
MANUEL BELGRANO	76,5	48,1	55,19
MARIANO MORENO	83,1	52,1	63,49
NICOLAS AVELLANEDA	106,2	49,7	70,27
NORMAL PRIM. Y SEC.	90,5	53	64,92
COLEGIO PROVINCIAL N°1	87,2	58,6	66,83
SAGRADO CORAZON DE JESUS	90,2	49,4	60,19
PROVINCIA DE SANTA FE	78,8	47,1	58,34

En el caso de las escuelas se comprueba que el promedio en la mayoría de los casos exceden los 60 dBA, observándose picos máximos mayores a 90 dBA en el 50% de los casos. Una mención especial debe hacerse con los colegios Manuel Belgrano y Mariano Moreno que están colindantes a la estación de bomberos de la ciudad lo que genera una situación muy particular, aunque en el momento de realizar las mediciones no se produjo ninguna emergencia es de imaginar el grado de molestia que puede ocasionar el sonido de las sirenas en horario de clase.

Existe un proyecto realizado por estudiantes de la UTN-FRLR para llevar la estación a la zona sur en un área más abierta y alejada de lugares sensibles.

En general, se pueden describir dos realidades diferentes una, es la de trece establecimientos que se encuentran a escasos metros de las calles donde se originan los ruidos, la otra de los restantes seis, que tienen entre la vía y el edificio espacio suficiente (jardines) donde 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 aulas.

## Conclusiones

Este trabajo forma parte del estudio de áreas sensibles en el micro y macro centro de la ciudad Capital de La Rioja que incluye también los centros de salud, siendo el primero de este tipo que se realiza, sirviendo como antecedente para futuros proyectos, sumando áreas para armar una base de datos que sea 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 90% de los casos que se observan picos máximos es como consecuencia de los caños de escape de motocicletas, el restante 10% es debido a bocinas y vehículos en mal estado.

En el caso de las escuelas San Martín, Mariano Moreno, Benjamín de la Vega, Santa Fé, Buenos Aires y Nicolás Avellaneda existe la posibilidad de implantar especies arbóreas a modo de barreras acústicas naturales entre la calle y los edificios.

En el resto de los centros educativos estudiados no es posible la utilización de barreras acústicas naturales por 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.

En el caso de las Bibliotecas el mayor problema está en la Biblioteca Municipal ya que no hay forma de reducir los niveles de ruido que ingresen a la sala, en este caso en particular debería estudiarse, por parte de las autoridades municipales, la posibilidad de trasladar la biblioteca a otra zona más amigable.

## Bibliografía

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

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.

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.

Soler, Mauricio y Pacini, Domingo. 2008. *Medición de Ruido Ambiental PLASTRO S.A.* Ruido Ambiental Servicios de Acústica. <http://www.ruidoambiental.cl>

## **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE PUENTES UBICADOS EN LA PROVINCIA DE LA RIOJA**

**Brizuela, Pablo<sup>(1)</sup> – Barbeito, Javier<sup>(2)</sup> – Whitaker, Federico<sup>(2)</sup> – Andrade, Ariel<sup>(2)</sup> – Romero Vega, Marcela<sup>(2)</sup> – Herrera Carrizo, Guillermo<sup>(2)</sup> – Villacorta, Fernando<sup>(2)</sup> – Maldonado Emilio<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Cátedra Geotecnia, Departamento Ingeniería Civil, UTN-FRLR

<sup>(2)</sup> Cátedra Proyecto Final, Departamento Ingeniería Civil, UTN-FRLR

e-mail: pbrizuela@unlar.edu.ar

### **Resumen:**

A partir de los daños causados en puentes carreteros en distintas partes del mundo, se reconoce la necesidad de realizar una evaluación de vulnerabilidad sísmica de los puentes existentes en la ciudad de La Rioja, porque éstos forman parte indispensable de las vías de comunicación, las que deben continuar operando después de un evento sísmico.

La determinación de la vulnerabilidad sísmica permite identificar las estructuras sísmicamente deficientes, para de esta forma establecer prioridades y pautas relacionadas con la necesidad de su rehabilitación, refuerzo o reemplazo.

En este trabajo se revisa el estado del arte de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en los puentes y se aplica una metodología de evaluación conforme al actual conocimiento de la materia en 2 puentes de la redes viales nacionales y provinciales existente en la provincia de La Rioja, determinando las probabilidades anuales de excedencia para sismos de diferentes recurrencias.

### **Introducción**

Los puentes son construcciones de especial importancia debido a la relevante función que desempeñan en la comunicación de una comunidad. Cuando un evento sísmico de magnitud ocurre, la función de comunicación de los puentes se pone en evidencia en la atención de emergencias asociadas a los daños ocasionados por el evento. La evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los puentes se justifica con la necesidad de conocer cómo se afectará la función de comunicación que brindan los puentes cuando ocurra un evento sísmico y a partir de estos análisis elaborar propuestas específicas para los sistemas de gestión de puentes en cuanto a la necesidad de reparación, refuerzo o construcción de puentes.

La experiencia en el mundo muestra cómo en los terremotos destructivos un significativo número de puentes han quedado fuera de servicio, interrumpiendo el acceso de auxilio a las zonas afectadas en la etapa inmediatamente posterior al evento sísmico. El preponderante papel que ejercen los puentes durante la atención de una crisis sísmica, el carácter vital y estratégico de la preservación de su funcionalidad, así como los elevados costos de reposición de daños, hacen que requieran consideraciones especiales en relación con la mitigación del riesgo sísmico.

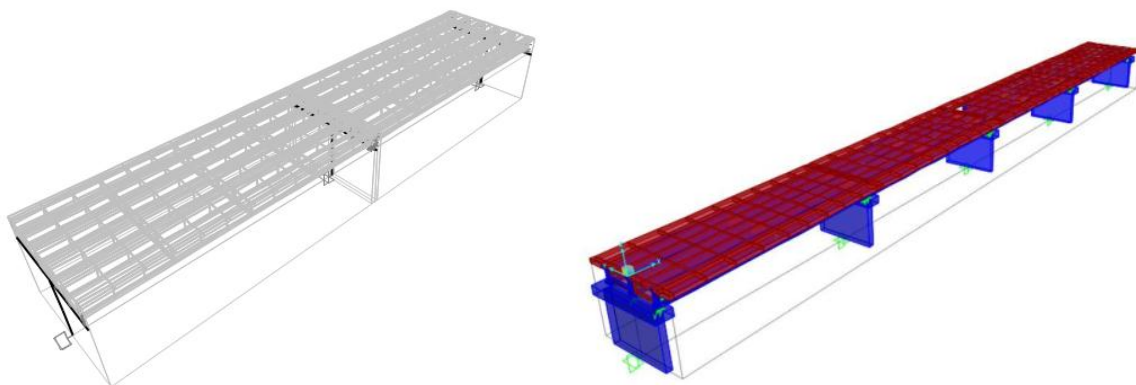
## Puentes y modelos utilizados en este estudio

En este trabajo se analizan el puente sobre el río Seco y el puente sobre el río Capayán, ambos ubicados en la provincia de La Rioja.

El puente sobre el río Seco se encuentra ubicado al oeste de la provincia de La Rioja, en el Departamento General Felipe Varela en la ciudad de Villa Unión, en la Ruta Nacional N°: 76 en el tramo Villa Unión – Villa Castelli. El puente fue construido entre los años 1982 y 1983, está emplazado según el reglamento INPRES-CIRSOC 103 en una zona de peligrosidad sísmica tipo 3. Este puente, es de uso carretero y representa un paso elevado sobre el denominado río Seco. Es un puente recto, de dos tramos de 25 m de luz cada uno con estribos cerrados y pila central. El tablero del puente es 10,70 m de ancho, sustentado con 6 vigas principales simplemente apoyadas. La pila central es del tipo pilar-pared de 10,7 m de largo y un espesor de 0,60 m con una viga cabecera de 0,80 m de alto y 1,36 m de ancho. Los estribos cerrados son del tipo pantalla con contrafuertes con una viga superior para soporte de las vigas principales. Las fundaciones de las pilas y de los estribos están realizadas con zapatas.

El puente sobre el río Capayán está ubicado sobre Ruta Nacional N°40 en cercanías de la ciudad de Famatina a 11 Km por RP11, fue inaugurado en el mes de diciembre de 2007 y está emplazado según el reglamento INPRES-CIRSOC 103 en una zona de peligrosidad sísmica tipo 2. Este puente es del tipo carretero, representando un paso elevado sobre el río Capayán, es un puente recto constituido por 4 tramos de 25 m de luz cada uno, tiene un ancho de calzada de 10,54 m. La superestructura está formada por un tablero de hormigón armado, 3 vigas longitudinales postensadas y sus respectivas vigas transversales a mitad de tramos y en los extremos. La subestructura está formada por estribos cerrados y 3 pilas del tipo pilar-pared de 7,20 m de largo y un espesor de 0,60 m con una viga cabecera de 0,80 m de alto y 1,70 m de ancho. Los estribos cerrados son del tipo pantalla con contrafuertes con una viga superior para soporte de las vigas principales. Las fundaciones de las pilas y de los estribos están realizadas con zapatas.

Los modelos analíticos de los puentes se realizan con el software de análisis estructural CSIBridge. El objetivo del modelo es lograr representar el comportamiento del puente principalmente ante acciones sísmicas en las direcciones horizontales. En la Figura 1 se muestran las geometrías generales de los modelos analíticos.



**Figura 1:** Modelos analíticos del puente s/río Seco (izq.) y del puente s/río Capayán (der).

## **Metodología de evaluación de la vulnerabilidad sísmica**

El proceso de evaluación de vulnerabilidad consiste, en general, en determinar y comparar la demanda sísmica con la capacidad estimada de la estructura, de manera que se pueda determinar el desempeño que tendrá la estructura ante un evento sísmico y cuál es el nivel de seguridad estructural de la obra analizada.

La capacidad disponible de una estructura está en función de las dimensiones de los elementos estructurales y de las propiedades de los materiales. La demanda sísmica se determina realizando un análisis estructural del puente, para esto se utilizan modelos analíticos que representan las características del puente y se realiza un análisis estático o dinámico que nos permitan obtener las deformaciones y esfuerzos en el puente.

Los pasos fundamentales para realizar una evaluación de la vulnerabilidad sísmica de forma analítica fueron descritos por Di Pascuale y Cakmak (1990) y son los siguientes:

1. Determinación de parámetros de excitación sísmica de entrada
2. Construcción de modelo estructural según tipo de estructura y nivel de daño
3. Análisis estructural.
4. Descripción del estado de daño mediante un análisis de resultados
5. Correlación entre pérdidas estimadas por daño y pérdidas económicas asociadas para evaluar la Vulnerabilidad Secundaria

En el diseño sísmico por desempeño lo que se desea es conocer ante diferentes eventos sísmicos de diferente intensidad el desempeño en términos de índices de daño a nivel local y global de la edificación para determinar las pérdidas económicas que se van a generar ante estos eventos.

El uso de sismos con distintas recurrencias, en forma de espectros de pseudoaceleración, permite evaluar el riesgo sísmico mediante una comparación entre la capacidad intrínseca de la estructura y la demanda sísmica. A partir de esta comparación, se puede obtener una probabilidad de excedencia anual de cada estado límite que se esté evaluando, la cual deberá ser comparada con las probabilidades de excedencia anual aceptables, establecidas previamente, que serán función de la importancia del puente en cuestión.

Para la determinación de la excitación sísmica para distintas recurrencias se aplica la metodología propuesta por Aguiar Falconi (2003) para la obtención de los espectros de aceleraciones. En el procedimiento se utiliza al espectro de diseño del reglamento INPRES-CIRSOC 103, como base del sismo raro y luego se lo multiplica por factores de escala para obtener los espectros para los sismos de recurrencias frecuente, ocasional y muy raro.

Para determinar la capacidad se realiza un análisis estático no lineal tipo Pushover (MP). Primordialmente, en este análisis se debe realizar una evaluación de la capacidad de desplazamiento. Esto permite determinar el desplazamiento de los componentes del puente para el cual estos alcanzan, su capacidad de deformación inelástica. Se deben definir estados de daño mediante límites de deformación

locales, como rotaciones plásticas de rótulas, desplazamientos, asentamiento de fundaciones, etc.

El procedimiento para realizar este método de evaluación sísmica puede resumirse en los siguientes pasos:

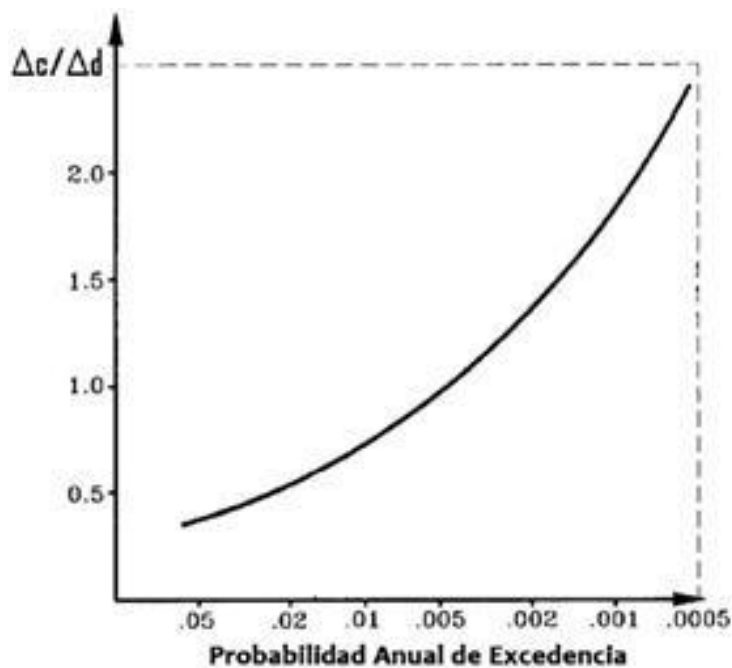
1. Determinación de la resistencia y la capacidad de deformación de cada sección de apoyo del puente.
2. Para cada sección de la pila, aplicar el MP, hasta que los desplazamientos estructurales alcancen el estado límite (EL) de colapso. Se debe ir realizando un seguimiento de los desplazamientos  $\Delta_{ci}$  alcanzados en cada uno de los siguientes EL: serviciabilidad, control de daño y prevención de colapso.
3. Determinar la suma de las demandas de desplazamientos por cargas no-sísmicas  $\Sigma\Delta_{NSdi}$  para cada combinación de carga que se utilice.
4. Realizar un análisis elástico dinámico para determinar las demandas de desplazamientos sísmicos  $\Sigma\Delta_{EQdi}$  en cada sección de la pila. El análisis debe reflejar la degradación de la estructura y de las fundaciones durante el sismo.
5. Determinar los factores de capacidad/demanda para cada EL con la expresión:  $r_{LSi} = \frac{(\Delta_{ci} - \Sigma\Delta_{NSdi})}{\Delta_{EQdi}}$ , si el factor  $r_{LSi}$  supera 1,5, no es factible que se alcance el EL y no se requiere de acciones correctivas. Si el factor cae en el intervalo 1 a 1,5, pueden requerirse medidas correctivas. Si el factor es menor que 1, es factible que se alcance el EL y entonces deberían considerarse medidas de refuerzo para incrementar la ductilidad de la estructura.
6. Determinar el factor  $\Delta_{ci(equiv.)} = \frac{R}{\mu_i} \cdot \Delta_{ci}$  donde R es el factor de reducción de fuerzas que depende del periodo fundamental del puente y  $\mu_i$  es la demanda de ductilidad del sismo "i".
7. Obtener la probabilidad anual de excedencia con el coeficiente  $r_{LSi} = \frac{(\Delta_{ci(equiv.)})}{\Delta_{EQdi}}$

Por lo tanto, con el factor R y la demanda de ductilidad obtenida como cociente entre el desplazamiento que produce la fluencia  $\Delta_y$  (obtenido con el MP) y la demanda de desplazamiento, se obtiene la demanda equivalente. Luego se compara esta demanda  $\Delta_D$  surgida de un análisis modal espectral, con la capacidad  $\Delta_C$  para un cierto estado límite y se ingresa al gráfico de la Figura 2 obteniendo así la probabilidad de excedencia anual de ese EL para un sismo de una determinada recurrencia. A la vez se puede determinar la confiabilidad  $S = 1 - \frac{\Delta_C}{\Delta_D}$ , que expresa la probabilidad de que el puente no alcance un cierto EL para un determina sismo (Konevsky, 2011).

## Resultados

En las Tablas 1 a 4 se resumen los resultados obtenidos aplicando la metodología descrita para la evaluación de la relación Capacidad/Demanda (C/D) para los puentes analizados.

Considerando que los dos puentes tienen una importancia esencial y aplicando los niveles de desempeños mínimos definidos por la FHWA de acuerdo con la vida útil restante y asociando estos desempeños con los estados límites y las PAE admisibles definidos por Priestley, Seible y Calvi (1996), para el puente sobre el río Seco el desempeño esperado para el sismo ocasional es el de Serviciabilidad, mientras que para un sismo muy raro el desempeño esperado es el Prevención de Colapso. El desempeño esperado del puente sobre el río Capayán para un sismo ocasional es el de Serviciabilidad, mientras que para un sismo muy raro el desempeño esperado es el de Control de Daños. En la Tabla 5 se realiza la comparación entre las PAE y las PAE límites para el desempeño esperado.



**Figura 2:** Curva de probabilidad anual de excedencia

**Tabla 1.** Relación C/D para solicitaciones de corte para el puente s/ el río Seco

Sismo	Demanda Transv. [KN]	Demanda Long. [KN]	Relación C/D	
			C Trans. = 10732 KN	C Long. = 7224 KN
Frecuente	929,29	966,75	11,55	7,47
Ocasional	1301,05	1353,36	8,20	5,34
Raro	2787,99	2900,03	3,85	2,49
Muy Raro	3624,42	3770,01	2,96	1,92

**Tabla 2.** Relación C/D para solicitud de flexión en sentido longitudinal para el puente s/ el río Seco

Sismo	Demanda (D) Desplaz. Horiz. [m]	Relación C/D		
		Serviciabilidad, C= 0.0918 m	Control de daños, C= 0.1346	Prevención de colapso, C=0.3641
Frecuente	0.0704	1,30	1,91	5,17
Ocasional	0,0985	0,93	1,37	3,70
Raro	0,2111	0,43	0,64	1,72
Muy Raro	0,2744	0,33	0,49	1,33

**Tabla 3.** Relación C/D para solicitaciones de corte para el puente s/ el río Capayán

Sismo	Demanda Transversal [KN]	Demanda Longitudinal [KN]	Relación C/D	
			C Trans. = 7400 KN	C Long. = 5205 KN
Frecuente	774.20	939.11	9.56	5.54
Ocasional	1083.18	1315.87	6.83	3.96
Raro	2324.90	2820.11	3.18	1.85
Muy Raro	3021.46	3666.43	2.45	1.42

**Tabla 4.** Relación C/D para sollicitación de flexión longitudinal para el puente s/ el río Capayán

Sismo	Demanda Desplaz. Horizontal [m]	Relación C/D		
		Serviciabilidad C= 0.071	Control de daños C= 0.1042	Prevención de colapso C=0.2818
Frecuente	0.0028	25.37	26.72	100.64
Ocasional	0.0039	18.22	12.40	72.25
Raro	0.0084	8.46	9.56	33.55
Muy Raro	0.0109	6.52	9.56	25.85

**Tabla 5.** Verificación PAE de los puentes con respecto a los EL propuestos en función del desempeño

Puente	Sismo	Desempeño Esperado	PAE			Condición
			Corte Trans.	Corte Long.	Flexión Long.	
Seco	Ocasional	Serviciabilidad $PAE_{lim}=2 \times 10^{-2}$	3,40E-05	9,00E-05	5,54E-03	VERIFICA
	Muy raro	Prevención de colapso $PAE_{lim}=2 \times 10^{-4}$	<b>3,70E-04</b>	<b>1,03E-03</b>	<b>2,42E-03</b>	NO VERIFICA
Capayán	Ocasional	Serviciabilidad $PAE_{lim}=2 \times 10^{-2}$	4,00E-05	1,60E-04	4,60E-03	VERIFICA
	Muy raro	Control de daños $PAE_{lim}=2 \times 10^{-3}$	5,10E-04	1,94E-03	<b>2,24E-02</b>	NO VERIFICA

## Conclusiones

Del análisis y comparación de los resultados obtenidos las PAE se observa que los dos puentes que conceptualmente son similares pero que fueron construidos con 25 años de diferencia, para el sismo ocasional cumplen con la PAE obtenidas para el estado límite de Serviciabilidad, cumpliendo con el criterio de desempeño esperado. Para el caso del sismo muy raro el puente sobre el río Seco no cumple con el estado límite de Prevención de Colapso tanto en la capacidad de corte transversal y longitudinal como para la capacidad de desplazamientos según la ductilidad flexional de la pila, mientras que el puente sobre el río Capayán no cumple con el estado límite de Control de Daño en la capacidad de desplazamientos según la ductilidad flexional de la pila.

En los dos puentes será necesario un refuerzo, para el puente sobre el río Seco el refuerzo debería ser tanto para mejorarle la capacidad de corte de la pila, como para mejorarle la capacidad flexional de la pila, mientras que el puente sobre el río Capayán el refuerzo debería mejorar la capacidad de ductilidad flexional de la pila. Otra alternativa que se podría combinar o no con un refuerzo, sería la de disminuirle



la demanda a las estructuras mediante la utilización de aisladores y/o disipadores, de esta forma también estaríamos mejorando la relación C/D.

El siguiente trabajo para realizar sería el diseño de los refuerzos o mejoramiento de las condiciones y la estimación del costo de estos trabajos para que el sistema de gestión de puentes decida en función del costo actual del refuerzo y el beneficio por evitar un costo en el futuro por reparación de daños, mayores costos operativos, perdidas de vidas, etc. cuál de los dos puentes se debería priorizar en el mejoramiento.

### **Bibliografía**

- Aguiar Falconi, R. (2003). *Análisis sísmico por desempeño*. Centro de Investigaciones Científicas. Escuela Politécnica del Ejército.
- DiPasquale, E., & Cakmak, A. S. (1990). Seismic damage assessment using linear models. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 9(4), 194-215.
- Konevsky, D. N. (2011). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Puentes Existentes*. Universidad Nacional de Tucumán, S.M. de Tucumán, Proyecto final de grado, Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas.
- Maldonado, E., & Villacorta, F. J. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica puente río Capayán*. La Rioja: Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Rioja, Trabajo final de grado, Carrera de Ingeniería Civil.
- Priestley, M. N., Seible, F., & Calvi, G. M. (1996). *Seismic design and retrofit of bridges*. John Wiley & Sons.
- Romero Vega, M. E., & Herrera Carrizo, G. O. (2018). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del puente sobre el río Seco*. La Rioja: Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Rioja, Trabajo final de grado, Carrera de Ingeniería Civil.

## **GIRSU ULAPES – DEPARTAMENTO GENERAL SAN MARTIN – LA RIOJA**

**Calbo, Vicente<sup>(1)</sup> – Soulé, Rubén<sup>(1)</sup> – Gracia, German<sup>(2)</sup> – Vega, Marcela<sup>(3)</sup> – Zárate, Félix<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> GAIA UTN Facultad Regional La Rioja

<sup>(2)</sup> Departamento Ingeniería Electromecánica

<sup>(3)</sup> Fundación Suyay, Unidad de Vinculación Tecnológica

<sup>(4)</sup> Municipalidad Departamento Gral. San Martín

e-mail: calbovicente@frrl.utn.edu.ar

### **Resumen**

El proyecto se realiza como actividad de extensión, en el marco del convenio vigente entre la UTN Facultad Regional La Rioja y la Municipalidad del Departamento General San Martín. Cuenta con el financiamiento del Tesoro Nacional, instrumento Desarrollo Tecnológico Municipal DETEM, MINCYT, e involucra a docentes y egresados de la Facultad Regional.

El objetivo central del proyecto es lograr la Implementación de un sistema de disposición de residuos sólidos urbanos, con el compromiso y participación de la comunidad, que minimice el impacto ambiental (mediante la reducción de lo generado, recuperación de fracciones orgánicas e inorgánicas con reciclado de la fracción útil y disposición del rechazo en celdas de relleno sanitario), y que sea sostenible en el tiempo.

El proyecto se aplica en la localidad de Ulapes, población de poco más de 3.000 habitantes y 1.000 domicilios. Las malas prácticas han producido un impacto ambiental importante, pero la situación es manejable y se puede revertir con el plan propuesto.

Los objetivos tecnológicos se enfocan en el aspecto operativo y buscan optimizar los circuitos de recolección, implementar técnicas de recuperación y tratamiento ambientalmente adecuadas, recolectar en forma diferenciada los residuos, recuperar las fracciones aprovechables, compostar la fracción orgánica, disponer la fracción de rechazo en celdas de enterramiento.

El proyecto se realiza en dos etapas, habiéndose concluido la primera. Hasta el momento se selecciono un nuevo predio para la disposición final, se lo ha cercado, provisto de servicios de agua, energía eléctrica y se ha trasladado un tinglado al nuevo emplazamiento. También se ha seleccionado y adquirido parte del equipamiento, siendo los más importantes una prensa para enfardar cartón, papel y envase PET y un rodillo compactador autopulsado.

La etapa siguiente prevé la excavación de celdas, infraestructura complementaria, equipamiento para la separación de residuos y la campaña de concientización.

**Palabras Claves:** GIRSU, Ulapes, La Rioja

## Selección del emplazamiento de disposición final

Inicialmente se estudiaron cuatro ubicaciones posibles en los alrededores de la localidad. A los fines de la selección se fijaron parámetros a respetar, tales como: distancia mínima a sitios importantes, accesos al área, legislación vigente, datos estadísticos, datos climáticos, estudios hidráulicos e hidrogeológicos, tipo de suelo, estudios topográficos, relación con redes de servicio y otros. Se aplicó la matriz de evaluación de la Tabla 1.

Tabla 1

		CUESTIONARIO PARA SELECCIÓN DE RELLENO SANITARIO	ESTUDIOS AMBIENTALES			
<b>LISTADO NO TAXATIVO SELECCIÓN DE SITIOS PARA CONSTRUCCIÓN DE RELLENOS SANITARIOS A 001</b>						
RN N° 79	Km 097	Coordenadas de Referencia -31°32'14"S -66°13'08"W	367 msnm			
		RECOMENDACIONES	ANEXO	MAX	SC	
1.1.	ACEPTACIÓN PÚBLICA			10	ne	
1.2.	DISTANCIA MÍNIMA A SITIOS IMPORTANTES					
1.2.1.	Distancia a zona urbana de recolección	< 3000 hab: 500 a 2000 m Hasta a 15000 hab: 2000 a 5000 m >30000 hab: 3000 a 10000 m	4000	10	8	
1.2.2.	Distancia a aeropuertos	Internacionales: >3000 m Nacionales y Provinciales: >1000 m		10	7	
1.2.3.	Distancia de vivienda más próxima	500 m	200	10	8	
1.2.4.	Distancia a abastecimiento de agua	500 m	200	10	8	
1.2.5.	Distancia a centro educativo	500 m		10	5	
1.2.6.	Distancia a centro de salud	500 m		10	5	
1.2.7.	Distancia a rutas	Nacionales: >100 m Departamentales: >50 m Municipales: >20 m		10	10	
1.2.8.	Distancias áreas protección ambiental y cultural	>1000 m		10	10	
1.2.9.	Disponibilidad de material de cobertura	Preferentemente el terreno debe encontrarse a < 1000 m de zonas de préstamo material de cobertura / día	1000	10	5	
1.2.10.	Uso y ocupación del terreno	Los RS deben localizarse en zonas donde el uso sea rural o industrial	SI	10	10	
1.3.	VULNERABILIDAD del AREA A DESASTRES NATURALES					
1.4.	ACCESOS AL ÁREA					
1.4.1.	Impacto Social en su trazado	Tránsito de vehículos recolectores puede causar molestias a pobladores ubicados en vías de acceso; es deseable que el acceso al área sea por vías con baja densidad demográfica.		10	9	
1.4.2.	Facilidad de acceso	El acceso al terreno debe tener buenas condiciones de tránsito de manera que permita el ingreso de los vehículos recolectores inclusive en días de lluvia (de 1 a 10)		10	7	
1.5.	Duración Estimada del Relleno	Conveniente, diez o más años. El tamaño del área disponible... de acuerdo a la vida útil pretendida		10	9	
1.6.	ESTUDIOS PREVIOS PARA SELECCIÓN					
1.6.1.	Legislación Vigente (cumple/ no cumple)					
1.6.1.1.	De Gestión Residuos			10	10	
1.6.1.2.	De Protección del Aire, Agua, Suelo			10	10	
1.6.1.3.	De raditaciones que impacten en Salud			10	5	
1.6.1.4.	De raditaciones que impacten en Seguridad			10	5	
1.6.1.5.	Sobre Ordenamiento Territorial			10	6	
1.6.1.6.	Sobre Usos del Suelo			10	6	
1.6.2.	Datos estadísticos					
1.6.2.1.	Sobre Generación de RSU			10	10	
1.6.2.2.	Sobre Otros			10	10	
1.6.3.	Datos Climáticos					
1.6.3.1.	Vientos: Dirección, Intensidad, Frecuencia			10	5	

La actividad realizada fue el relevamiento de terrenos fiscales y de factible adquisición del municipio, que pudieran ser destinados a la planta de separación de fracciones, compostaje y disposición final en celdas acondicionadas.

Se optó por un terreno a una distancia y ubicación adecuadas de modo que en el transporte sea operativo y que el crecimiento urbano no interfiera en el futuro, Figura 1.

El terreno se sectorizó para otros usos compartidos, destinándose a este proyecto una hectárea, Figura 2.



Figura 1: Croquis de mensura

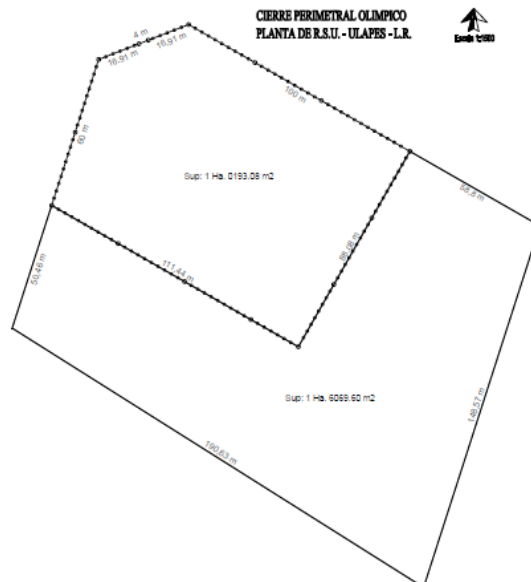


Figura 2: Sector RSU.

El lugar se encuentra aguas debajo de la localidad de Ulapes y se ha previsto instalar allí también la planta de tratamiento de efluentes cloacales.



### Acondicionamiento del predio

Este terreno ya ha sido dotado de acceso y servicios, ha sido desmontado y cercado, Figuras: 3 a 8.



Figura 3: Trabajos acondicionamiento acceso predio desde RN 79



Figura 4: Vista predio desmontado sector oeste



Figura 5: Vista traza vial interna hasta ingreso sector RSU



Figura 6: Vista predio desmontado sector este





Figura 7: Cruce ruta RN 79 la línea eléctrica desde transformador



Figura 8: Línea eléctrica dentro predio hasta el ingreso sector RSU

En el mismo predio se procesará la poda urbana por chipeado y se realizará el compostaje conjunto con la fracción vegetal que se separe del RSU. También funcionará en el lugar un vivero municipal.

### **Obras**

Actualmente se está construyendo un tinglado de 10 x 20 m, Figura 9, destinado a la instalación del equipamiento y operaciones de separación, un depósito y las instalaciones auxiliares.



Figura 9: Contrapiso Tinglado

### **Otras consideraciones**

El proyecto se encuentra en el final de la primera etapa. El municipio acaba de recibir los fondos de la etapa dos, para compra del equipo faltante, hasta el momento se han adquirido una enfardadora y una aplanadora vibradora para la compactación del relleno sanitario. Restan una trituradora y tres cintas para separación y clasificación.

Se han realizado las primeras capacitaciones de forma virtual para el personal municipal. Ya se han optimizado los recorridos de recolección, aunque todavía aplican al vertedero viejo, que debe ser cerrado adecuadamente cuando opere el nuevo.

Se encuentra pendiente una actividad de concientización vecinal para explorar la posible clasificación en origen y recolección domiciliaria diferencial, que facilite la separación y recuperación de fracciones útiles, postergada por la pandemia.

Se prevé impulsar la organización de una cooperativa que opere la planta de recuperación.



## **RECUPERACIÓN Y AMPLIACIÓN DE UN ACUEDUCTO – DEPARTAMENTO GENERAL SAN MARTIN – LA RIOJA**

**Calbo, Vicente<sup>(1)</sup> – Aguilar, Raúl<sup>(2)</sup> – Soulé, Rubén<sup>(1)</sup> – Cozzolino, Carlos<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> GAIA UTN Facultad Regional La Rioja

<sup>(2)</sup> Municipalidad Departamento Gral. San Martín  
e-mail: calbovicente@frlr.utn.edu.ar

### **Resumen**

El presente trabajo describe las actividades desarrolladas para la recuperación del acueducto, fuera de operación, existente entre los puestos El Retamo y Entre Ríos, en el Departamento General San Martín, La Rioja, y su extensión hasta la localidad de Corral de Isaac.

El proyecto se realizó como actividad de extensión, en el marco del convenio vigente entre la UTN Facultad Regional La Rioja y la Municipalidad del Departamento General San Martín. Contó con el financiamiento del Tesoro Nacional, Desarrollo Tecnológico Municipal DETEM, MINCYT, e involucró a docentes y egresados de la facultad.

El objetivo final del proyecto fue dotar de agua potable para consumo humano y para la actividad ganadera de sustento a los puestos y localidades que el acueducto atraviesa. Para ello se reemplazó un tramo deteriorado del acueducto El Retamo-Entre Ríos, que conduce agua por gravedad, y se instaló un sistema de bombeo y una extensión del acueducto para llegar a Corral de Isaac, agregando poco más de dos kilómetros, en contrapendiente.

El agua captada proviene de la provincia de San Luis, es un excedente y es provisto en el marco de un convenio vigente entre las dos provincias.

Se incluyó una red de distribución en cada localidad alimentada por tanques elevados con el fin de entregar agua a los poblados y evitar las conexiones clandestinas que afectaron al acueducto original y que fueron una de las causas del deterioro y salida de operación.

También se reacondicionaron tanques de almacenamiento y se diseñó, construyó e instaló un tablero de protección para la bomba principal y una bomba auxiliar. Para el bombeo principal, se innovó adaptando una bomba de profundidad.

Los trabajos se realizaron en dos etapas, subordinado a la formalidad del instrumento de financiamiento, comenzó a mediados de 2019 y finalizó en diciembre de 2020.

**Palabras Claves:** Recuperación, Ampliación, Acueducto.

## Introducción

El acueducto que provee de agua en el sur del Dpto. Gral. San Martín, se abastece de otro proveniente de la provincia de San Luis, con eventuales interrupciones. El acueducto padece de roturas constantes afectando el normal abastecimiento a esa zona sur del departamento. Al momento de iniciar el proyecto existían severos problemas de interrupción, mal uso del agua y escasa presión.

Ante estas situaciones, se planteó la utilización de dos reservorios (tanque australianos) ubicados en la localidad de Entre Ríos, que tienen una capacidad de aproximadamente de unos 130.000 litros, para acumular agua en los periodos de interrupción del abastecimiento, desde la provincia de San Luis. También se propuso reacondicionar un tanque de almacenamiento en Corral de Isaac que almacenaba el agua traída en camiones.

Para ello se tuvieron que implementar nuevas conexiones a los equipos de bombeos, nuevas instalaciones eléctricas y cambios en el tablero, para que sistema trabaje automáticamente, en casos de interrupción. También se colocaron tanto en los tanques australianos como en el tanque elevado, flotantes de máxima y mínima para proteger a los equipos de bombeo. Esto permite que se interrumpa o se acciona eléctricamente el equipo de bombeo, cuando se vacíen los tanques o estén llenos respectivamente.

## Relevamiento

Se realizó el relevamiento planialtimétrico, Figura 1, de todo el acueducto existente para determinar las posibles obras a realizar para su recuperación.



Figura 1: Relevamiento con GPS geodésico

El acueducto original tenía un desnivel final de unos 25 metros en contrapendiente y una longitud de unos 14,6 km hasta Corral de Isaac. (A la diferencia de altura debe

sumarse la pérdida de carga significativa por la longitud por lo que se lo presurizó con la bomba principal).

En su recorrido original había pérdidas de agua y conexiones clandestinas por lo que no cumplía con el objetivo, Figura 2.



Figura 2: Conexión clandestina

### Obras Realizadas

En la localidad de Entre Ríos las viviendas se conectaban al acueducto lo que provocaba una disminución del caudal y una pérdida de presión. La solución ha sido instalar una bomba auxiliar y realizar una red domiciliaria desde un tanque elevado, Figura 3.



Figura 3: Tanques australianos y tanque elevado en la localidad de Entre Ríos

En la localidad de Bajo Corral de Issac se habilitaron un tanque australiano y un tanque elevado, como reserva y dar presión a esa localidad.

Como instalaciones principales, se colocaron sendas bombas, una principal y otra auxiliar. La bomba principal es una bomba de profundidad multietapas que se colocó y adaptó, con carga de cebado. La bomba auxiliar alimenta tanques elevados para abastecer la red local, Figura 4.



Figura 4: Bomba auxiliar, izquierda; bomba principal, derecha.

### **Diseño construcción e instalación de tablero eléctrico.**

Para que el sistema funcione correctamente y para la protección de los equipos fue necesario diseñar un tablero especial que cumpliera con todas exigencias especiales de servicio y que contenga las protecciones adecuadas para garantizar la vida útil del acueducto. Un requerimiento especial fue el accionamiento gradual de la bomba, tanto en encendido como en apagado, por medio de un dispositivo electrónico, para proteger los tramos viejos de cañería de posibles roturas por golpes de presión, Figura 5.



## Reacondicionamiento y conexiones en el tramo existente

En la primera etapa, se realizaron las conexiones que integraron el sistema del acueducto existente. Esto requirió la instalación de nuevos tramos de entubado y el reemplazo de tramos deteriorados. Figura 6.



Figura 5: Tablero.



Figura 6: Conexiones y reemplazos

Finalmente, se realizaron las excavaciones en las zonas previstas, determinadas en la etapa inicial de proyecto para extender el acueducto desde la localidad de Entre Ríos hasta Corral de Isaac y se colocó el entubado, Figura 7.

## Protección del acueducto

Para la protección de la cañería, se colocaron válvulas de retención, en diferentes tramos, con el objeto de disminuir las longitudes operativas, de esa manera minimizar los efectos de golpe de ariete y también, simultáneamente, se colocaron válvulas de aire de doble efecto. El doble efecto se utiliza para permitir la salida de aire durante el funcionamiento y para la entrada de aire en el caso de cierre de válvulas o parada de bombas, lo que constituye otra protección del acueducto, Figura 8.

El acueducto se encuentra operativo y ha mejorado la calidad de vida de los poblados del sur del Departamento Gral. San Martín



Figura 7: Excavación para la ampliación.



Figura 8: Válvula de aire de doble efecto colocada en el acueducto.

## **PRESENCIA DE ARSENICO EN AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA.**

**Falcón, C. M.<sup>(1y2)</sup>, Combina, A. M.<sup>(2y3)</sup> y Fernández, I. M.<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup>Universidad Nacional de Tucumán. INSUGEO-CONICET, <sup>(2)</sup>Universidad Nacional de La Rioja-DACyTAPAU, <sup>(3)</sup>Universidad Nacional de Rio Cuarto, <sup>(4)</sup>Secretaria del Agua de La Rioja.  
e-mail: falcon@csnat.unt.edu.ar

### **Introducción**

El arsénico (As) es un metaloide de ocurrencia común en rocas de la corteza terrestre, materiales loésicos y aguas superficiales y subterráneas.

Se asocia también al uso de compuestos químicos y pesticidas, liberación desde actividades mineras y en la combustión de carbones minerales.

En nuestro país, el Código Alimentario Argentino (CAA) establece una concentración máxima en agua potable de  $50 \mu\text{g.L}^{-1}$ , mientras que la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA) recomiendan  $10 \mu\text{g.L}^{-1}$  como valor máximo.

Este trabajo entrega una visión preliminar de las concentraciones de As en aguas naturales de distintos sectores de la provincia de La Rioja, en atención a la intensa explotación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos realizada para satisfacer los usos agropecuarios, industrial y consumo humano. Se tomó como punto de partida la información existente en la biblioteca de la Secretaria del Agua (ex Instituto Provincial del Agua de La Rioja-IPALaR), que abarca estudios de diversos organismos estatales provinciales y nacionales, y que abarcan la totalidad de los departamentos provinciales. De los resultados obtenidos se puede advertir que las áreas donde la concentración de arsénico supera el límite establecido por el Código Alimentario Argentino de  $50 \mu\text{g.L}^{-1}$ , corresponderían a sectores puntuales de la Costa Riojana y el sur de la provincia.

La evidencia recopilada no deja dudas sobre la existencia del problema aunque no de su gravedad, lo que plantea como importante e inmediato, el relevamiento de las áreas afectadas con esta problemática.

**Palabras Claves:** arsénico, hidroquímica, calidad

### **El Arsénico: Generalidades**

El arsénico (As) es un elemento muy común en la atmósfera, en rocas y suelos, en la hidrosfera y la biosfera. Es movilizado al medio ambiente a través de una combinación de procesos que incluyen tanto procesos naturales (meteorización, actividad biológica, emisiones volcánicas), así como procesos antropogénicos (actividad minera, uso de combustibles fósiles, uso de pesticidas, herbicidas, desecantes, conservadores de la madera, y uso como aditivos de piensos).

El arsénico es un elemento extremadamente tóxico para el ser humano y no solo en concentraciones altas, donde la exposición causa efectos agudos que pueden llegar a ser letales, también la exposición durante un largo período a bajas concentraciones relativas de arsénico, como por ejemplo, por ingestión de agua, tiene efectos negativos crónicos para la salud, que incluyen la ocurrencia de diversos tipos de cánceres de piel y órganos internos. Es por ello que el arsénico en

las aguas superficiales y subterráneas utilizadas para consumo humano, constituyen una gran amenaza para la salud. Ello es así, que ha llevado a organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Unión Europea (Directiva 98/83) o la Agencia de Protección Ambiental estadounidense (USEPA) a establecer la reducción del límite del contenido de arsénico en agua de consumo de 50 a 10  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (WHO, 1993 y 2001). Esas normas han sido largamente discutidas, lo que condujo a sugerir límites tan extremos como 2  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (Cantor, 1996).

En la actualidad, la determinación de la concentración de arsénico en aguas para consumo humano, constituye una práctica corriente y obligatoria.

Se han citado contenidos altos de arsénico en aguas naturales en diversos ambientes, aunque las mayores concentraciones se citan en las aguas subterráneas (Smedley y Kinniburgh, 2002). Las concentraciones altas en estas últimas no se restringen a determinadas condiciones o ámbitos geográficos, apareciendo en acuíferos en condiciones oxidantes y de pH alto, acuíferos en condiciones reductoras, acuíferos con circulación geotermal, acuíferos afectados por procesos ligados a la actividad minera o relacionados con depósitos minerales, y acuíferos ligados a otros procesos antropogénicos, como actividades industriales, agropecuarias, mineras, etc.

Sin embargo, la mayor parte de los acuíferos con contenidos altos de arsénico tienen un origen ligado a procesos geoquímicos naturales. A diferencia de la contaminación antropogénica, la cual genera una afección de carácter más local, la ocurrencia de concentraciones altas de arsénico de origen natural afecta a grandes áreas. Esta forma de ocurrencia del arsénico en aguas subterráneas con frecuencia deriva en el registro de graves enfermedades de origen hídrico.

### **Presencia de arsénico en las aguas**

El arsénico se halla en las aguas naturales como especie disuelta, la cual se presenta por lo común como oxianiones con arsénico en dos estados de oxidación, arsénico trivalente y arsénico pentavalente, y con menos frecuencia como  $\text{As}(0)$ ,  $\text{As}^{1-}$  y  $\text{As}^{2-}$ . El  $\text{As}^{5+}$  aparece como  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  y sus correspondientes productos de disociación, como el  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$ ,  $\text{HAsO}_4^{2-}$  y  $\text{AsO}_4^{3-}$ . El  $\text{As}^{3+}$  aparece como  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  y sus correspondientes productos de disociación ( $\text{H}_4\text{AsO}_3^+$ ,  $\text{H}_2\text{AsO}_3^-$ ,  $\text{HAsO}_3^{2-}$  y  $\text{AsO}_3^{3-}$ ). Aunque tanto  $\text{As}^{5+}$  como  $\text{As}^{3+}$  son móviles en el medio, es precisamente el  $\text{As}^{3+}$  el estado más lábil y biotóxico.

El estado de oxidación del arsénico, y por tanto su movilidad, están controlados fundamentalmente por las condiciones redox (potencial redox, Eh) y el pH. De hecho, el arsénico es un elemento singular entre los metaloides pesados y elementos formadores de oxianiones por su sensibilidad a moverse en los valores de pH típicos de las aguas subterráneas (pH 6,5-8,5). Como aproximación, y sin tener en cuenta otros factores como contenido en materia orgánica, en condiciones oxidantes, el estado  $\text{As}^{5+}$  predomina sobre  $\text{As}^{3+}$ , encontrándose fundamentalmente como  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$  a valores de pH bajos (inferiores a 6,9), mientras que a pH más alto, la especie dominante es  $\text{HAsO}_4^{2-}$  (en condiciones de extrema acidez, la especie dominante será  $\text{H}_3\text{AsO}_4^0$ , mientras que en condiciones de extrema basicidad, la especie dominante será  $\text{AsO}_4^{3-}$ ). En condiciones reductoras a pH inferior a 9,2, predominará la especie neutra (Brookins, 1988; Yan *et al.*, 2000).

### **El arsénico y su relación con las aguas subterráneas**

El arsénico está presente en la mayoría de las aguas subterráneas, aunque generalmente en cantidades pequeñas. En países que presentan serios problemas



de contaminación con arsénico, su detección es un tema de gran interés. Existen menciones de enfermedades hídricas asociadas a su presencia en diversas regiones del mundo.

En la Argentina, las primeras manifestaciones patológicas estudiadas datan de la segunda década del siglo XX, y eran conocidas como "enfermedad de Bell Ville" (Círculo Médico del Rosario, 1917). El mejor conocimiento de la enfermedad estableció la pauta de que la zona afectada era mucho mayor, abarcando las provincias de Buenos Aires, Córdoba, La Pampa, Santa Fe, Santiago del Estero, Chaco, Salta, Tucumán, Catamarca, Formosa y San Luis (Biagini, 1975; Baliña *et al.*, 1981; Bocanegra *et al.*, 2002).

En toda la Llanura Chaco-Pampeana, diversos autores han adjudicado el origen del arsénico en el agua subterránea a la presencia de ceniza y vidrio volcánico en los sedimentos loésicos de la región (Nicolli *et al.*, 1985, 1989, 1997; Smedley *et al.*, 2000).

En el área centro-norte de la provincia de Buenos Aires los contenidos de arsénico frecuentemente superan los  $50 \mu\text{g.L}^{-1}$ . En el sudoeste, alcanzan hasta  $15 \mu\text{g.L}^{-1}$ , presentándose de manera anárquica y frecuentemente independiente de la salinidad y la profundidad del nivel acuífero explotado. Las variaciones hidroquímicas espaciales podrían relacionarse con el modo de transporte y depositación de la ceniza volcánica, con el tipo, composición química y edad de la erupción, así como también con la dinámica del agua subterránea y las condiciones climáticas de cada sector (Carrica y Albouy, 1999).

En el sur de la provincia de Córdoba se encontraron contenidos de arsénico de hasta  $50 \mu\text{g.L}^{-1}$  en un acuífero freático en sedimentos eólicos cuaternarios (Cabrera y Blarasin, 2001). En el sudeste de la provincia de Córdoba (cuenca del Río Tercero-Caracarañá) los contenidos son mucho mayores, alcanzando un máximo de  $380 \mu\text{g.L}^{-1}$  en el acuífero libre (Nicolli *et al.*, 1985, 1989). Mayores aún son los contenidos de arsénico en el norte de la provincia de La Pampa donde los valores máximos en aguas someras superan los  $500 \mu\text{g.L}^{-1}$  (Nicolli *et al.*, 1997; Smedley *et al.*, 2002).

En la provincia de La Rioja, de los resultados obtenidos de archivos de la Secretaría del Agua de La Rioja (Falcón *et al.*, 2019) se puede advertir que las áreas donde la concentración de arsénico supera el límite establecido por el Código Alimentario Argentino de  $50 \mu\text{g.L}^{-1}$ , corresponderían a sectores puntuales de la Costa Riojana y el sur de la provincia (Figura 1).

En la provincia de Mendoza se determinó arsénico en gran parte del departamento Lavalle (Alvarez, 1985, 1993) en concentraciones que varían desde  $10 \mu\text{g.L}^{-1}$  al sur hasta  $22 \mu\text{g.L}^{-1}$  al nordeste y noroeste, sin diferenciarse en los distintos horizontes acuíferos explotados.

En los departamentos La Banda y Robles, provincia de Santiago del Estero, se detectaron casos de HACRE desde el año 1983, reportándose defunciones provocadas por la presencia de ese elemento en el agua subterránea, que supera valores de  $100 \mu\text{g.L}^{-1}$  (Herrera *et al.*, 1999). El nivel de la capa freática fue aumentando, como consecuencia del incremento del riego, a partir del año 1970. Allí existe un horizonte de cenizas volcánicas entre los 2 y 3,50 m de profundidad y el contenido de arsénico en el agua subterránea se ha incrementado debido a que ese horizonte queda incluido en la zona de saturación.

En la provincia de Tucumán el panorama es similar para las dos cuencas principales: la cuenca del río Salí y la de Burruyacú. En ambas, los estudios han destacado las diferencias en composición de las aguas subterráneas de niveles someros y profundos. También son significativas las diferencias en los contenidos de

elementos trazas, en particular el arsénico, que en el acuífero libre de ambas cuencas alcanza contenidos mayores que  $160 \mu\text{g.L}^{-1}$ . Estas aguas son intensamente explotadas por la población rural de carácter disperso (Nicolli *et al.*, 2000, 2001a, 2001b, 2004).

Los estudios efectuados indican que el arsénico en el agua subterránea proviene de las cenizas volcánicas que acompañan los sedimentos aluviales de numerosas cuencas hidrográficas ubicadas en la vertiente oriental de la precordillera.

### **Distribución espacial del Arsénico y su relación con el loess.**

De acuerdo a la cartografía incluida en Nicolli *et al.* (2000), la generalizada distribución espacial del arsénico en la llanura chaco pampeana -aunque con diferentes tenores- evidencia claramente la influencia de un mecanismo que ha actuado arealmente, coincidente con una dispersión producto del transporte eólico. Respecto a la mineralización de las aguas Salomón *et al.* (2004), expresan que la importante mineralización global de las aguas permite clasificarlas en niveles impropios para el consumo o difícilmente consumibles sin tratamiento, particularmente, las aguas subterráneas contenidas en los loess. Respecto al arsénico detectado en la cuenca del río Salí (Nicolli *et al.*, 2000), es posible hipotetizar que “los procesos de lixiviación dentro de los sedimentos limo-loésicos son favorecidos por un aumento de los valores del pH de las aguas bicarbonatadas, provocando la disolución de los vidrios volcánicos”.

Esta disolución puede ser considerada como la fuente de aporte principal de arsénico en los acuíferos de la llanura chaco pampeana. Sin embargo algunos autores señalan que el arsénico no estaría específicamente asociado al vidrio volcánico referido sino a otros aportes sedimentarios (Del Blanco *et al.*, 1999; Morrás *et al.*, 2000 en Smedley y Kinniburgh, 2002). Así los suelos originados con loess de origen eólico presentan proporciones variables de arsénico según estos autores quienes sugieren la existencia de ambigüedades e imprecisiones en relación con la identificación de la fuente de aporte de arsénico a los acuíferos más superficiales. Este contexto permite plantearse que la toxicidad de los compuestos de arsénico no está supeditada únicamente a los clastos vítreos sino a otros minerales constitutivos de los sedimentos loésicos contribuyentes a las aguas que adquieren altos niveles de contaminación detectados. En tal sentido, para el caso de la cuenca del río Salí, los pH son claramente básicos (7,61 en promedio con un máximo de 8,72), entonces puede admitirse que hubo un enriquecimiento de arsénico en el agua subterránea (en detrimento de las aguas superficiales) hasta las capas de profundidad intermedia, aunque las capas profundas no han sido todavía contaminadas por este elemento procedente de la superficie. Además, las concentraciones más fuertes observadas al este de la cuenca, son un argumento a favor de esta hipótesis de sentido del derrame y evaporación facilitada por la mayor cercanía a la superficie de las aguas (Salomón *et al.*, *op. cit.*).

Concordantemente, de acuerdo al trabajo de Nicolli *et al.* (2000), los mayores tenores se distribuyen en la llanura tucumana oriental en su sector norte y sur, allí donde los materiales loésicos adquieren mayor espesor y no han sido mayormente retrabajados o modificados por la acción fluvial. Así, podría hipotetizarse que el arsénico presente en las aguas freáticas proviene de los materiales cineríticos y/o minerales detríticos de origen volcánicos existente en el loess, sin entrar a considerar los procesos geoquímicos o hidrogeoquímicos que provocan su liberación.

Otros autores sugieren que la distribución espacial del arsénico podría estar relacionada con la topografía local y regional (Nicolli *et al.*, 2005), Falcón (2004).

## **Bibliografía**

- Álvarez A. 1985. Arsénico en el agua subterránea en el área cultivada del departamento Lavalle, provincia de Mendoza. CRAS (IT-61); Mendoza.
- Álvarez A. 1993. Salinización de acuíferos y contenido de flúor, arsénico y nitrato en la zona norte de la provincia de Mendoza. CRAS (DI-214); Mendoza.
- APHA (American Public Health Association), AWWA (American Waterworks Association), WPCF (Water Pollution Control Federation), 1992. Métodos normalizados para el análisis para aguas potables y residuales. Traducción del Inglés, Ed. Díaz de Santos, 760 p.; Barcelona.
- Baliña L.M., Valdez R.P., Costa Córdoba H. 1981. El arsénico y sus complicaciones. Revista Argentina de Dermatología, 62, 169-175.
- Biagini R.E. 1975. Hidroarsenicismo crónico en la República Argentina. Med. Cut. I.L.A., Vol. 6, 423-432; Buenos Aires.
- Bocanegra O.C., Bocanegra E. M., Alvarez A.A. 2002. Arsénico en aguas subterráneas: su impacto en la salud. Groundwater and Human Development, Copia en CD: 21-27; Mar del Plata.
- CAA (Código Alimentario Argentino) 1994. Calidad de aguas de bebida. Capítulo XII, E-243, DNPH, 5 p.; Buenos Aires.
- Brookins, D.G. 1988. Eh-pH Diagrams for Geochemistry. Springer-Verlag, Berlin.
- Cabrera A., Blarasin M. 2001. Geoquímica del flúor y arsénico en el agua subterránea del sur de Córdoba, Argentina. En: Medina A., Carrera J., Vives L. (Eds.). Congreso Las Caras del Agua Subterránea. Tomo I, 17-25. Instituto Geológico y Minero de España; Madrid.
- Cantor K.P. 1996. Arsenic in Drinking Water: How Much is Too Much? Epidemiology. 7: 113-114.
- Carrica J., Albouy R. 1999. Variaciones hidroquímicas en el agua subterránea en localidades del partido de Puan, provincia de Buenos Aires. Hidrología Subterránea, Serie Correlación Geológica, N° 13, 221-230.
- Círculo Médico del Rosario. 1917. Sobre la nueva enfermedad descubierta en Bell-Ville. Rev. Médica del Rosario, VII, 485.
- Falcón C.M. 2004. Hidrogeología del sector sudoriental de la sierra de La Ramada y llanura adyacente, provincias de Tucumán y Santiago del Estero. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L., Universidad Nacional de Tucumán, 452 p. (Inédita).
- Falcón, C.M., I. Fernández y L.R. Horta. 2019. Hidrogeoquímica del arsénico en aguas superficiales y subterráneas de la provincia de La Rioja. Libro de Resúmenes: XIV Jornadas Internas de Comunicaciones en Investigación, Docencia y Extensión. Comité Editorial de Lillo, Educación, Ciencia y Transferencia. Serie Monográfica y Didáctica N°5: 210.
- Herrera H., Farías B., Martín R., Cortés J., Storniolo J., Thir J.M. 1999. Origen y dinámica del arsénico en el agua subterránea del departamento Robles, provincia de Santiago del Estero. Hidrología Subterránea, Serie Correlación Geológica, N° 13, 263-272.
- Nicolli H.B., O'Connor T.E., Suriano J.M., Koukharsky M.M.L., Gómez Peral M.A., Bertini L.M., Cohen I.M., Corradi L.I., Baleani 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. Miscelánea N° 71, Acad. Nac. Ciencias, Córdoba, 112 p.

- Nicolli H.B., Suriano J.M., Gómez Peral M.A., Ferpozzi L.H., Baleani O.M. 1989. Groundwater Contamination With Arsenic and Other Trace Elements in an Area of the Pampa, Province of Córdoba, Argentina. *Environ.Geol. Water Sci.*, 14, 3-16.
- Nicolli H.B., Smedley P.L., Tullio J.O. 1997. Aguas subterráneas con altos contenidos de flúor, arsénico y otros oligoelementos en el norte de la provincia de La Pampa: estudio preliminar. Congreso Internacional sobre Aguas y Workshop sobre Química Ambiental y Salud (Resúmenes) III-4; Buenos Aires.
- Nicolli H.B., Tineo A., Falcón C.M., Merino M.H. 2001a. Movilidad del arsénico y otros oligoelementos asociados en aguas subterráneas de la cuenca de Burruyacú, provincia de Tucumán, República Argentina. En: Medina A., Carrera J., Vives L. (Eds.), Congreso Las Caras del Agua Subterránea, Tomo I, 27-33. Instituto Geológico y Minero de España; Madrid.
- Nicolli H., Tineo A., García J.W., Falcón C.M. 2001b. Trace-element quality problems in ground water from Tucumán, Argentina. En: Cidu R. (Ed.), *Water-Rock Interaction*, Tomo 2, 993-996. A.A. Balkema, Lisse.
- Nicolli H.B., Tineo A., García J.W., Falcón C.M., Merino M.H., Etchichury M.C., Alonso M.S., Tofalo O.R. 2004. The role of loess in groundwater pollution at Salí River basin, Argentina. En: R.B. Wanty y R.R. Seal (Eds.), *Water-Rock Interaction*, vol. 2, pág. 1591-1595; A.A. Balkema, Lisse.
- Nicolli, H.B.; A. Tineo; C.M. Falcón y J.W. García. 2005. Distribución del arsénico y de otros elementos asociados en aguas subterráneas de la comarca de Los Pereyra, provincia de Tucumán, Argentina. En: G. Galindo, J.L. Fernández Turiel, M.A. Parada y D. Gimeno Torrente (editores), *Arsénico en aguas: origen, movilidad y tratamiento*, pág. 83-91. II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre Temas actuales de Hidrología Subterránea y IV Congreso Hidrogeológico Argentino. ISBN 950-665-346-1. Río Cuarto.
- Salomón J.N., Prat M.C., Debord P., González M.C., Laymon P., Mikkan R., Pickenhayn J., Pomel S., Rosier K., Salomón A., Sayago J.M. 2004. Le piédmont andin argentin: environnement, risques et enjeux. Numéro spécial 2004. *Travaux du Laboratoire de Géographie Physique Appliquée*. Université de Bordeaux III. 241pp.
- Smedley, P.L., Edmunds, W.M., Pelig-Ba, K.B. 1996. Mobility of arsenic in groundwater in the Obuasi area of Ghana. In: Appleton, J.D., Fuge, R., McCall, G. J.H. (Eds.). *Environ. Geochem. and Health, Geol.Soc.Spec.Publ.* 113. Geological Society, London, pp.163-181.
- Smedley P.L., Macdonald D.M.J., Nicolli H.B., Barros A.J., Tullio J.O., Pearce J.M., 2000. Arsenic and other quality problems in groundwater from northern La Pampa province, Argentina. *British Geological Survey, TR WC/99/36*, 176 p.; Nottingham.
- Smedley P.L., Kinniburgh D.G., 2002. A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry*, 17, 517-568.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1993 a. *Subsurface Characterization and Monitoring Techniques. A desk reference guide, Vol. I: Solids and Ground Water, App. A and B.* EPA/625/R-93/003a.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1993 b. *Subsurface Characterization and Monitoring Techniques. A desk reference guide, Vol. II: The Vadose Zone, Field Screening and Analytical Methods.*
- WHO, 1993. *Guidelines for drinking-water quality. Volume 1: Recommendations*, 2nd ed. World Health Organisation, Geneva.
- WHO, 2001. *Environmental Health Criteria 224: Arsenic compounds* 2nd edition. World Health Organisation, Geneva.

Yan, X., P., Kerrich, R., Hendry, M.J. 2000. Distribution of arsenic(III), arsenic(V) and total inorganic arsenic in pore-waters from a thick till and clay-rich aquitard sequence, Saskatchewan, Canada. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 64, 2637 -2648.

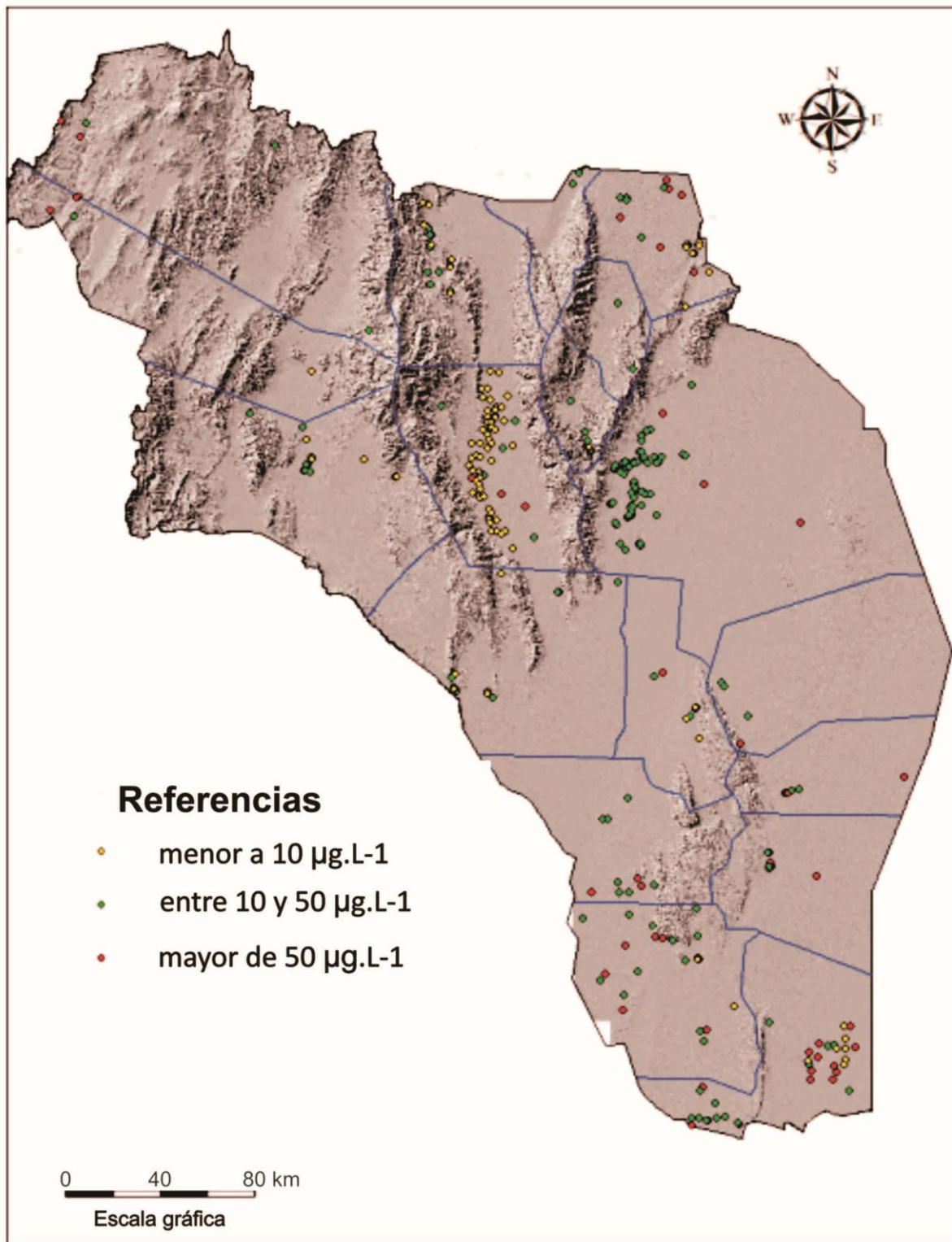


Figura 1- Distribución del arsénico en aguas subterráneas en la provincia de La Rioja. (Fuente: Secretaría del Agua de La Rioja, 2021).





Foto 1- Pozo de balde en la localidad de Puesto El Mollar



Foto 2- Pozo de balde en la localidad de Ulapes





Foto 3- Captación de vertiente en Punta del Negro



Foto 4- Pozo cavado en la localidad de Milagros





Foto 5- Pozo cavado en la localidad de El Abra



Foto 6- Perforación profunda en Los Avilas- Departamento Gral. Ocampo



## **ROTAVIRUS EN LA CUENCA HIDRICA DE HUACO EN LA RIOJA Y SU RELACION CON VARIABLES AMBIENTALES.**

**González, Julia E. - Regadío Zangrandi C. - Córdoba Patricia A.**

**CENIIT-UNLaR**

e-mail: jelenag@hotmail.com.ar

### **Resumen**

Los virus pueden estar presentes en el medio ambiente, en aguas naturales o lodos. Rotavirus es un virus que produce diarrea con deshidratación que fue detectado en La Rioja en niños antes de la vacunación masiva.

Con el objetivo de estudiar la presencia de Rotavirus en el río Huaco, posterior a la vacunación, se analizaron 34 muestras de aguas obtenidas entre febrero de 2017 y febrero de 2018 en 9 puntos del río huaco. Las mismas fueron concentradas por ultrafiltración y el virus fue detectado por amplificación del gen que codifica la glicoproteína VP7 por Reversa Transcriptasa con reacción en cadena de la polimerasa, (RT-PCR).

Las variables climáticas estudiadas fueron Temperatura ambiental (°C), porcentaje de humedad (%), precipitaciones (mm). Del total de muestras obtenidas, 8 fueron positivas para rotavirus, que corresponden al 24%. Del total de muestras positivas, 5 fueron detectadas en verano (56%) y 3 durante el invierno (33%) del 2017. La presencia de rotavirus no se asocia con la temperatura ambiental ( $p=0,4795$ ) pero si con la humedad relativa ( $p=0,0133$ ) y las precipitaciones pluviales ( $p=0,0133$ ).

Los resultados muestran que Rotavirus está presente en el agua del río de la ciudad capital de La Rioja, tanto en aguas no potabilizadas como en el agua de consumo, durante el verano. Su presencia se asocia con el aumento del porcentaje de humedad relativa y la baja de precipitación pluvial, sugiriendo podría existir en esas condiciones, un efecto de concentración del agua que permite su vehiculización y presencia en cantidades detectables.

**Palabras Claves:** Rotavirus, diarrea acuosa, cuenca hídrica.

### **Introducción**

Los rotavirus están ubicados en la familia Reoviridae en el género rotavirus. Por sus características antigénicas se clasifican en grupos, subgrupos y serotipos. Se han descrito seis grupos distintos denominados con letras desde A hasta la F. El grupo A es causal de diarrea severa en niños y en adultos. Rotavirus se transmite principalmente por vía fecal-oral).

De año a año y de lugar a lugar, el tipo G/P de rotavirus humano asociados con la enfermedad pueden tener una gran fluctuación, fenómeno que puede estar asociado con la presencia y el desarrollo de rotavirus genéticamente distintos (4).Varios

genotipos fueron detectados en Argentina (5-6). El agua residual está relacionada con la infección en niños y sus genotipos (7).

La Rioja es una provincia con pocas cuencas hídricas especialmente en la zona Chaco árido como el departamento capital (10). El agua que abastece la ciudad Capital de La Rioja, después de potabilizarla, proviene de varias fuentes: el dique Los Sauces, el sistema de obtención subterránea (perforaciones) y una fuente subálvea correspondiente al denominado acueducto Sanagasta-La Rioja.

El agua que se obtiene del dique los sauces es potabilizada y distribuida en la zona del centro y micro centro de la ciudad. El acueducto Sanagasta-La Rioja abastece la zona oeste de la capital. En el resto de la ciudad existen distribuidas 60 perforaciones que proporcionan el agua de cada zona (11).

La Ciudad de La Rioja no tiene ríos con agua permanente que pasen por su territorio. El agua que se consume en el sector centro y oeste, proviene del río Huaco, originado en el cordón montañoso del Velazco, que posteriormente desemboca en el dique Los Sauces, pasando por la ciudad de Sanagasta tomando su nombre.

En las ciudades de Huaco y Sanagasta se utiliza esta corriente de agua para el riego de fincas de producción local. En el dique Los Sauces se juntan con otras vertientes naturales que también provienen del cordón del Velazco, para formar el río de la Quebrada que finalmente es encausado por canales hasta el lugar de procesamiento para la potabilización desde donde se distribuye a los diferentes puntos de la ciudad capital (12). Este Río durante el verano representa el único lugar de descanso y esparcimiento de la población de capital de La Rioja (alrededor de 300.000 persona según el censo 2010) (13) y habitantes de las ciudades como, Huaco y Sanagasta, a fin de paliar las altas temperaturas de la región.

La Rioja se caracteriza por la proximidad de la zona urbana con la rural, a veces se presenta sin márgenes establecidos entre ellas. La transmisión de Rotavirus se realiza de persona a persona pero también a través de agua contaminada con materia fecal. Desconocemos la circulación de rotavirus en estas aguas especialmente en el verano donde aumenta la presencia de la población debido a los distintos festivales de la Región como tampoco conocemos si el tratamiento es adecuado para su eliminación.

### **Materiales y métodos**

**Muestra:** en cada punto de muestreo se obtuvieron 3 muestras de agua de 10 litros en recipientes limpios y estériles desde febrero 2017 a febrero 2018.

**Variables:** sobre la muestra de 10 litros se realizan las determinaciones de las siguientes variables; cuantitativas: Temperatura (°C), conductividad (uS/cm) y pH (0-14).

Sobre una muestra de 2 litros concentrada por ultrafiltración se determinan las siguientes variables cualitativas: Rotavirus: SI/NO. Genotipos G1, G2, G3, G4, G8 y G9: SI/NO.

También se estudiaron las características climáticas del lugar, determinándose las variables cuantitativas: Temperatura ambiental (°C), porcentaje de humedad (%), precipitaciones (mm).

Lugar de muestreo: se estudiaron 9 puntos de muestreo. Los puntos de muestreo del río fueron: Huaco arriba, Huaco abajo, Sanagasta, Dique oeste, Dique este, Río Quebrada y agua del Centro de la Ciudad (12).

Punto	Lugar	Coordenadas
Punto1: Huaco Arriba	Río huaco. Huaco Arriba Antes del pueblo.	Sanagasta -29.153516, -67,049482
Punto2: Huaco Abajo	Río huaco. Dique de los indios después de Huaco antes de Sanagasta.	Sanagasta -29.184222, -67,046099
Punto3: Sanagasta	Río sanagasta. Canal central que van a riego	Sanagasta -29.264601, -67.017179
Punto 4: Dique Los Sauces, región Noroeste	Dique Los Sauces en la entrada del río Río huaco	Capital -29.37860, -66.963086
Punto 5 Dique los sauces, región noreste	Dique Los Sauces en la salida del río Río la quebrada	Capital -29.389693, -66.975886
Punto 6: Río de la quebrada. Principio	Río la quebrada a la salida del Dique los sauces a la ciudad	RN75 Capital -29.390436, -66.963086
Punto 7: Río de la quebrada. final	Río la quebrada a la entrada a la entubación	RN75 Capital -29.044503, -66.944471
Punto 8: Agua potable centro	Agua de red en el centro la capital de la ciudad	LA RIOJA -29.419715, -66.855066
Punto 9: Agua potable oeste	Agua de red en la capital de la ciudad sur-oeste	LA RIOJA -29.429552, -66.870902

Método de obtención de agua: las muestras de agua fueron obtenidas desde la rivera del río, en recipientes limpios y estériles. Junto con la muestra se obtienen 3 lecturas de temperatura, conductividad y pH. La matriz acuosa superficial lótica o corriente que se estudia es el río Huaco que luego cambia de nombre a río Sanagasta y luego a río La Quebrada. El agua superficial léntica o estancada que se estudia es el dique Los Sauces.

Las muestras a estudiar fueron obtenidas en las siguientes fechas: 23/02 (verano), 24/06 (invierno) y 06/12 (primavera) del 2017 y 21/02 (verano) del 2018. Principalmente durante el verano porque es cuando más actividad del hombre existe en las riveras del río. Durante las otras estaciones son poco accesibles para paso ya que se encuentran a los pies del cordón del Velazco. Aun así se realiza el muestreo, en invierno, pero no se realizará la detección de rotavirus debido a que no hay actividad y los recursos económicos de nuestro proyecto no son suficientes.

Método de concentración de agua: el agua obtenida fue concentrada por ultrafiltración (14). Dos litros de las muestras fueron filtradas con una membrana de

0,45  $\mu\text{m}$  y 0,2  $\mu\text{m}$  en equipo de filtración Millipore. Las membranas 0,22  $\mu\text{m}$  fueron cortadas y rehidratadas con 2ml de sol. Fisiológica, y conservados a -20 °C hasta su procesamiento.

Método para detección de rotavirus: la detección de Rotavirus se realizó a través de la amplificación del gen que codifica la glicoproteína VP7 por Reversa Transcriptasa con reacción en cadena de la polimerasa, RT-PCR (15). La extracción del ARN Viral fue realizada desde 140 $\mu\text{L}$  de muestra usando un Equipo comercial de QIAamp Viral RNA (Qiagen Inc., Hilden, Germany).

En primera instancia se realizó Transcripción reversa con IMPROMP, que consiste en la desnaturalización inicial de 3  $\mu\text{l}$  de RNA extraído más 2 $\mu\text{l}$  de mix de primers (Programa ROTA1). Primer RA1 (5  $\mu\text{M}$ ); 1 $\mu\text{l}$ . Primer RA4 (5  $\mu\text{M}$ ); 1 $\mu\text{l}$ . Vol. Final 2  $\mu\text{l}$ . Agregar a cada tubo 5  $\mu\text{l}$  de RT- Mix y llevar a termociclador (Programa RETROIMP: 42° C, 1 hora; 72°C, 10 min.); agua 0.8 $\mu\text{l}$ , buffer 5X 2 $\mu\text{l}$ , MgCl<sub>2</sub> (25 mM) 1.2 $\mu\text{l}$ , dNTPs (10mM) 0.5 $\mu\text{l}$ , IMPROMP 0.5  $\mu\text{l}$ , Vol. Final 5 $\mu\text{l}$ .

Laboratorios de desarrollo del trabajo: la filtración y la extracción de ARN de las aguas se realizaron en el laboratorio de microbiología del Departamento de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la U.N.LaR. La Detección de rotavirus se desarrolló en el laboratorio de Gastroenteritis virales del Instituto de Virología J.M. Vanella de la Universidad Nacional de Córdoba bajo la dirección de la Dra. Silvia Nates. Los estudios fueron realizados por nuestro grupo con la supervisión de la Dra. Verónica Prez.

Tratamiento estadístico: se usó Wilcoxon test no paramétrico para las variables cuantitativas: temperatura (°C), conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y pH (0-14). Variables cualitativas: Rotavirus: SI/NO. Se analizaron las diferencias de los valores medios de temperatura, humedad y precipitaciones entre el grupo con y sin rotavirus mediante la prueba no paramétrico U de Mann Whitney (16).

## **Resultados**

De 34 de muestras obtenidas, entre febrero del 2017 a febrero 2018, 8 fueron positivas para rotavirus, que corresponden al 24 %. En cuanto a la relación con las estaciones del año, 5 fueron detectadas en verano (56%) y 3 durante el invierno (33%) del 2017. La presencia de rotavirus no se asocia estadísticamente con las variables de conductividad (p: 0,9217), temperatura (p: 0,2888) y pH (p: 0,8289) de las aguas recolectadas.

La presencia de rotavirus en relación a parámetros ambientales se observa que no existen diferencias significativas en temperatura (p=0,4795) pero existe diferencia significativa con humedad (p=0,0133) y con precipitaciones pluviales (p=0,0133). En las muestras con presencia de rotavirus es mayor la humedad y menor las precipitaciones.

## Conclusión

Los resultados muestran que Rotavirus está presente en el agua del río de la ciudad capital de La Rioja, tanto en aguas no potabilizadas como en el agua de consumo, durante el verano e invierno de 2017.

Su presencia se asocia con el aumento del porcentaje de humedad relativa y la baja de precipitación pluvial, sugiriendo podría existir en esas condiciones, un efecto de concentración del agua que permite su vehiculización y presencia en cantidades detectables.

## Bibliografía

Desselberger U: Rotaviruses. *Virus Res.* (2014) Sep 22; 190:75-96.

Estes MK, Greenberg H: Capitulo 45: Rotaviruses. In: David M. Knipe, Peter M. Howley, editors. *Fields Virology*, 6th Edition. Philadelphia, PA, USA: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.

Ministerio de Salud Presidencia de la nación: Fundamentos de la introducción de la vacuna contra rotavirus al calendario nacional de inmunizaciones 2015. Lineamientos técnicos. Documento 39. Pag 15-16. Disponible: <http://iah.bvs.2230.com.ar/iah/doc/Documento39.pdf>

Patton J.: Rotavirus Diversity and Evolution in the Post-Vaccine World. *Discov Med.* (2012) January; 13(68): 85–97.

Gomez JA, Sordo ME, Gentile A.: Epidemiologic patterns of diarrheal disease in Argentina: estimation of rotavirus disease burden. *Pediatr Infect Dis J.* 2002 Sep; 21(9):843-850.

Degiuseppe JI, Giovacchini C, Stupka JA: Vigilancia epidemiológica de rotavirus en la Argentina 2009-2011. *Arch Argent Pediatr.* 2013 Abr; 111(2): 148-154.

Barril PA, Giordano MO, Isa MB, Masachessi G, Ferreyra LJ, Castello AA, et al: Correlation between rotavirus A genotypes detected in hospitalized children and sewage samples in 2006, Córdoba, Argentina. *J Med Virol.* 2010; 82:1277-1281.

Díaz Ariza M C, Cuffia V, Silvera A, Guerra N, Díaz Mayorga C, Recchioni L, et al: Genotipos G de rotavirus durante 10 años en niños con diarrea aguda de la ciudad de La Rioja, Argentina. Implicancias en la vacunación. *Rev Facultad de Ciencias Médicas UNC.* 2017; 74 (4).

## **CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD (ICA) EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DE RAFAELA (SANTA FE)**

**Griffa, Carina<sup>(1)</sup> – Panigatti, Cecilia<sup>(1)</sup> – Boglione, Rosana<sup>(1)</sup> – Schierano, Celeste<sup>(1)</sup> – Asforno,  
Melina<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> GEM (Grupo de Estudios de Medioambiente) –UTN-FRRa  
e-mail: labquimicautn@gmail.com

### **Resumen**

El agua es un constituyente de la naturaleza, imprescindible para satisfacer las necesidades básicas de las personas y para el desarrollo socioeconómico de la población. Sin embargo, los recursos de aguas subterráneas están sujetos a problemas de agotamiento y contaminación cada vez mayores. El índice de calidad de agua (ICA) es una herramienta que permite identificar la calidad del agua de un cuerpo superficial o subterráneo en un tiempo determinado. El objetivo de este trabajo ha sido seleccionar parámetros fisicoquímicos que colaboren con el monitoreo y control de la calidad del agua subterránea de la ciudad de Rafaela (Santa Fe), para posteriormente calcular el índice de calidad del agua y de esta forma clasificarla (excelente, buena, pobre, muy pobre y no apta para el consumo humano) según lo refiere este indicador. Se realizaron muestreos en distintos pozos de la ciudad en un período comprendido entre 2016 y 2019 y se caracterizaron fisicoquímicamente. Para el cálculo de ICA, se utilizaron siete parámetros químicos de calidad de agua: pH, sólidos totales, dureza total, cloruros, sulfatos, nitratos y arsénico. En la primera etapa del cálculo, a cada uno de los parámetros se les asignó una ponderación acorde con su importancia relativa en la calidad del agua. La ponderación máxima fue de cinco y se asignó a sólidos totales, nitratos y arsénico, en función de los efectos adversos en la salud humana que éstos provocan. Para cloruros se asignó cuatro mientras que para dureza total y el ion sulfato la ponderación fue de tres; al pH se le dio la ponderación mínima de uno por sus escasos efectos en la salud. Los resultados obtenidos a partir del cálculo del ICA fueron concluyentes: no hay pozos con calidad de agua apta para consumo humano. El mayor porcentaje (43,3%) resultó en la clasificación de no aptas para consumo, siguiendo la considerada muy pobre (40%) y el 16,7 % corresponde a las pobres. Esto se debe principalmente a las altas concentraciones de sólidos totales, nitratos y arsénico en las aguas. El ICA permitió demostrar que la calidad química del agua subterránea de la ciudad de Rafaela, con fines de abastecimiento, no es aceptable en ningún pozo monitoreado, lo que indica una probable degradación en la calidad del agua subterránea. Los máximos valores del ICA se obtuvieron en zonas que presentaron un crecimiento de la población.

**Palabras Claves:** Índice de calidad de agua, aguas subterráneas, Rafaela

### **Introducción**

El agua es un constituyente de la naturaleza, imprescindible para satisfacer las necesidades básicas de la población y para el desarrollo socioeconómico de los pueblos. La necesidad de disponer de agua segura, en cantidad y calidad, pone en



evidencia la importancia de llevar adelante políticas y acciones que garanticen la protección de las aguas subterráneas.

El índice de calidad de agua (ICA) es una herramienta que permite identificar la calidad del agua de un cuerpo superficial o subterráneo en un tiempo determinado.

En general, el ICA incorpora datos de múltiples parámetros fisicoquímicos y biológicos, en una ecuación matemática, mediante la cual se evalúa el estado de un cuerpo de agua (Yogendra & Puttaiah, 2008; Abbasi & Abbasi, 2012). Esta herramienta surge como una alternativa para la evaluación de los cuerpos hídricos permitiendo que los procesos de formulación de políticas públicas y seguimientos de los impactos sean más eficaces (Torres et al., 2009).

En Argentina, en las poblaciones que se encuentran alejadas de importantes cursos de agua superficial, el agua subterránea constituye la única fuente de provisión para consumo humano. En muchos casos, estas poblaciones están expuestas a aguas que no cumplen con los límites de potabilidad establecidos por el Código Alimentario Argentino (CAA, 2019). Las concentraciones elevadas de contaminantes pueden resultar perjudiciales para la salud. La generación de un índice de calidad de agua permite realizar un diagnóstico de aguas, en este caso, subterráneas, lo cual es fundamental para la búsqueda de tratamientos para la remoción de los contaminantes dañinos para el ser humano.

El objetivo del presente trabajo fue calcular el ICA de diferentes muestras de aguas subterráneas de la ciudad de Rafaela (Santa Fe) y clasificarlas según su aptitud para consumo humano.

## **Materiales y Métodos**

### **Área de estudio**

Rafaela es una ciudad ubicada en el centro-oeste de la provincia de Santa Fe, República Argentina, siendo el tercer centro urbano más poblado e importante de la provincia. En cuanto a lo económico, se destaca por su producción industrial vinculada principalmente al área metalmecánica y alimenticia.

En los últimos años, el crecimiento demográfico y económico, impulsado por la industria, originó una creciente demanda de agua y, por consiguiente, un aumento en la generación de aguas residuales y desechos sólidos. Por otro lado, algunos sectores de la ciudad aún no cuentan con acceso a red de agua potable ni red cloacal, por lo que emplean agua subterránea para usos domiciliarios y tienen que abastecerse de agua potable por sus medios (Figura 1). La cercanía del suministro de agua subterránea a las cámaras sépticas o pozo negro constituye un factor de contaminación del recurso, lo que limita el uso para el consumo humano.



Figura 1: Plano de la ciudad de Rafaela donde se identifican barrios que no cuentan con red de agua potable.

## Toma de Muestras

Se realizaron muestreos en treinta pozos de la ciudad en un período comprendido entre 2016 y 2019. La toma de muestras se realizó en canillas existentes, los pozos se encontraban a una profundidad entre 12 y 30 metros captándose aguas freáticas pertenecientes al acuífero pampeano. En las muestras se realizaron los siguientes análisis pH (método electrométrico), Sólidos Totales (ST, evaporación y secado en estufa a 105°C), Dureza Total (titulación con EDTA), Cloruro (titulación argentométrica), Sulfato (turbidimetría), Nitrato (electrodo selectivo), Arsénico Total (espectrometría de absorción atómica con inyección de flujo y generación de hidruros). Se utilizó la metodología propuesta por Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017).

## Índice de calidad de agua (ICA)

El ICA se define como una técnica de clasificación que engloba la influencia compuesta de cierto grupo de parámetros de calidad del agua en un solo valor general (Aly et al., 2014). El ICA fue calculado para evaluar la calidad del agua subterránea de Rafaela según los límites máximos permisibles establecidos en el Código Alimentario Argentino (CAA, 2019) para consumo humano, utilizando siete parámetros químicos de calidad de agua.

En la primera etapa, a cada uno de los siete parámetros (Tabla 1) se le asignó una ponderación ( $w_i$ ) acorde con su importancia relativa en la calidad del agua para consumo humano. La ponderación máxima fue de cinco y se asignó a sólidos totales, nitratos y arsénico, en función de los efectos adversos en la salud humana que éstos provocan. Para dureza total y sulfato la ponderación fue de tres; cloruros de cuatro y al pH se le dio la ponderación mínima de uno por su escasa variación.

En la segunda etapa se calculó el peso relativo ( $W_i$ ) de cada parámetro de acuerdo con la ecuación del método del peso aritmético (Horton, 1965).

$$W_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$W_i$ = ponderación relativa  
 $w_i$ = peso de cada parámetro  
 $n$ = número de parámetros

Tabla 1: Pesos relativos de los parámetros considerados para el cálculo del índice de calidad de agua subterránea según su importancia para la salud humana

Número de muestra	w <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>
pH	1,00	0,04
Sólidos totales (mg/l)	5,00	0,19
Dureza Total (mg CaCO <sub>3</sub> /l)	3,00	0,12
Cloruros (mg Cl <sup>-</sup> /l)	4,00	0,15
Sulfatos (mg SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /l)	3,00	0,12
Nitrato (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l)	5,00	0,19
As (mg As/l)	5,00	0,19

En la tercera etapa se determinó una escala de valoración de la calidad para cada parámetro (q<sub>i</sub>). Para esto, se dividió la concentración de cada muestra de agua analizada por su respectivo límite máximo permisible (S<sub>i</sub>) de acuerdo con el CAA y el resultado fue multiplicado por 100.

$$q_i = C_i / S_i \times 100$$

*q<sub>i</sub> = calificación de la calidad*

*C<sub>i</sub> = concentración de cada parámetro químico en cada muestra de agua en mg/l*

*S<sub>i</sub> = límite máximo permisible en mg/l (C.A.A., 2019)*

Luego, se determinó el S<sub>li</sub> usando la ecuación:

$$S_{li} = W_i \times q_i$$

*S<sub>li</sub> = subíndice de cada parámetro*

*W<sub>i</sub> = ponderación relativa*

*q<sub>i</sub> = calificación de la calidad*

Finalmente, se integraron todos los valores de S<sub>li</sub> para el cálculo del ICA:

$$ICA = \sum S_{li}$$

*ICA = índice de calidad del agua*

*S<sub>li</sub> = subíndice de cada parámetro.*

El resultado final son valores clasificados en cinco categorías de calidad del agua, según la Tabla 2.

Tabla 2: Clasificación según la calidad del agua

Valor de ICA	Calidad del agua
Menor de 50	Excelente
De 50 a 100	Buena
De 100 a 200	Pobre
De 200 a 300	Muy pobre
Mayor de 300	No apta para consumo humano

## Resultados

Luego de realizar los cálculos correspondientes se determinó el ICA en cada uno de los pozos de muestreos, y los valores arrojados se observan en la Figura 2.

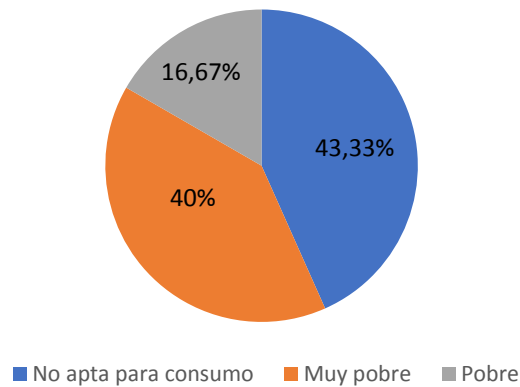


Figura 2: Porcentajes obtenidos según la clasificación del ICA en aguas subterráneas de Rafaela

Los resultados fueron concluyentes: no hay pozos con calidad de agua apta para consumo humano. El mayor porcentaje (43,3%) resultó en la clasificación de no aptas para consumo, siguiendo la considerada muy pobre (40%) y el 16,7 % corresponde a las pobres. Los resultados de ICA obtenidos se deben principalmente a que las muestras poseen altas concentraciones de sólidos totales, nitratos y arsénico.

Las concentraciones y tipos de iones que contiene el agua subterránea dependen de la naturaleza del material geológico y la calidad del agua de reposición. En las muestras analizadas, si bien algunas se encuentran por debajo del valor permitido por el CAA (1500 mg/L), el promedio de sólidos totales es superior al permitido (1577,6 mg/L). En el presente estudio se encontró que las aguas subterráneas se clasifican, de acuerdo con la dureza, en media a alta (límite del CAA: 400 mg/L). El cloruro, es un ion móvil que contribuye a la salinidad de las aguas, encontrándose en la mayoría de las aguas naturales. Las concentraciones de cloruro en la zona de estudio están, en su mayoría, por debajo del límite establecido por el CAA (350 mg Cl<sup>-</sup>/L). En el caso del ion sulfato, las concentraciones promedio son menores a 400 mg/L (límite del CAA), existiendo casos puntuales que lo superan. Este anión se encuentra generalmente formando sales solubles de sodio y magnesio. Altas concentraciones de sulfato en aguas para consumo humano, puede producir deshidratación, y muy altos niveles puede provocar un efecto laxante en los consumidores, siendo los niños más sensibles que los adultos (OMS, 2007).

Se consideran aguas no aptas para consumo humano, aquellas con concentraciones superiores a 45 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L, límite máximo establecido por el CAA. Las concentraciones de nitratos encontradas en la zona de estudio fueron elevadas y variables, lo que se debería a la existencia de factores antropogénicos, tales como la proximidad a pozos negros, cercanía de actividades ganaderas y utilización de fertilizantes en actividades agrícolas.

El arsénico es uno de los principales contaminantes que se encuentra en una amplia región del norte y centro de Argentina. El área en estudio contiene altas concentraciones de arsénico en el agua subterránea (superiores al límite establecido por el CAA: 0,01 mg/L), debido a la meteorización de minerales de origen volcánico y debido a las condiciones fisicoquímicas del agua que favorece la migración de este elemento (Smedley et al., 2005).

## Conclusiones

El ICA permitió demostrar que la calidad química del agua subterránea de la ciudad de Rafaela, con fines de abastecimiento, no es aceptable en ningún pozo monitoreado, lo que indica una probable degradación en su calidad.

Es conveniente diseñar un esquema de monitoreo de los pozos de aguas subterráneas, a través de mediciones sistemáticas de variables indicadoras, que reflejen las eventuales variaciones de la calidad y cantidad del recurso. Esto aportará una alerta temprana que permitirá utilizar medidas correctivas y/o paliativas ante su deterioro.

## Bibliografía

- Abbasi S. A., and Abbasi T. (2012). *Water Quality Indices*. Elsevier 384 pp Hardback ISBN 978-0-444- 54304-2. eBook ISBN 978-0-444-54305-9. *Environ Earth Sci* 71:4625–4628 DOI 10.1007/s12665-014-3141-9
- Aly, A. A., Al-Omran, A., & Alharby, M. (2014). The Water Quality Index and Hydrochemical Characterization of Groundwater Resources in Hafar Albatin, Saudi Arabia. *Arab. J. Geosci.* Doi: 10.1007/s12517-014-1463-2.
- APHA. Rice, E. W., Baird, R. B., & Eaton, A. D. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 9-56. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation
- Código Alimentario Argentino. (2019) “Artículo 982 - (Res Conj. SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2019)”.
- Horton, R. (1965) “An Index Number System for Rating Water Quality,” *Journal of Water Pollution Control Federation*. Vol. 37.
- Marín Galvín, R. *Fisicoquímica y Microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas.* (2003). Ed. Díaz de Santos, S.A. 311 pp.
- Organización Mundial de la Salud, “Guías para la calidad del agua potable”, (2007). Biblioteca de la OMS, vol. 1, n.º 3, p. 1-398.
- Smedley, P.L.; Kinniburgh, D.G.; Macdonald, D.M.J.; Nicolli, H.B.; Barros, A.J.; Tullio, J.O.; Pearce, J.M.; Alonso, M.S. "Arsenic associations in sediments from the loess aquifer of La Pampa, Argentina" (2005) *Applied Geochemistry*. 20(5):989-1016 [http://hdl.handle.net/20.500.12110/paper\\_08832927\\_v20\\_n5\\_p989\\_Smedley](http://hdl.handle.net/20.500.12110/paper_08832927_v20_n5_p989_Smedley)
- Torres, P.; Cruz, C. H. & Patiño, P. J. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano una revisión crítica. *Revista Ingenierías*, 8(15), 79-94.
- Yogendra, K. & Puttaiah, E. T. (2008). Determination of water quality index and sustainability of an urban waterbody in Shimoga Town, Karnataka. En M. Sengupta & R. Dalwani (Eds.), *Taal2007: The 12th world lake conference* (pp. 342-346). Jaipur, India: Ministry of Environment and Forests, Government of India.

## **ESTUDIO DE LOS SISTEMAS RGB-D SLAM PARA LA NAVEGACIÓN DE UN ROBOT MÓVIL**

Lucero, Emilce<sup>(1)</sup>, Rearte, Pedro<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Departamento Electrónica – UTN – Facultad Regional La Rioja  
e-mail: bealucero@yahoo.com.ar

### **Resumen:**

Un robot móvil para moverse en un entorno desconocido, necesita de múltiples sensores, y estrategias de control, con capacidad suficiente para procesar información procedente del exterior de tal manera que le permita moverse sin colisionar.

Gran parte de las investigaciones actuales están enfocadas en técnicas de navegación autónoma utilizando visión artificial, y muchas de ellas en el área de localización, mapeo y exploración para robots autónomos sencillos.

Cuando un robot entra un lugar desconocido, debe crear un mapa y saber ubicarse en él. Esto en la literatura se conoce como SLAM (Simultaneous Location And Mapping). El SLAM es uno de los algoritmos que han surgido con la intención de posicionar al robot en un entorno desconocido a la vez que navegar por él. Para adquirir el modelo del ambiente, un sistema SLAM puede requerir el uso de diversos sensores, tales como, ultrasonido, sistemas láser, sonar o cámaras de video.

La creciente popularización de sensores RGB-D provoca un gran interés científico para desarrollar nuevas técnicas de procesamiento de imágenes y adaptar otras ya conocidas utilizando toda la información provista por estos sensores.

Este trabajo es parte del proyecto de investigación denominado “Navegación de Robot Móvil mediante técnicas de guiado y Visión Artificial” que lleva a cabo el departamento de Ingeniería Electrónica perteneciente a la UTN - Facultad Regional La Rioja, en el que se presenta el estado del arte de la tecnología SLAM (Localización y mapeo simultaneo) utilizando sensores RGB-D.

**Palabras Clave:** SLAM (Localización y mapeo simultaneo), sensores RGB-D

### **Introducción**

Los robots móviles son sistemas que tienen la capacidad de navegar autónomamente en un espacio. Para lograr esta autonomía, inicialmente es necesario dotar al agente móvil de un sistema de percepción, esto con el fin de brindarle la información de la estructura del entorno; posteriormente se debe brindar un algoritmo que procese la información recibida de los sensores para proporcionarle información sobre la posición y orientación de los posibles obstáculos en su trayectoria. Como último nivel en la pirámide de control se encuentran los algoritmos que permiten la localización, el mapeo del entorno y la planificación de trayectorias “optimizadas” en un mapa global (*Suarez y Loaiza, 2015*).

Los sistemas de percepción le permiten la detección y reconocimiento de objetos en el espacio de trabajo, para ello se han empleado sensores del tipo sonar y laser 2D



(Qian y Song, 2012), los cuales implementan estrategias de navegación que permiten realizar tareas complejas de localización y mapeo con buenos resultados. También se han desarrollado sistemas laser 3D que permiten capturar el entorno en su estructura básica de profundidad, altura y ancho, estos dispositivos brindan una mayor cantidad de información que puede ser utilizada por el robot, igualmente con este tipo de sensores se logran realizar tareas complejas de navegación y mapeo, ofreciendo la capacidad de representar un mapa del entorno en un modelo de tres dimensiones generalmente representado por una nube de puntos (Nüchter, 2007); (Cole y Newman, 2006).

Los robots que utilizan visión se localizan y mapean el entorno basándose en observaciones de objetos o puntos de referencia (landmarks) que van encontrando a medida que avanzan. La construcción de mapas es una tarea clave para agentes que deseen localizarse o navegar en su entorno, como es el caso de los robots móviles (Thrun y Burgard, 2005), (González Jiménez et al., 2013), (González Jiménez et al., 2006).

Para poder crear los mapas, el algoritmo necesita información de entrada de los sensores adecuados. Como mínimo, es necesario tener datos de profundidad y del comando de movimiento que se efectúa sobre el robot. La odometría<sup>1</sup> fue durante muchos años el método más habitual por ser el más económico, basado en la lectura de las revoluciones de las ruedas del robot y en sensores de inercia para estimar los giros. Hoy en día, SLAM es un problema resuelto con frecuencia mediante visión por computador.

Durante la construcción de dichos mapas se realizan estimaciones en las que influyen el ruido, aliasing y otras distorsiones producidas por el sensor utilizado para percibir el entorno, dando lugar a imprecisiones que se acumulan conforme el proceso de reconstrucción avanza. Las investigaciones y trabajos científicos se han enfocado en resolver el problema de cómo generar un mapa del entorno tomando en cuenta los errores acumulados por la lectura de los sensores (Durrant-Whyte et al., 2001), (Newman, 1999).

En esta primera etapa del proyecto de investigación se realiza una revisión de estado del arte de la tecnología SLAM utilizando como sensores las cámaras RGB-D.

## **Estado del Arte**

### Localización y mapeo simultáneo (SLAM)

SLAM es el proceso mediante el cual un robot móvil puede construir un mapa del entorno y, al mismo tiempo, utilizar este mapa para calcular su ubicación (Bailey et al., 2006). Para ello, se han de identificar o conocer previamente unos puntos característicos que serán usados de referencia por el sistema.

El proceso del SLAM consiste en un cierto número de pasos: extracción de características, asociación de datos, estimación del estado y actualización de las características. La finalidad del proceso es usar el entorno para actualizar la posición del robot.

---

<sup>1</sup> Odometría: La odometría es el estudio de la estimación de la posición de vehículos con ruedas durante la navegación. Para realizar esta estimación se usa información sobre la rotación de las ruedas para estimar cambios en la posición a lo largo del tiempo. La palabra "odometría" se compone por las palabras griegas hodos ("viajar", "trayecto") y metron ("medida").

El problema de la localización y mapeado simultáneos consiste en descubrir si es posible para un robot móvil navegar a través de un entorno desconocido y construir, de manera incremental un mapa mientras que determina, al mismo tiempo, su posición dentro de este mapa. Para actualizar el mapa visible por los sensores del robot, se debe conocer la posición exacta del móvil. Sin embargo; para localizarse, el robot requiere un mapa previo debido a que no puede confiar en la información obtenida de los sensores. El mapa previo no existe, porque se está haciendo en ese momento. En general, no puede hacerse un mapa sin localización y no se puede localizar un robot sin un mapa (*Jáquez, 2015*). Como resultado, la localización y el mapeo deben ser estimados simultáneamente.

Se han abordados diversos enfoques para la solución del problema de SLAM, especialmente desde el punto de vista probabilístico con un enfoque Bayesiano, con soluciones que involucran técnicas del tipo filtrado Kalman, aplicado generalmente a ambientes reconstruidos con sensores láser (*Durrant Whyte y Bailey, 2006*), (*Holmes, 2008*). El filtro de Kalman es un algoritmo desarrollado por Rudolf E. Kalman en 1960 que sirve para poder identificar el estado oculto (no medible) de un sistema dinámico lineal. Esta técnica es una de la más extendida en la literatura y de las que mejores resultados se ha obtenido en la práctica.

### Cámaras RGB-D

Por otro lado los sensores RGB-D han ganado popularidad principalmente debido a su efectividad para recuperar una escena detallada casi en tiempo real, que además de proporcionar la tradicional información de intensidad proporcionan información de profundidad (*Ruiz Sarmiento et al., 2013 y 2015*), (*Scherer et al., 2013*) (*Jaimez y González Jiménez, 2015*). La información de profundidad obtenida por un sensor RGB-D es un dato fundamental que nos posibilita encontrar la distancia de un objeto con respecto al sensor pudiendo recuperar su información tridimensional (3D) junto a su textura RGB en tiempo real.

Las cámaras de profundidad son sistemas capaces de capturar simultáneamente información de color y profundidad de cada píxel de la escena, dando como resultado densas nubes de puntos o mallas trianguladas.

Las cámaras RGB-D están conformadas por tres componentes principales: cámara infrarroja (IR), cámara RGB convencional y proyector de laser infrarrojo. La combinación de los tres hace posible la obtención de la profundidad. Por un lado los 3 primeros canales de la imagen RGB (Red, Green y Blue), son aquellos que contienen los datos necesarios para componer una imagen según la intensidad de sus colores primarios de luz. Por otro lado la letra D (Depth) hace referencia al cuarto canal de la imagen, el de la profundidad, que nos brinda información pixel a pixel, respecto a la imagen RGB, de la profundidad de todas las escenas captadas. Conociendo los parámetros del sensor de profundidad es posible mapear el valor real de la distancia para cada una de las intensidades de los píxeles en la imagen de profundidad obtenida.

Este tipo de cámaras permiten aprovechar además de la información visual, información geométrica que no depende de la iluminación externa (*Zhang, et al., 2015*). No obstante disponer de sendas fuentes de información independiente

conlleva a dos problemas fundamentales. Por un lado, un mayor coste computacional, lo que puede comprometer su utilización en aplicaciones donde el mapeado deba realizarse en tiempo real. Por otro, se hace necesario adaptar los métodos de reconocimiento a la combinación de características de muy distinta naturaleza.

Estos sensores han sido muy aceptados por investigadores y profesionales de la reconstrucción 3D, sin embargo debido a su sensibilidad al ruido y sus limitaciones de resolución, la comunidad científica aún se muestra cautelosa con respecto al uso de cámaras RGB-D en proyectos que requieren resultados de alta precisión.

### Trabajos Relacionados

A la fecha se han estudiado aplicaciones SLAM en una gran variedad de dominios interiores y exteriores, incluyendo lugares muy apartados (*Durrant Whyte y Bailey, 2006*), muy peligrosos (*Thrun et al., 2003*) o simplemente en lugares donde el acceso humano resulta muy costoso.

En (*Endres et al., 2012*) se presenta un enfoque novedoso para SLAM visual de sensores RGB-D, en el que se extraen puntos clave visuales de las imágenes en color y se utilizan las imágenes de profundidad para localizarlos en 3D. Se utiliza RANSAC para estimar de forma sólida las transformaciones entre fotogramas RGB-D y se optimiza el gráfico de pose (posición y orientación) mediante optimización no lineal. Finalmente, se genera un mapa 3D volumétrico del entorno que se puede utilizar para la localización, navegación y planificación de rutas de robots.

En (*Zúñiga Noël et al., 2016*) se propone un método que combina descriptores de imágenes de intensidad y de profundidad para detectar de manera robusta el problema de cierre de bucle en SLAM. La robustez del método, proporcionada por el empleo conjunto de información de diversa naturaleza, permite detectar lugares revisitados en situaciones donde métodos basados solo en intensidad o en profundidad presentan dificultades, por ejemplo: condiciones de iluminación deficientes o falta de geometría.

Respecto a trabajos que emplean sistemas sensoriales basados en cámaras RGB-D de bajo costo, como el sensor de profundidad de Microsoft Kinect. Se puede citar el trabajo desarrollado en (*Wu y Bainbridge Smith, 2012*) en el cual se realiza una breve recopilación de trabajos donde se ha utilizado el Kinect, resaltando campos como UAV (Vehículos Aéreos No Tripulados), robótica móvil terrestre y la medicina, adicionalmente en su trabajo realizan una comparación entre el sensor y otros sensores de bajo costo, presentado las ventajas y desventajas de este sensor, igualmente resalta las principales razones para el uso de este sensor en investigaciones de robótica.

En el trabajo reportado en (*Romero Molano y Díaz Celis, 2011*) se desarrolla una plataforma robótica que logra navegar en un ambiente controlado, el algoritmo implementado se basa en el reconocimiento de obstáculos de un color definido, se realiza una segmentación por color para detectar el objeto, seguidamente se analiza la imagen de profundidad para obtener el valor de distancia promedio de la región segmentada de la imagen de color. En (*Ruiz Sarmiento et al., 2012*) se presenta la integración del sensor Kinect en un robot móvil para mejorar la realización de las tareas de detección de obstáculos y navegación reactiva, en este trabajo los autores

hacen un estudio de la capacidad del sensor para la detección de obstáculos confirmando el buen desempeño de éste, para la navegación del robot toman la nube de puntos tridimensional y la simplifican a una nube de puntos bidimensional que es conformada por los obstáculos detectados en la escena, esta información es llevada al algoritmo de navegación reactivo.

Si bien los resultados que se han reportado en la literatura, sugieren avances significativos y sólidos en la búsqueda de la autonomía del robot móvil. No obstante, continua latente un amplio margen en la investigación de la robótica móvil.

## **Conclusiones**

En esta primera etapa del proyecto se realizó el estudio del arte de la tecnología SLAM utilizando sensores RGB-D, se presentó una visión global de esta técnica y de sus aplicaciones actuales.

Para lograr una percepción y navegación verdaderamente sólidas para robots autónomos, se necesita más investigación en SLAM. A continuación se realizara el desglose de los componentes del algoritmo para estudiar que fortalezas y debilidades tiene, poniendo énfasis en la comparativa entre el filtro de Kalman como método tradicional y contrastarlo. Como así también investigar otras tecnologías tales como el control difuso, para compararlas y contrastarlas.

## **Bibliografía**

- Bailey, T. y Durrant Whyte, H. (2006). "Localización y mapeo simultáneos (SLAM): Parte II". *Revista de robótica y automatización IEEE* 13.3, 108-117.
- Cole, D. and Newman, P. (2006). "Using laser range data for 3D SLAM in outdoor environments", *Robotics and Automation. ICRA 2006. Proceedings 2006 IEEE, International Conference on*, vol., no, pp.1556-1563,15-19 May 2006.
- Durrant Whyte, H. and Bailey, T. (2006). "Simultaneous localization and mapping (SLAM): Part I the essential algorithms", *Robotics and Automation Magazine*, vol 3, No. 2, pp. 99-110.
- Durrant Whyte, H. and Bailey, T. (2006). "Simultaneous localization and mapping (SLAM): Part I the essential algorithms", *Robotics and Automation Magazine*, vol 3, No. 2, pp. 99-110.
- Durrant Whyte, H.; Newman, P. and Clark, S. (2001). "A Solution to the Simultaneous Localization and Map Building (SLAM) Problem", *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, vol. 17, No. 3, June 2001.
- Endres, F.; Hess, J.; Engelhard, N. and Strurm, J. (2012). "An evaluation of the RGB-D SLAM system", [Documento en línea]: <[https://www.researchgate.net/publication/254041427\\_An\\_evaluation\\_of\\_the\\_RGB-D\\_SLAM\\_system](https://www.researchgate.net/publication/254041427_An_evaluation_of_the_RGB-D_SLAM_system)>, *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*, May 2012.
- González Jiménez, J.; Galindo, C.; Meléndez Fernández, F. and Ruiz Sarmiento, J. (2013). Building and exploiting maps in a telepresence robotic application. In 10th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO).
- González Jiménez, J.; Muñoz, A.; Galindo, C.; Fernández Madrigal, J. and Blanco, J. (2006). A description of the sena robotic wheelchair. In 13th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference (MELECON), May 2006.

- Holmes, S.; Klein, G. and Murray, D. (2008). "A Square Root Unscented Kalman Filter for visual mono SLAM", IEEE International Conference on Robotics and Automation, ICRA, pp. 3710-3716, Pasadena, Cal., USA, May 2008.
- Jaimez, M. and González Jiménez, J. (2015). Fast visual odometry for 3-d range sensors. IEEE Transactions on Robotics, 31(4):809– 822.
- Jáquez, V. (2005). "Construcción de Mapas y Localización Simultánea con Robots Móviles", Tesis de Maestría, ITESM, Cuernavaca.
- Newman, P. (1999). "On The structure and solution to the Simultaneous Localization and Map Building Problem", Ph. D. thesis, Dept. Mechanical Engineering, Australian Centre for Field Robotics, University of Sydney, Australia, March 1999.
- Nüchter, A.; Lingemann, K.; Hertzberg, J. and Surmann, H. (2007). "6D SLAM—3D Mapping Outdoor Environments" *Journal of Field Robotics*.
- Qian, K. and Song, A. (2012). "Autonomous navigation for mobile robot based on a sonar ring and its implementation", *Instrumentation and Control Technology (ISICT). 8th IEEE International Symposium on*, vol., no., pp.47-50, 11-13. June 2012.
- Romero Molano, C. y Díaz Celis, C. (2011). "Navegación de robot móvil usando Kinect y OpenCV", *3er Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica*, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia, Vol 2, N° 1.
- Ruiz Sarmiento, J.; Galindo, C. and González Jiménez, J. (2013). Experimental study of the performance of the kinect range camera for mobile robotics. Technical report, University of Malaga.
- Ruiz Sarmiento, J.; Galindo, C. and González Jiménez, J. (2015). OLT: A Toolkit for Object Labeling Applied to Robotic RGB-D Datasets. In European Conference on Mobile Robots.
- Ruiz Sarmiento, J.R.; Galindo, C.; González Jiménez, J. y Blanco, J. (2012). "Navegación Reactiva de un Robot Móvil usando Kinect", [Documento en línea]: <<http://ingmec.ual.es/~jlblanco/papers/robot2011ruiz-sarmiento.pdf>> [consulta: 15-3-2012].
- Scherer, S.; Kloss, A. and Zell, A. (2013). Loop closure detection using depth images. In Mobile Robots (ECMR), 2013 European Conference on, pages 100–106.
- Suárez, A. y Loaiza, H. (2015). "Implementación de un esquema de navegación reactiva con sensores RGB-D". Rev. UIS Ingenierías, vol.14, n1, p. p 7-19.
- Thrun, S.; Burgard, W. and Fox, D. (2005). Probabilistic Robotics (Intelligent Robotics and Autonomous Agents). The MIT Press.
- Thrun, S. and Ferguson, D. (2003). "A system for volumetric robotic mapping of abandoned mines", Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, Taipei, Taiwan.
- Wu, H. and Bainbridge Smith, A. (2012). "Advantages of using a Kinect Camera in various applications". [Documento en línea]: <[https://bitbucket.org/soko/quadtrack/src/d1f3b069ed9a/Reports/Research Papers/hhw26paper3rdPro.pdf](https://bitbucket.org/soko/quadtrack/src/d1f3b069ed9a/Reports/Research%20Papers/hhw26paper3rdPro.pdf)> [consulta: 15-3-2012].
- Zhang, H.; Liu, Y. and Tan, J. (2015). Loop closing detection in RGB-D SLAM combining appearance and geometric constraints. Sensors, 15(6):14639–14660.
- Zúñiga Noël, D.; Ruiz Sarmiento, J. y González Jiménez, J. (2016). "Detección de Lugares con Cámaras RGB-D. Aplicación a Cierre de Bucles en SLAM", [Documento en línea]: < [http://mapir.uma.es/papersrepo/2016-david-Jornadas\\_CEA-Deteccion\\_de\\_Lugares\\_con\\_Camaras\\_RGB-D.pdf](http://mapir.uma.es/papersrepo/2016-david-Jornadas_CEA-Deteccion_de_Lugares_con_Camaras_RGB-D.pdf)>.

## **EVALUACIÓN DE LA RESISTIVIDAD ELÉCTRICA EN LOS SUELOS DE LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE LA RIOJA, DENSIFICACIÓN DE PUNTOS**

**Mercado, Manuel<sup>(1)</sup> – Aegerter, Claudio<sup>(1,2)</sup> – Karam, Claudio<sup>(2)</sup> – Morales, Marcelo<sup>(3)</sup> – Carrera, Lurdes<sup>(3)</sup> – Menese, Alberto<sup>(3)</sup> – Vergara, Martín<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA) – UTN - FRLR

<sup>(2)</sup> Departamento Ingeniería Electromecánica

<sup>(3)</sup> IPALaR

e-mail: mmercadoutnlr@yahoo.com.ar

### **Resumen**

En este proyecto se obtuvo una adecuada y representativa cantidad de valores de resistividad de suelos logrados en puntos de medición fijos, específicamente en la zona sur de la Capital provincial.

Esta información permite contar con un perfil de resistividad aparente del suelo, su variación estacional y valores máximos, mínimos y media anual, permitiendo a los profesionales eléctricos realizar el adecuado diseño y dimensionamiento de las puestas a tierra.

Se posicionaron los puntos de medición sobre una imagen satelital de la zona sur y a lo largo de 10 Km de la Avenida Ortiz de Ocampo. Se utilizó un Telurímetro digital de cuatro terminales y se aplicó el método de Medición de Wenner, se volcaron los datos a una planilla de cálculo y se procesaron obteniéndose perfiles de resistividad, valores máximos, mínimos y media aritmética de la resistividad del suelo.

**Palabras Claves:** Resistividad, Suelos, La Rioja

### **Objetivos**

- Contar con información fehaciente de valores de resistividad de suelos en La Rioja Capital.
- Conocer la variación anual y estacional de los valores de resistividad de suelos de La Rioja Capital.
- Garantizar la seguridad en el cálculo y dimensionamiento de las Puestas a Tierra, disminuyendo la incertidumbre.

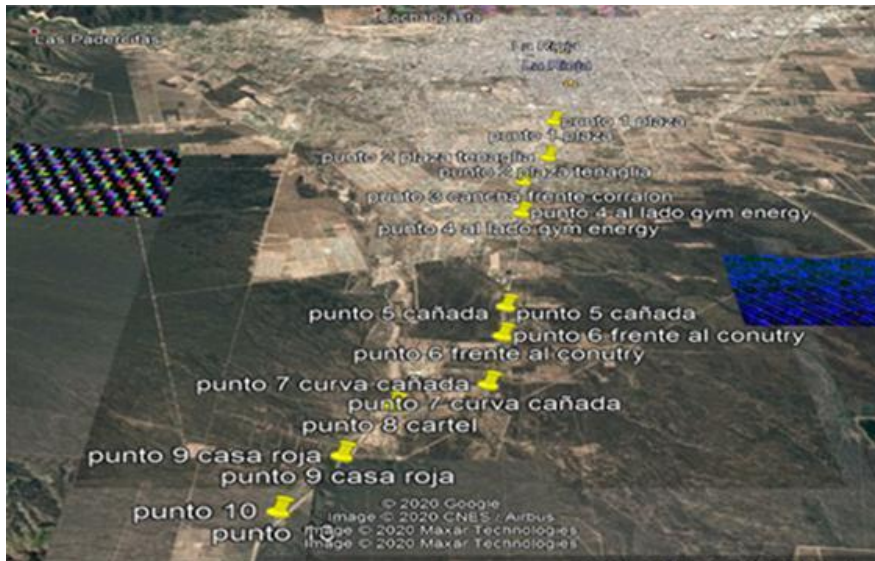
### **Desarrollo de las actividades**

En el mes de diciembre del 2019 se establecieron 10 puntos de medición a lo largo de la Avenida Ortiz de Ocampo, georreferenciados en la imagen satelital, Figura 1. A partir de enero del 2020 se realizaron mediciones mensuales, salvo los meses de abril, mayo, junio y julio del 2020 debido a las restricciones a la circulación por la Pandemia COVID-19, se finalizó en el mes de diciembre del 2020.

Se utilizó un telurímetro de 4 terminales, aplicando el método de determinación de resistividad del suelo desarrollado por Frank Wenner. Las mediciones se hicieron a una profundidad “a” de 0,5 m; 1 m y 2 m. Luego, cada familia de mediciones se volcó



a una tabla de cálculo Excel, realizándose el cálculo de las resistividades para cada punto y a diferentes profundidades de suelo “a”.



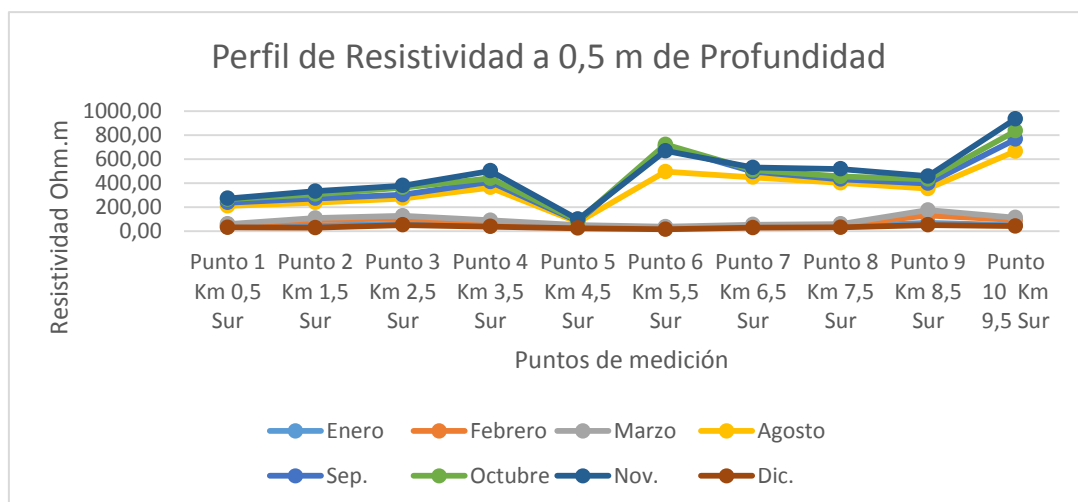
**Figura 1:** Imagen satelital con la localización de los puntos de medición.

## Resultados

A los efectos de comprender el conjunto de mediciones, se las agrupa por familias según las distintas profundidades (distancias “a”) para los puntos, de la Tabla de la Figura 2 se filtran las tablas por grupos de familias, se trazan las curvas de resistividad y se realiza el análisis de los datos. Luego, para cada familia se determinan los valores máximos, mínimos y la media aritmética de las resistividades para cada punto, y se trazan las curvas respectivas. Al finalizar se analizan los resultados.

### Resistividades obtenidas a 0,5 m de profundidad

En la Figura 2 se muestra el perfil de resistividad a 0,5 m de profundidad obtenida para los primeros 10 Km hacia el sur sobre la Avenida Ortiz de Ocampo.



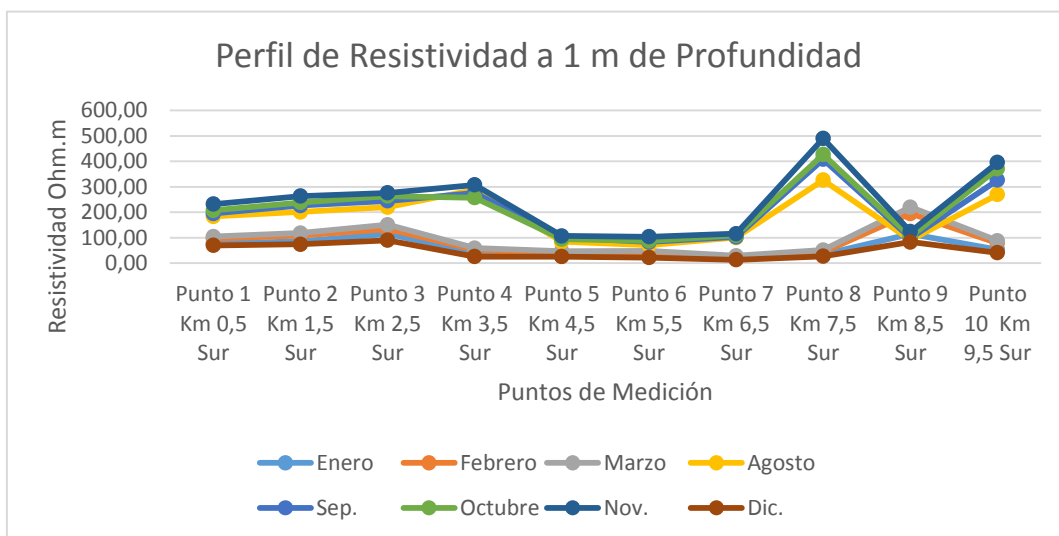
**Figura 2:** Planilla de Mediciones y cálculo de Resistividades mensuales a 0,5 m

En los puntos 1, 2 y 5 se observan los valores más bajos de resistividad y comportamientos de la resistividad del suelo a lo largo del año, en particular el suelo del punto 5 siempre se observaba con humedad permanente (aparentemente por riego intermitente con mangueras realizado por los vecinos del lugar).

En los puntos 4, 6, 7, 8 y 9 se observan valores intermedios. Los valores más bajos corresponden a los meses de diciembre y enero variando entre 16,3 a 70,9 Ohm.m y los más altos a los meses de octubre y noviembre, variando entre 87,9 y 936,1 Ohm.m.

### Resistividades obtenidas a 1 m de profundidad

En la Figura N° 3 se observa el perfil de resistividad a 1 m de profundidad obtenida para los primeros 10 Km hacia el sur sobre la Avenida Ortiz de Ocampo.



**Figura 3:** Planilla de Mediciones y cálculo de Resistividades mensuales a 1 m.

En los puntos 5, 6 y 7 se observan los valores más bajos de resistividad y comportamientos de la resistividad del suelo a lo largo del año correspondientes a los meses de diciembre y enero variando entre 13,2 a 114 Ohm.m.

En los puntos 4, 8 y 10 se observan valores más elevados correspondiendo a los meses de octubre y noviembre variando entre 87,3 y 490,1 Ohm.m.

En el punto 9, se observa un comportamiento anormal, durante los meses de agosto, septiembre y octubre, se produce una gran disminución de la resistividad a una profundidad de 1 m.

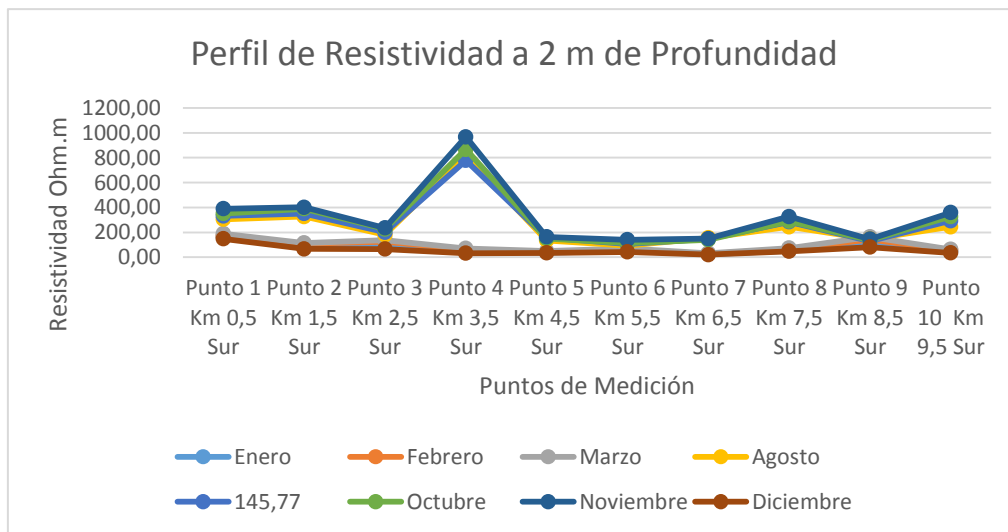
### Resistividades obtenidas a 2 m de profundidad

En la Figura N° 4 se observa el perfil de resistividad a 2 m de profundidad obtenida para los primeros 10 Km hacia el sur sobre la Avenida Ortiz de Ocampo de la Ciudad de La Rioja.

En los puntos 5, 6 y 7 se observan los valores más bajos de resistividad y comportamientos de la resistividad del suelo a lo largo del año correspondiendo a los meses de diciembre y enero, variando entre 20,1 a 160,8 Ohm.m.

En los puntos 1, 2 y 4; se observan valores más elevados correspondiendo a los meses de octubre y noviembre, variando entre 114,3 y 389,5 Ohm.m. En particular, el punto 4, se encuentra a 150 metros del lecho de un río seco, es factible que a la profundidad de 2 metros se encuentre un lecho rocoso.

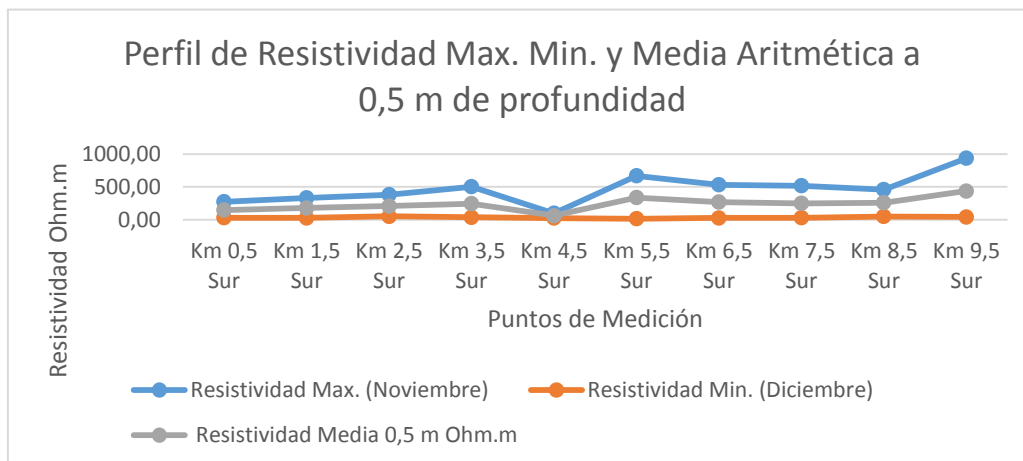
En el punto 9, se observa un comportamiento anormal, similar al existente a 1 m de profundidad.



**Figura 4:** Planilla de Mediciones y cálculo de Resistividades mensuales a 2 m.

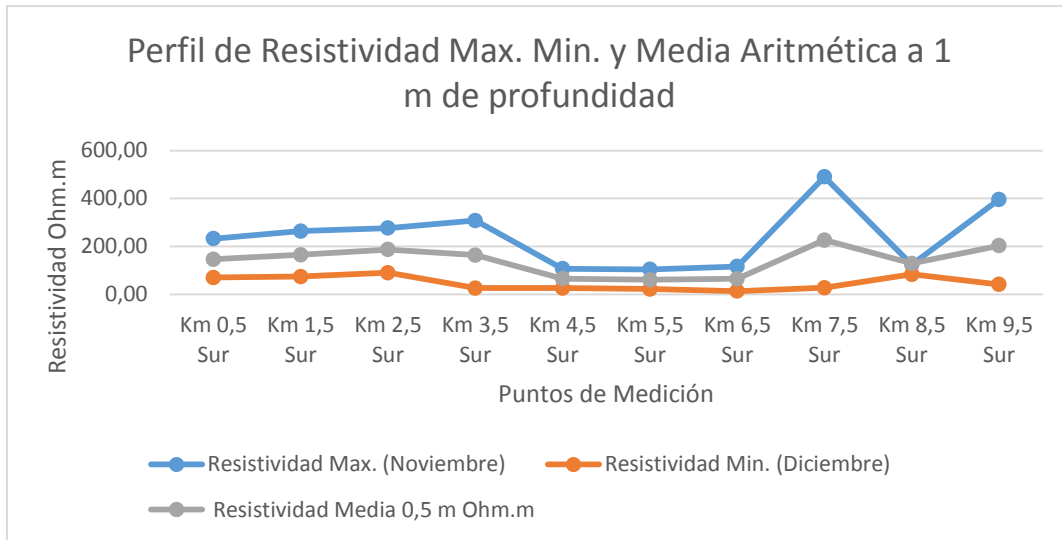
Determinación de valores máximos, mínimos y media aritmética.

En las Figuras 5; 6 y 7 se observan los valores de resistividad máximas, mínimas y media aritmética del perfil de resistividad a 0,5 m de profundidad obtenida para los primeros 10 Km hacia el sur de la Ciudad de La Rioja, sobre la Avenida Ortiz de Ocampo.



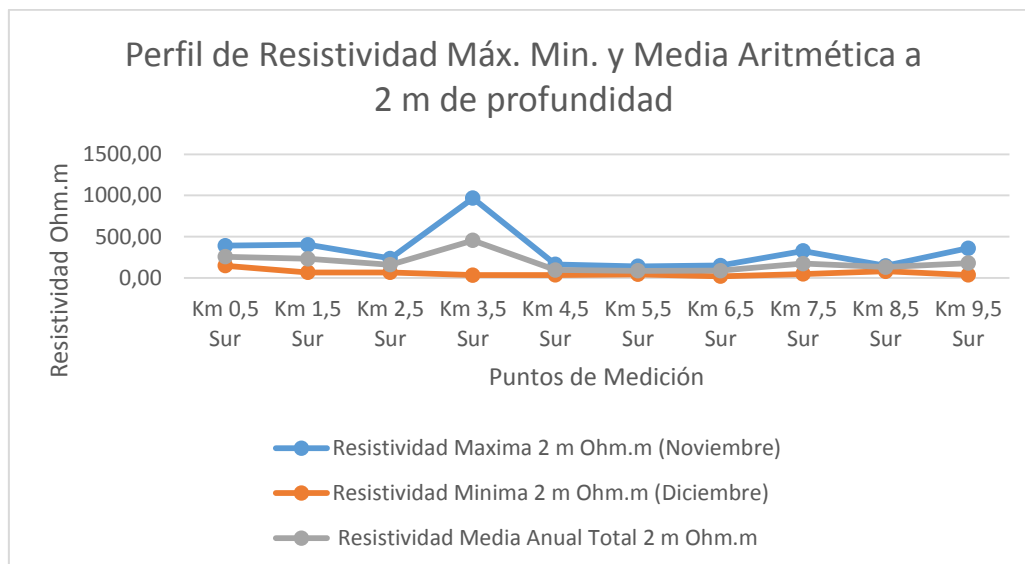
**Figura 5:** Planilla de Mediciones y cálculo de Resistividades.

Para una profundidad de 0,5 m se observa para los 10 puntos considerados: valores mínimos para el mes de diciembre que varían entre 16,3 a 52,1 Ohm.m; máximos para el mes de noviembre que varían entre 100,3 a 936,2 Ohm.m; promedio anual: 239,82 Ohm.m.



**Figura 6:** Planilla de Mediciones y cálculo de Resistividades.

Para una profundidad de 1 m se observan en los 10 puntos considerados: valores mínimos para el mes de diciembre que varían entre 13,2 a 82,9 Ohm.m, máximos para el mes de noviembre que varían entre 103,6 a 490,1 Ohm.m, promedio anual: 140,8 Ohm.m.



**Figura 7:** Planilla de Mediciones y cálculo de Resistividades

Para una profundidad de 2 m se observan en los 10 puntos considerados: valores mínimos para el mes de diciembre que varían entre 20,1 a 148,2 Ohm.m, máximos para el mes de noviembre que varían entre 140,7 a 967,6 Ohm.m, promedio anual: 185,2 Ohm.m.

## Conclusiones

Se relevó información fehaciente en cuanto al comportamiento de la Resistividad del suelo a diferentes profundidades de la zona Sur de la ciudad de La Rioja.

Se determinó la variación anual estacional de la Resistividad de los suelos de la Ciudad de La Rioja.

La información obtenida es útil para el cálculo y dimensionamiento de puestas a tierra, siempre considerando las variaciones de la resistividad y las condiciones del suelo en cada punto en el que se realizarán los diseños de las puestas a tierra por parte de los profesionales electricistas.

Este trabajo permite aumentar la seguridad al realizar el cálculo y dimensionamiento de las puestas a tierra, disminuyendo la incertidumbre.

Se determinó que la menor resistividad, en promedio se da en los estratos localizados a 1 m de profundidad, además a esta profundidad existe la menor variación anual de la misma. Seguramente esto se encuentra relacionado a la composición natural del suelo, y a que a esa profundidad se mantienen más constantes las condiciones de salinidad, humedad, temperatura y composición del suelo.

Para estratos más superficiales la variación de la resistividad depende en mayor medida de cuestiones climáticas estacionales y para estratos más profundos depende del tipo y composición de los suelos, para este último caso resulta interesante efectuar nuevas mediciones para determinar la resistividad profunda del suelo por el método de Schlumberger.

## Bibliografía

Arcioni, Juan C. (Sarmiento, Jorge). (2005). Puestas a tierra y seguridad técnica. Argentina. Universitas Libros. ISBN 9875720348.

Asociación Electrotécnica Argentina. (2006). Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364. Buenos Aires, Argentina. ISBN 109506590168.-

Reyes González, C.; Cruz Granada, E. (2016). Análisis de Técnicas para medición de la Resistividad de Terreno mediante modelado (Tesis de Pregrado). Recuperado de: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/21876/TESIS%20FINAL%20WENN%20ER2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, Leandro S., (2016). Modelado de Resistividad y pH de la provincia de Buenos Aires: Capitalización del conocimiento del suelo y contribución al desarrollo del sector de la protección anticorrosiva de la república argentina (Tesis Doctoral). Recuperado de: [https://institutoi4.net/wp-content/uploads/2017/07/11746\\_5622\\_2.pdf](https://institutoi4.net/wp-content/uploads/2017/07/11746_5622_2.pdf)

## **DISEÑO DE ZANJAS PARA DISPOSICIÓN FINAL DE RSU EN LA LOCALIDAD DE CHEPES, DEPARTAMENTO ROSARIO VERA PEÑALOZA, LA RIOJA.**

**Molina Gómez, Mariana<sup>(1)</sup> – Agüero, Claudio<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup>Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA) UTN-FRLR  
e-mail: molinagomezmariana@gmail.com

### **Resumen**

Este trabajo tiene como finalidad diseñar un método para la disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la ciudad de Chepes, provincia de La Rioja, Argentina, donde los basurales son a cielo abierto, elaborando una propuesta que mejore la gestión actual, que evite la contaminación del suelo, los acuíferos y la emisión de gases de efecto invernadero fruto de la combustión de la quema de los materiales vertidos.

Para ello se analizaron las condiciones del emplazamiento actual, teniendo en cuenta la vegetación, redes de drenaje, pendiente del terreno, distancia a zonas pobladas y posibles riesgos de inundabilidad, obtenidas mediante procesamiento de modelos digitales de elevación con distintos softwares.

En base a la población actual y la proyectada al año 2025, se propone disponer los RSU mediante relleno manual por zanja o trinchera, estimando ocupar un área de 3475 m<sup>2</sup> en el primer año y para el año 2025, un área de 26128 m<sup>2</sup>.

**Palabras Claves:** Residuos sólidos urbanos, Disposición final, Contaminación

### **Introducción**

La ciudad de Chepes se encuentra ubicada en la zona sur de la Provincia de La Rioja, en la Región denominada Llanos del Sur. Esta región se caracteriza por ser una llanura con una elevación aproximada de 650m de altitud sobre el nivel del mar (Diagnostico Participativo. Lineamientos Estratégicos. Gobierno Municipal, 2015) y estar formada por médanos y planicies que contienen limos, arenas y arcillas (Regairaz, 2000). En la zona de estudio, se encuentran algunos ríos que tienen cursos de agua intermitentes y temporales, los cuales van a infiltrarse en los depósitos aluviales que se encuentran al pie de las sierras (Ramos, 1982). Se caracteriza por un clima árido y caluroso con lluvias torrenciales y esporádicas que se concentran entre los meses de diciembre a febrero. La vegetación predominante observada es xerófila, es decir, adaptadas a la escasez de agua que presenta la región (Ramos, 1982).

Actualmente el tratamiento que se les da a los residuos urbanos en la Provincia de la Rioja es recogerlos y trasladarlos a determinados puntos más o menos alejados de las zonas habitadas, donde se depositan para ser quemados a cielo abierto o dejar que organismos vivos, con ayuda de ciertos factores climatológicos, favorezcan su



descomposición y posterior desaparición. Dentro de estos desechos, se encuentran materiales plásticos de origen sintético, como así también basura de gran potencial contaminante como son las pilas, baterías, lámparas fluorescentes, medicamentos vencidos, etc., lo cual ocasiona una problemática ambiental grave como puede ser la contaminación de los suelos, de los acuíferos por el lixiviado de los mismos, emisión de gases de efecto invernadero fruto de la combustión de la quema de los materiales vertidos, la creación de focos infecciosos como así también la proliferación de plagas y generación de malos olores. El objetivo de este trabajo es elaborar una propuesta de tratamiento y disposición final de RSU para la localidad de Chepes.

### **Materiales y métodos**

Para la elaboración del proyecto se calcula una estimación de población para el periodo 2010-2025 utilizando datos del último censo nacional del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina (INDEC, 2010), y de acuerdo a los datos proporcionados por Thomas Brinkhoff (s/f), donde la tasa de crecimiento del 1,36% por año entre el periodo 2001 al 2010.

### **Cuantificación de la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)**

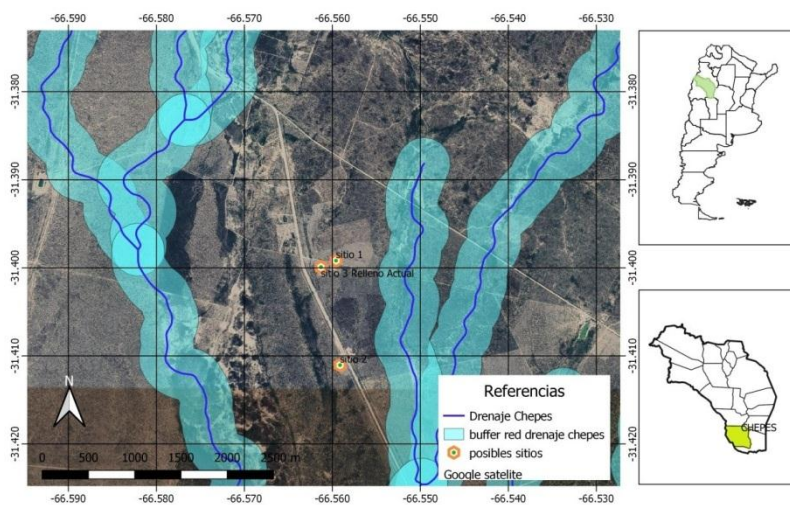
Al no tener datos concretos sobre la producción de residuos que tiene la localidad de Chepes se toma el valor de referencia establecido en 0,77 kg de producción de residuos per cápita por día para la provincia de La Rioja, según González (2010). Teniendo en cuenta el aumento de la población y el crecimiento urbano, se calcula la producción per cápita (ppc) para cada año con un incremento del 1% anual según lo indicado por la Organización Panamericana de la Salud (2007).

Considerando que la ciudad tiene una población de 12.466 habitantes para el año 2019, según los cálculos realizados para la estimación poblacional 2010-2025, la producción diaria de residuos es de 9.599 kg. De acuerdo a los datos proporcionados por el municipio de Chepes, la recolección se realiza de lunes a viernes, por lo que semanalmente se producen 47.994,1 kg de RSU.

En una proyección al año 2025, la población estimada será de 13.519 habitantes por lo que la cantidad de residuos generada en la zona de estudio será de 11.050 kg. por día y 55.250 por semana (Tabla 6).

Tabla 6: Producción actual y proyección al año 2025 de RSU

Año	Población	ppc (kg/hab/día)	Cantidad de residuos sólidos		
			Diaria (kg/día)	Anual (tn)	Acumulado (tn/año)
2019	12466	0,77	9599	3503,59	3503,59
2020	12636	0,78	9827	3586,75	7090,33
2021	12807	0,79	10060	3671,88	10762,21
2022	12982	0,79	10299	3759,04	14521,25
2023	13158	0,80	10543	3848,26	18369,51
2024	13337	0,81	10793	3939,60	22309,12
2025	13519	0,82	11050	4033,11	26342,23



**Imagen 1: Mapa de los sitios elegidos y la red de drenaje con su área de influencia de la zona de estudio**

especies que pudieran estar protegidas y las redes de drenaje natural (Imagen 1) y pendientes del terreno, obtenidas a través de procesamiento de modelos digitales de elevación (MDE) con softwares Global Mapper® 20.0 y QGIS® 3.4.

### Selección del método de relleno sanitario

El relleno sanitario es una práctica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no representa peligro para la salud, la seguridad pública y el ambiente, donde se limita la basura a un área que luego se recubre con capas de tierra y se compacta diariamente reduciendo su volumen (OPS, 2007).

Debido a que la localidad estudiada produce menos de 15 Tn diarias de RSU, se elige un método de relleno manual por zanja. Por otra parte, este tipo de relleno es posible en lo técnico y económico ya que solo necesita maquinarias pesadas para la construcción de vías internas de desplazamiento y la preparación de bases de soporte o las zanjas, conjuntamente con la extracción del material de cobertura que se utilizará, y los demás trabajos se pueden realizar con los propios trabajadores del municipio.

El método de relleno por zanja o trinchera se basa en excavar zanjas de 2 a 3 metros de profundidad donde los RSU se depositan y acomodan dentro de la misma para luego ser compactados y recubiertos con la tierra extraída. Las zanjas deben tener una vida útil de 60 a 90 días para evitar el uso constante de máquinas retroexcavadoras. Este método se usa cuando el nivel de las capas freáticas es profundo y las pendientes del terreno son suaves. (OPS, 2007).

En la Tabla 7 se estima la cantidad de residuos sólidos, el volumen de los mismos y el área requerida en la actualidad y en una proyección a cinco años. Para el volumen diario de residuos compactados se tuvo en cuenta una densidad de  $450 \text{ kg/m}^3$  de RSU y para dichos residuos ya estabilizados, la densidad en el relleno alcanza los

### Selección de sitio de disposición final de RSU

Se analizan dos posibles sitios, más el lugar donde se encuentra actualmente el lugar designado para disposición final de los RSU.

Para la selección de los posibles sitios se consideró la distancia a la ciudad de Chepes, contemplando también la distancia a la vivienda más próxima. Por otra parte, se tuvo en cuenta la vegetación, teniendo presente las

600 kg/m<sup>3</sup>. Se estima que el material de cobertura a usar es de un 20% de la cantidad de residuos tratados por día de trabajo. La profundidad del relleno se establece en 3 metros y el factor para estimar el área adicional (vías de penetración, áreas de retiro al alambrado, patio de maniobras, etc.) se constituye en 1,3 (30%) (OPS, 2007).

### Cálculo de la celda

El área de la celda se determina estableciendo que la altura de la misma será de 1 metro y el largo o avance se obtiene considerando un ancho de 6 metros, correspondiente al ancho de la zanja.

En la Tabla 3 se establecen los cálculos para determinar las dimensiones que tendrá el relleno por el método de trinchera o zanja y la vida útil del terreno, donde se tiene en cuenta que el sitio seleccionado tiene una superficie de 3 hectáreas.

Tabla 7: Volumen y área requerida para el relleno sanitario

Año	Población	ppc kg/hab/día	Cantidad de residuos sólidos			Volumen de residuos sólidos						Área requerida		
			Diaria (kg/día)	Anual (tn)	Acumulado (tn/año)	Compactados			Estabilizados anual (m <sup>3</sup> )	Relleno sanitario		Relleno sanitario (m <sup>2</sup> )	Área total (m <sup>2</sup> )	
						Diaria (m <sup>3</sup> )	Materia de cobertura (m <sup>3</sup> /día)	Anual (m <sup>3</sup> )		Materia de cobertura (m <sup>3</sup> /año)	RS+mc Anual			Acumulado (m <sup>3</sup> )
2019	12466	0,77	9599	3503,59	3503,59	30	6	10900	2180	5839	8019	8019	2673	3475
2020	12636	0,78	9827	3586,75	7090,33	31	6	11159	2232	5978	8210	16229	5410	7033
2021	12807	0,79	10060	3671,88	10762,21	31	6	11424	2285	6120	8405	24634	8211	10675
2022	12982	0,79	10299	3759,04	14521,25	32	6	11695	2339	6265	8604	33238	11079	14403
2023	13158	0,80	10543	3848,26	18369,51	33	7	11972	2394	6414	8808	42046	14015	18220
2024	13337	0,81	10793	3939,60	22309,12	34	7	12257	2451	6566	9017	51063	17021	22127
2025	13519	0,82	11050	4033,11	26342,23	34	7	12547	2509	6722	9231	60294	20098	26128

Tabla 8: Calculo de dimensiones de la zanja y vida útil del terreno

Año	Población	ppc kg/hab/día	Diaria (kg/día)	Volumen de la zanja (m <sup>3</sup> )	Volumen diario a excavar (m <sup>3</sup> )	Dimensiones de la zanja (m)	Número de zanjas	Vida útil del terreno (años)
2019	12466	0,77	9599	1280	21	71		
2020	12636	0,78	9827	1310	22	73		
2021	12807	0,79	10060	1341	22	75		
2022	12982	0,79	10299	1373	23	76	46,4	7,6
2023	13158	0,80	10543	1406	23	78		
2024	13337	0,81	10793	1439	24	80		
2025	13519	0,82	11050	1473	25	82		

Profundidad: 3m

Ancho: 6 m

Area de zanja: 497 m<sup>2</sup>

Factor áreas adicionales: 1,3

Area de terreno: 30000 m<sup>2</sup>

Cada zanja tendrá una duración de 60 días hasta ser completada. El material de cobertura será del 20% con una densidad de compactación de 450 kg/m<sup>3</sup>. Cada zanja se excavará con una separación de 1 metro, y se tendrá en cuenta un 1,3 para el factor de áreas adicionales (separación entre zanjas, vías de circulación,

aislamiento, etc.), lo que arroja una vida útil de 7 años y medio del terreno elegido (OPS, 2007).

Se requerirá para el proyecto un total de 6 trabajadores, con una jornada de 8 hs y 5 días a la semana. En cinco años, se proyecta una cantidad de 7 trabajadores para la continuidad del proyecto (Tabla 9).

Si se toma un total de 8 hs de trabajo y un equipo pesado con un rendimiento de 14 m<sup>3</sup>/h de movimiento de terreno para la excavación de las zanjas con un volumen de 1280 m<sup>3</sup>, se necesitará un total de 11,5 días para la excavación completa de una zanja.

Tabla 9: Calculo de la mano de obra requerida

Operación	Rendimientos	Hombre/día 2019	Hombre/día 2025
Movimiento de residuos	$\frac{\text{Residuos sólidos (tn/día)}}{0,95 \left(\frac{\text{tn}}{\text{hs} - \text{hombre}}\right)} \times \frac{1}{6 \text{ hs}}$	2,36	2,71
Compactación de residuos	$\frac{\text{Área superficial (m}^2\text{)}}{20 \left(\frac{\text{m}^2}{\text{hs} - \text{hombre}}\right)} \times \frac{1}{6 \text{ hs}}$	0,30	0,34
Movimiento de tierra	$\frac{\text{Tierra (m}^3\text{)}}{(0,35 - 0,70) \left(\frac{\text{m}^3}{\text{hs} - \text{hombre}}\right)} \times \frac{1}{6 \text{ hs}}$	3,23	3,72
Compactación de celda	$\frac{\text{Área superficial (m}^2\text{)}}{20 \left(\frac{\text{m}^2}{\text{hs} - \text{hombre}}\right)} \times \frac{1}{6 \text{ hs}}$	0,30	0,34
Total hombres		6,18	7,12

## Conclusiones

La utilización de técnicas de relleno sanitario requiere inversiones menores a los métodos de incineración o compostaje, con bajos costos en la operación y el mantenimiento, pudiendo recibir todo tipo de desecho sólido y generando empleo de mano de obra no calificada y disponible en localidades con bajos recursos económicos.

Con el tiempo, el terreno de un relleno sanitario que ya cumplió su vida útil, puede desarrollar programas de recuperación del paisaje, aprovechando el espacio para la creación de lugares de recreación.

De acuerdo a las características ambientales analizadas y al listado no taxativo empleado para la selección de cada sitio, el lugar más adecuado para la construcción de relleno sanitario es la zona N° 3.

La metodología de construcción y mantenimiento de esta técnica es factible de realizarse con los recursos disponibles del Municipio

## Bibliografía

- Brinkhoff T.: (s/f). Población de la ciudad, disponible en <http://www.citypopulation.de>  
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS [INDEC], 2015 Estimaciones de población por sexo, departamento y año calendario 2010-2025. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Disponible en [https://www.indec.gov.ar/ftp/cuadros/poblacion/proyeccion\\_departamentos\\_10\\_25.pdf](https://www.indec.gov.ar/ftp/cuadros/poblacion/proyeccion_departamentos_10_25.pdf)
- González, G. (2010). Residuos Sólidos Urbanos Argentina. Tratamiento y disposición final. Situación actual y alternativas futuras. Disponible en: <http://www.igc.org.ar/megaciudad/N3/Residuos%20Solidos%20Urbanos%20CAMARCO.pdf>
- Organización Panamericana De La Salud [OPS] (2007): Diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Curso de autoaprendizaje. Oficina Regional de la Organización Panamericana de la Salud: Lima, Perú. Recuperado 13 de abril de 2019 de [http://www.bvsde.paho.org/cursoa\\_rsm/e/index.html](http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/index.html)
- Ramos, V. (1982) Descripción Geológica de la Hoja 20 f., Chepes. Provincia de la Rioja. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires Disponible en <http://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/466;jsessionid=4624FE3D34FCF1750F75FD0C1CA135AF>
- Regairaz C. (2000) Capitulo 19. Suelos de la Rioja. Catálogo de recursos humanos e información relacionada con la temática ambiental en la Región Andina Argentina. Recuperado de <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/ladyot/catalogo/cdandes/cap19.htm#inhalt>

## **TRATAMIENTO EFICAZ DE EFLUENTE LÍQUIDO INDUSTRIAL PARA SU REUTILIZACIÓN. ESTUDIO DE CASO EN UNA EMPRESA DEL RUBRO GRÁFICO DE LA RIOJA**

**Molina Gómez, Mariana<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Tesista Maestría en Ingeniería Ambiental-UTN-FRLR

e-mail: molinagomezmariana@gmail.com

### **Resumen**

En la ciudad de la Rioja, el agua es un recurso natural escaso y dentro del ciclo de vida de los productos fabricados en el parque industrial de esta ciudad, uno de los residuos generados en los procesos productivos es el efluente líquido en base acuosa.

Los contaminantes líquidos producto de las actividades industriales, en la mayoría de los casos, son vertidos a colectora cloacal u otros cuerpos receptores en la ciudad de la Rioja, siendo pocas industrias las que tratan estos efluentes antes de su vuelco, desconociendo posiblemente las características de estos. Si estos se vierten en el suelo, ponen en peligro de contaminación las napas principales del sistema acuífero, lo que podría ocasionar anomalías en las perforaciones que alimentan los barrios aledaños.

Por otra parte, la importancia del recurso hídrico subterráneo se hace evidente si se considera el clima árido que tiene la provincia y la ausencia de cursos de agua de considerable caudal que puedan satisfacer las demandas de agua potable, uso industrial y agropecuario.

Un tratamiento eficaz de las aguas residuales industriales puede ser una vía para su potencial reúso, principalmente para la Rioja y su problema de escasez.

Por lo expresado, se plantea la propuesta de un sistema para la recuperación del efluente industrial de una empresa del rubro gráfico ubicada en el Parque Industrial de La Rioja, con la finalidad de posibles aplicaciones, en lugar de su vuelco a colectora cloacal u otros cuerpos receptores.

Se espera que, con un efectivo tratamiento, el reciclaje y el reúso del agua en la industria gráfica, represente una oportunidad de conservar el recurso hídrico y proteger el ambiente, previniendo la contaminación de acuíferos y la degradación del suelo cuando la descarga se hace sobre terreno absorbente

**Palabras claves:** Efluente líquido industrial, Reúso, Industria gráfica



## **Introducción**

El agua es un recurso hídrico necesario para el desarrollo económico de una comunidad y para las actividades diarias de los seres humanos, pero más allá de ser un derecho, es una responsabilidad con valor económico, social y ambiental. Las empresas como los habitantes de cada ciudad deben tomar conciencia que el agua dulce de calidad es un recurso natural cada vez más escaso tanto superficial como subterráneo (Madrinasd, 2006).

En octubre del 2017, el titular del Instituto Provincial del Agua La Rioja (IPALaR), llamo a la población a realizar un consumo y uso racional del agua, evitando el derroche, advirtiendo las consecuencias que podría ocasionar dado que el recurso es finito y el nivel de agua de las perforaciones va descendiendo por la sobre explotación de dichos pozos, ya que, al haber pocas lluvias, no hay recarga en los acuíferos (Diario El Independiente, 2017). El 23 de febrero del año 2018, se declaró la emergencia hídrica en todo el territorio de la provincia de la Rioja por el término de un año, sancionada bajo Ley N° 10039 por el Poder Legislativo Provincial.

De aquí surge la importancia de realizar un tratamiento a los efluentes líquidos industriales aplicando diversos métodos con la finalidad de devolver al medio el agua utilizada en los procesos industriales y que las mismas estén en condiciones óptimas a la hora de su descarga (Zaldumbide y Barrera, 2009).

En aguas residuales procedentes de la industria gráfica pueden contener compuestos tanto orgánicos como inorgánicos y muchos de esos compuestos son objeto de regulación especial debido a su toxicidad o su efecto sobre el ambiente.

## **Materiales y métodos**

No se han encontrado antecedentes de la reutilización para riego de los efluentes líquidos industriales en la provincia de la Rioja. No obstante, para su aplicación en riego, se hace necesario no solo el tratamiento de este sino conocer además la calidad del efluente que se ha tratado y el cual se reusara.

La tinta que utiliza la empresa de estudio es una mezcla homogénea de materia colorante, resinas y aditivos y tiene como objetivo reproducir una imagen (márgenes, rayas y cuadros) sobre un soporte (papel) mediante un proceso de impresión.

El o los tratamientos a los que deba someterse los efluentes líquidos industriales generados en el proceso productivo, deben garantizar lo requerido por la legislación que regula el vertido del efluente o las condiciones mínimas para los casos de reutilización.

Los efluentes líquidos industriales pueden tratarse por medio de técnicas y procesos de gran variedad, entre los cuales se pueden mencionar los procedimientos biológicos, los físicos-químicos: coagulación, oxidación, sedimentación y filtración. La combinación de reactores aeróbicos y anaeróbicos pueden disminuir parámetros tales como la Demanda Química de Oxígeno (DQO), la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y el color (Badajoz, 2007).

Para eliminar este material en suspensión, se suele utilizar procesos mecánicos, aunque para favorecer el proceso, en muchos casos se utilizan aditivos químicos con lo cual el tratamiento pasa a ser físico- químico (Madrimasd, 2006).

Cuando la materia en suspensión tiene partículas de tamaño muy pequeño (10-6 m – 10-9 m), la sedimentación se torna lenta, motivo por el cual un tratamiento mecánico solamente no es de utilidad en estos casos, debiendo utilizar reactivos químicos para eliminar la materia en suspensión.

Los coagulantes son productos químicos que aportan carga eléctrica inversa a la del coloide como pueden ser las sales de hierro o aluminio, junto con polielectrolitos orgánicos los cuales favorecerán la floculación (Madrimasd, 2006).

La materia disuelta puede tener diversas características como sales, materia orgánica biodegradable, metales pesados, etc., lo cual es necesario eliminar dado a que son componentes peligrosos para el ecosistema y el ser humano.

Badajoz (2007) indica que, aplicando polielectrolitos y sulfato de aluminio, se puede disminuir la DQO y los sólidos suspendidos. Utilizando carbón activado como adsorbente, también se logra reducir el color, aunque también existen alternativas menos costosas como lo son el uso de zeolitas y arcillas. A su vez, recomienda que, para evaluar el tratamiento del agua residual industrial con contenido de tintas flexográficas, se realicen pruebas en laboratorio utilizando Jar Test o prueba de jarras que permitan determinar la dosis de los reactivos que se van a utilizar para tratar el efluente líquido.

Mediante el tratamiento de desinfección, se procede a la destrucción o inactivación de microorganismos causantes de enfermedades a los seres humanos. Desinfectar el agua es necesario cuando la finalidad de esta es para consumo humano. En el caso de las industrias, llevar a cabo este proceso será útil si se pretende reutilizar el agua. Lo más utilizado para la desinfección del agua es el cloro (Madrimasd, 2006).

Para interpretar la calidad de agua para riego se usarán parámetros fisicoquímicos que evalúen el posible riesgo de deterioro del suelo y la afectación que pueda tener sobre la vegetación. Dentro de los parámetros químicos se analizará: conductividad eléctrica (CE), relación de adsorción de sodio (RAS), aniones (bicarbonatos, sulfatos y cloruros) y cationes (calcio, magnesio, sodio y potasio) para saber que sal es la dominante en el agua analizada, pH, metales pesados, DQO y DBO. En cuanto a los parámetros físicos, el análisis se llevará a cabo en parámetros como: color, sólidos sedimentables y temperatura (Heredia, 2006).

Como primera medida, se analizará el agua de la perforación usada para el lavado de los tinteros, a fin de tener una línea base de esta y evaluar su aptitud. Posterior a ello, se analizarán muestras del efluente crudo, para determinar las condiciones de ingreso a la planta de tratamiento, y poder establecer el tratamiento a realizarse.

## **Resultados y Discusión**

Se realizaron análisis fisicoquímicos del agua de perforación que se encuentra dentro del predio donde se ubica el establecimiento en estudio y la cual es usada

para el lavado de tinteros y del efluente líquido crudo donde se efectuó una comparación entre los mismos pudiendo verificar que el agua de perforación contiene una alta conductividad eléctrica (indicador de salinidad). Por otra parte, en el efluente crudo no solo hubo un aumento en la conductividad eléctrica sino que la concentración de calcio y magnesio decreció en relación al sodio y que el índice RAS es mayor, provocando la alcalinización y aumento del pH, y por consiguiente, el aumento de los bicarbonatos, cuya presencia puede acelerar la sodificación del suelo (Tabla 10).

En la determinación de la Relación de adsorción de sodio (RAS), se observó que la peligrosidad sódica era baja, de acuerdo con la clasificación del Laboratorio de salinidad de RIVERSIDE de Estados Unidos (Tabla 11). En 1987, la FAO demostró que el índice RAS se encontraba sobrestimado por lo que propuso calcular la Relación de adsorción de sodio corregido (RAS<sup>o</sup>), haciendo una corrección al valor del calcio (Ca<sup>o</sup>) introducido en la fórmula. Se realizó el cálculo para determinar el valor del RAS corregido, el cual arrojó un valor de 6.81 para el agua de perforación (mediana peligrosidad sódica) y 9.94 para el efluente crudo (Alta peligrosidad sódica) (Tabla 12)

Tabla 10: Comparativo análisis fisicoquímico del agua de perforación y el efluente crudo

PARAMETROS MEDIDOS	UNIDAD	AGUA DE PERFORACIÓN	EFLUENTE CRUDO
Dureza	mg/l	641	ND
Color verdadero	U.C. a pH original	1	>100
Conductividad	µS/cm	2730	3130
pH	U pH	7.8	8.2
Fluoruros	ml/l	0.8	ND
Sólidos disueltos totales	ml/l	1747	ND
Temperatura	°C	19.9	19.9
RAS	....	5.7	7.22
RAS <sup>o</sup>	....	6.81	9.94
Nitratos	mg/l	29	191
Cloruros	mg/l	594	774
Calcio *	meg/l	11.07	9.48
Magnesio *	meg/l	8.41	7.26
Potasio	mg/l	33.37	54.51
Sodio *	meg/l	17.8	20.89
Sulfatos	mg/l	280	490
Bicarbonatos	meg/l	2.94	15.24

Nota: (\*) Se realizó conversión de mg/l a meg/l

ND= No Determinado

Tabla 11: Clasificación de la peligrosidad de sodificación del suelo por agua de riego. Adaptado de Riverside, EE. UU.

<b>CLASIFICACION DE PELIGROSIDAD DE SODIFICACION DEL SUELO POR EL AGUA DE RIEGO (RIVERSIDE)</b>			
<b>CLASES</b>	<b>PELIGRO DE SODIFICACION</b>	<b>RAS</b>	<b>RESTRICCIONES DE USO</b>
S1	Baja peligrosidad sódica	0 a 10	Apta
S2	Mediana peligrosidad sódica	10 a 18	Apta con precauciones
S3	Alta peligrosidad sódica	18 a 26	Apta con precauciones
S4	Muy Alta peligrosidad sódica	> 26	No Apta

Fuente: Laboratorio de salinidad de RIVERSIDE EEUU

Tabla 12: Clasificación de la peligrosidad de sodificación del suelo por agua de riego. Adaptado de la FAO

<b>CLASIFICACION DE PELIGROSIDAD DE SODIFICACION DEL SUELO POR EL AGUA DE RIEGO (FAO)</b>			
<b>CLASES</b>	<b>PELIGRO DE SODIFICACION</b>	<b>RAS</b>	<b>RESTRICCIONES DE USO</b>
S1	Baja peligrosidad sódica	< 3	Apta
S2	Mediana peligrosidad sódica	3 a 9	Apta con precauciones
S3	Alta peligrosidad sódica	> 9	No Apta

Fuente: Ayers y Westcot, FAO, revisión 1987

## **Conclusiones**

El reciclaje y el reúso del agua en la industria representan una oportunidad de conservar el recurso hídrico y proteger el ambiente.

El tratamiento apropiado de las aguas residuales industriales juega un papel importante en la provincia de la Rioja, previniendo la contaminación de acuíferos cuando la descarga se hace sobre terreno absorbente y proporcionando un uso y manejo sustentable del recurso hídrico. El no tratamiento del efluente líquido industrial conlleva a otros problemas no menores como puede ser la salinización de los suelos o procesos de desertificación (AIDIS, 2016).

En base a los resultados obtenidos y tomando en cuenta los criterios de peligro de salinización y restricciones de uso de aguas empleadas para riego según la conductividad eléctrica propuestos por Richards (1954) para el laboratorio de Salinidad de RIVERSIDE (E.E.U.U.), el peligro de salinización es alto (apta con precauciones), por lo cual la si se aplica la técnica de coagulación-floculación y el uso de adsorbentes como el carbón activado, la determinación óptima de los productos químicos a dosificar en el tratamiento del efluente crudo, debe ser cuidadosa, ya que de ello depende el resultado del proceso del tratamiento para regar y no perturbar la calidad de otros recursos naturales como el suelo.

La norma Riverside resulta inapropiada para valorar el grado de sodificación, a partir del RAS. De todos modos, se reconoce la validez de esta con el fin de identificar las clases de aptitud de las aguas, dado que es sencilla y su uso es generalizado.

El método de la FAO clasifica la calidad de las aguas para riego definiendo grados de restricción al uso con mayor tolerancia respecto de la salinidad y al tener en cuenta la relación entre la Conductividad Eléctrica (CE) y la Relación de adsorción de sodio corregido (RAS<sup>0</sup>) para evaluar la sodicidad, donde amplía los rangos de tolerancia para aguas que contengan valores altos de ambos indicadores.

## **Bibliografía**

- AIDIS. (2016). Uso seguro del agua para reúso (pp. 17-18). Recuperado de: [http://www.aidis.org.br/PDF/AIDIS-Uso\\_seguro\\_del\\_agua\\_26\\_sep.pdf](http://www.aidis.org.br/PDF/AIDIS-Uso_seguro_del_agua_26_sep.pdf)
- Ayers, R. S. & Westcot, D. W., (1985). Water quality for agriculture. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Badajoz, P. S. (2007). Estudio de un efluente industrial con tintas. Ingeniería química, (445), 120-127.
- Diario El Independiente. (2017). Advierten escasez de agua si no se controla el consumo. <http://www.elindependiente.com.ar/edicionpapel/pagina.php?id=155439>
- Heredia O.S. 2006. El agua de riego: criterios de interpretación. Efectos sobre el suelo y la producción. En Agua subterránea: explotación y su utilización agropecuaria. EFA, FAUBA: 75-99. ISBN 950-29-0910-0 Recuperado de: [https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/agua\\_riego\\_criterios\\_interpretacion.pdf](https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/agua_riego_criterios_interpretacion.pdf)
- Ley N° 10039. Recursos hídricos. Provincia de La Rioja. Emergencia Hídrica. Declaración. B.O. 23/02/2018. La Rioja, Argentina.
- Madrimasd. (2006). tratamientos avanzados de aguas residuales industriales (p. 7, 15, 20-28). Madrid. [https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT2\\_Tratamientos\\_avanzados\\_de\\_aguas\\_residuales\\_industriales.pdf](https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT2_Tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf)
- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and álcali soils. USDA Agricultural Handbook 60, 160p. 172 pp.
- Salinity and Agriculture. USSS-USDA. 1996. -Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego. Recuperado de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/156/5/03%20REC%2068%20Anexo%206%20Normas%20Riverside.pdf>
- Zaldumbide Ortiz, F., & Barrera Díaz, C. (2009). Remoción de Color en Aguas Contaminadas con tintas, pretratado electroquímicamente mediante Ozono en medio alcalino. Quivera. Revista de Estudios Territoriales, 11 (1), pag.3. . Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40113194005>. ISSN 1405-8626

## **EL ESPACIO HABITABLE Y LA SUSTENTABILIDAD**

**Nieto, Diana<sup>(1)</sup>-Sarroca, Esteban<sup>(3)</sup>-Roiz, Noemí<sup>(1)</sup>-Baigorri, César<sup>(2)</sup>-Aegerter, Claudio<sup>(2)</sup>-García, Lola<sup>(2)</sup>-Lucero, Emilce<sup>(3)</sup>-Britez, Carlos<sup>(3)</sup>-Cativa, Laura<sup>(4)</sup>-Vega, Martina<sup>(1)</sup>-Parco Parisi, Enzo<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup>Departamento Civil – UTN - FRLR

<sup>(2)</sup>Departamento Electromecánica – UTN - FRLR

<sup>(3)</sup>Departamento Electrónica - UTN - FRLR

<sup>(4)</sup>Universidad Nacional de La Rioja

e-mail: dianaenieto1@gmail.com

### **Resumen**

Este trabajo de investigación tiene como objetivo definir un sistema constructivo local para edificaciones sustentables, desarrollando criterios regionales de evaluación y acreditación con prácticas constructivas y materiales locales. La búsqueda de un sistema constructivo local sustentable en el contexto regional-local, permitiría contemplar la diversidad de condiciones ambientales, sociales y económicas y valorar y enriquecer su patrimonio cultural.

En cuanto a la metodología de investigación, la propuesta apunta a un trabajo interdisciplinario entre investigadores de las áreas de la construcción, cálculo y especialistas en Ciencias Ambientales.

La bioarquitectura ha progresado considerablemente en Argentina en los últimos tiempos con la aparición de numerosos proyectos enfocados a la reducción del impacto ambiental y a la conservación del medio ambiente. La definición de bioarquitectura engloba a aquellas construcciones que se desarrollan de manera respetuosa con el medio ambiente, y que producen un impacto mínimo sobre el mismo, reduciendo los niveles de contaminación emitidos tanto en su etapa de construcción como durante su posterior ocupación.

**Palabras Claves:** sistemas constructivos, bioarquitectura, eficiencia energética

### **Introducción**

La problemática ambiental global es grave, muestra de ello es el cambio climático cuyas causas tienen distintos orígenes. El crecimiento urbano es uno de los principales causante, por lo que esta situación demanda atención y propicia la necesidad de edificar espacios habitables sustentables. Surge la necesidad de desarrollar sistemas innovadores y eficaces con características regionales a fin de promover y cuantificar diferentes niveles de sustentabilidad, y se muestra las limitaciones de implementar sistemas desarrollados en otros contextos ambientales y socio-económicos.

Considerando este escenario, esta Investigación se basa en el estudio de sistemas constructivos sustentable aplicados en la materialización de un espacio habitable y sustentable.

## Objetivos de la investigación

Objetivo General: diseñar y construir una célula habitacional flexible sustentable a escala real, para optimizar la construcción de viviendas, edificios, espacios públicos, etc.

### Objetivos específicos:

- Determinar prácticas o acciones de la bioarquitectura.
- Profundizar los conocimientos existentes en Arquitectura Sustentable para facilitar su desarrollo y aplicación en la actividad profesional.
- Incentivar un cambio de actitud en la sociedad toda, hacia el nuevo paradigma. (concientización)
- Formar una postura integrada teniendo en cuenta las cuatro dimensiones: ambiental, social, económica y política.

Existen una serie de requisitos que se han de tener en cuenta a la hora de diseñar cualquier proyecto de arquitectura verde. Están relacionados, entre otras cosas, con el aprovechamiento de los recursos naturales, el empleo de materiales reciclables, el consumo de energías limpias y la maximización del ahorro energético.

El término bioarquitectura, es un concepto de la arquitectura sostenible, y para entenderla nos preguntamos: ¿Qué ES LA BIOARQUITECTURA?

Al analizar la palabra, vemos que podemos descomponer en dos: **Bio + Arquitectura**

1. *Bio*: este término, de origen griego, significaba vida y se usa actualmente como prefijo sobre todo en el campo de las ciencias naturales.
2. *Arquitectura*: el término «arquitectura» también proviene del griego y se compone por arch “jefe” o “autoridad”, y tekton “constructor”.

Es decir, el concepto BIOARQUITECTURA engloba toda aquella arquitectura que busca establecer relaciones equilibradas entre lo construido, el medio ambiente, el entorno y las personas que habitan estos espacios.

Además, a nivel constructivo, se intenta dar la mejor respuesta y uso a los recursos energéticos del lugar, para así generar el menor impacto posible sobre el medio ambiente local. Es esa bioarquitectura que es la que está en armonía con el medio ambiente y con las personas. Y cuando decimos -en armonía- nos referíamos a que se respeta el estado natural del medio ambiente y del lugar, alterando lo mínimo y utilizando los recursos con coherencia y sentido común de la forma más sostenible posible tan importante no solo para salud de las personas sino también de la salud de la ciudad. Es decir, tiene como objetivo aportar herramientas de reflexión para abordar diseños sustentables y eficiencia energética y la integración del uso racional de la energía en proyectos.

Es importante incluir estas posturas dentro de la práctica profesional buscando una mejor calidad de vida, optimizando el uso de los recursos y dando relevancia social a nuestra tarea como profesionales vinculados al área de proyecto. incorporar conocimientos para la aplicación del recurso solar y eólico en el desarrollo de



proyectos durante la etapa de diseño. Estudiar la relación hombre-edificio-medio ambiente, con el fin de optimizar las condiciones ambientales a través del diseño. Evaluar la influencia del hábitat construido y desarrollar una conciencia ecológica en arquitectos, ingenieros, diseñadores y planificadores, profundizando conceptos energético-ambientales.

Y nos preguntamos por qué la mayoría de espacios que se diseñan no están pensados para la vida, ya sea;

- a. *Porque las condiciones del ambiente interior no son saludables para las personas.*

Y es, aunque los humanos estamos diseñados para vivir en relación con el espacio natural, hemos adaptado de tal forma el entorno para hacerlo más amable y mejorar nuestra supervivencia, que hemos superado los límites planetarios. Hemos llegado a alterar el orden natural, durmiendo en invierno destapados y con calefacción toda la noche mientras en verano, nos tapamos al tener el aire acondicionado a toda marcha.

- b. *Porque la propia construcción ha alterado en exceso el medio natural.*

Este punto hace referencia a algo más constructivo. Antiguamente, las casas se construían según el conocimiento tradicional y utilizando materiales disponibles en la zona. Ahora estas condiciones lógicas han pasado a ser un capricho del propietario, por ejemplo: se llegó a construir (en barrios privados en la zona de Escobar y en la Patagonia) casas de madera proveniente de los bosques nórdicos que se venden como “ecológicas” por ser de madera, sin tener en cuenta que el material ha viajado miles de kilómetros por rutas, emitiendo más CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono, antes anhídrido carbónico) del que ha absorbido el árbol a lo largo de su crecimiento.

Para que estas incongruencias no ocurran, es fundamental el papel de los profesionales (ingenieros, arquitectos), al crear espacios en armonía con las personas y que respondan la bioarquitectura para generar espacios sanos.

Para que eso suceda, por ejemplo: ese ambiente deberá:

- asegurar unas temperaturas no muy elevadas,
- con una humedad media del 50%
- sin materiales derivados de productos químicos
- evitar al máximo cualquier tipo de ondas electromagnéticas

En esta instancia aparece EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO: entendiendo “Un edificio bioclimático es aquel que se regula térmicamente, sin necesidad de equipos mecánicos, y tan solo por medio de su estructura arquitectónica”.

Se trata del DISEÑO EN GENERAL, no solo del propio edificio. Es decir, no solo incluye a los sistemas pasivos de acondicionamiento y uso racional de la energía, del uso de materiales locales, materiales renovables, del cuidado del uso de materiales, del uso racional y reciclado de aguas y otros fluidos, del logro de ciertos

niveles de autonomía energética, es decir se trata del diseño ambiental y paisajístico en sus implicancias ecológicas.

Este diseño bioambiental también incluye otros factores que conforman un determinado ambiente, como la topografía, la flora y la fauna, además de los factores culturales, pero fundamentalmente **TODO EN FORMA INTEGRADA**.

Ahora bien y para seguir incorporando conceptos y un lenguaje a utilizar, cuando se trabaja en un tema específico, porque es la base para la construcción del conocimiento, es la importancia en la claridad de conceptos o significados de las palabras y/o de los términos. Teniendo en cuenta diferentes acciones puestas en marcha por desde distintas áreas (gobiernos, entidades privadas, asociaciones, profesionales, etc) en la preocupación global con respecto al cuidado del medioambiente, se lee que el uso de los términos **sustentabilidad y sostenibilidad** parece indistinto, sin embargo, es importante entender que cada uno de estos términos cuentan con características que los hacen diferentes:

Es decir, el término **SUSTENTABLE** se refiere a la capacidad de un **ECOSISTEMA** para mantener su productividad interna, mantenerse en equilibrio sin superar su capacidad de carga. Herman Daly, es un economista ecológico estadounidense, profesor y galardonado en 1996 con el Premio Nobel Alternativo o Premio Right Livelihood, (sustento correcto) que consiste en “honrar y apoyar a organizaciones y personas valientes que proponen soluciones visionarias y ejemplares a las causas profundas de los problemas globales”, definió algunos principios de la sustentabilidad:

- Los recursos renovables no deberán utilizarse a un ritmo superior al de su generación.
- Las sustancias contaminantes no podrán producirse a un ritmo superior al que pueda ser reciclado, neutralizado o absorbido por el medioambiente.
- Ningún recurso no renovable deberá aprovecharse a mayor velocidad de la necesaria para sustituirlo por un recurso renovable utilizado de manera sostenible.

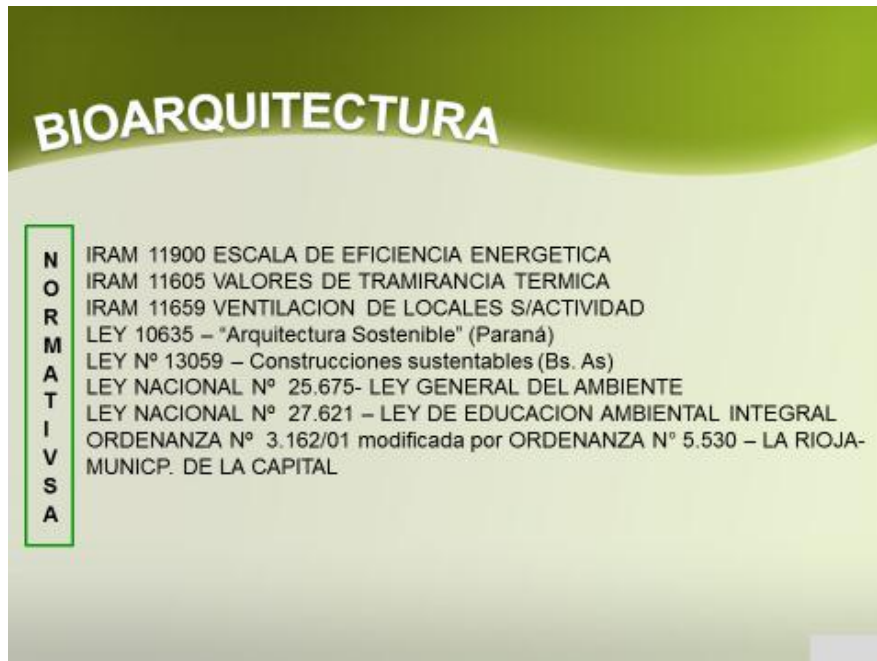
Aclarado esto términos, entendemos que el mundo del diseño (la **ARQUITECTURA**) está apostando a los edificios sostenibles como los grandes arquitectos Norman Foster (Aeropuerto Internacional de Hong Kong) Cook + Fox (principal estudio de arquitectura a nivel mundial dedicada a la arquitectura integrada y respetuosa con el medio ambiente) o Helmut Jahn (arquitecto alemán).

Entre muchos otros profesionales quienes trabajaron y trabajan en el **DISEÑO SUSTENTABLE**, para satisfacer las necesidades de los ocupantes (usuarios), en cualquier momento y lugar, sin por ello poner en peligro el bienestar y el desarrollo de las generaciones futuras tomaron o consideraron:

**LOS PILARES DE LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE**: del Arq. Español Luis de Garrido Talavera quien trabaja en arquitectura sostenible es quien plantea en el año 2010:

1. Optimización de recursos. Naturales y artificiales
2. Disminución del consumo energético
3. Fomento de fuentes energéticas naturales renovables
4. Disminución de residuos y emisiones
5. Aumento de la calidad de vida de los ocupantes de los edificios
6. Disminución del mantenimiento y costo de los edificios

### ASPECTOS LEGALES:



### **Conclusiones**

Este trabajo busca definir un prototipo de espacio flexible habitable sustentable, mediante un sistema constructivo local.

Definir una selección de materiales en una fase continua, antes, durante y después de las etapas de proyecto, que no solo opera como interfase, sino también, como actitud transformadora con raíz en criterios que priorizan la salud de las personas, el cuidado del ambiente y la preservación del planeta.

Propiciar con el trabajo colaborativo, las estrategias de aprendizajes y comunicación, alcanzando la concientización de los actores involucrados, que van desde los profesionales, docentes y estudiantes y potenciales clientes.

También es pertinente destacar que la permanente evolución tecnológica con criterios de sustentabilidad, expandirá las interfases de las etapas de diseño, tanto en la selección de materiales como en todos los aspectos que intervienen en un proyecto.



Prototipo de “Nave Tierra”: La casa autosustentable de Michael Reynolds

## **Bibliografía**

Evans, J. M. Intensidad Energética y Eficiencia en el Sector Vivienda en Argentina, 2006-2015. Centro de Investigación Hábitat y Energía – Secretaría de Investigaciones- Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo – Universidad de Buenos Aires

Minke, Gernot. Manual para construcción de viviendas antisismos de tierra. Muros de Barro, Sistemas, ejecución consejos prácticos

Schiller, Silvia de. Sustentabilidad Eficiencia y Renovables en Vivienda Social. ASADES - XXXVIII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente -San Rafael, Mendoza.

## **Páginas consultadas**

<https://www.oirealtor.com/noticias-inmobiliarias/techos-verdes-un-aporte-sostenible-al-planeta-espana>

<https://www.cristinaenea.eus/es/noticias/como-ahorrar-y-reciclar-agua-en-casa>

<https://www.greengroup.com.ar/detalle.php?a=construcciones-ecologicas-materiales&t=17&d=477>

## **ANÁLISIS DE LOS RIESGOS GEOLÓGICOS DE LA CIUDAD DE LA RIOJA**

**Romero Vega, Marcela<sup>(1)</sup> – Calvo, Julieta<sup>(1)</sup> – Carlutti, Leonardo<sup>(1)</sup> – Vivas, Rosana<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup>Seminario Geología e Hidrogeología Ambiental, Especialidad en Ingeniería Ambiental.  
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Rioja.  
e-mail: march\_chilecito@gmail.com

### **Resumen**

El terreno donde se ubicó originariamente la ciudad de La Rioja, es prácticamente plano, y estaba delimitado el ejido, por accidentes topográficos y cursos de agua. Sin embargo, su velocidad de crecimiento en las últimas décadas fue notable, lo que ha impedido la planificación urbana.

Con ciertas características del emplazamiento geográfico y climatología de la ciudad, podemos identificar la vulnerabilidad de la misma, frente a diversos peligros geológicos como: inundaciones, remoción en masa, erosión eólica, hídrica, y sismo. Analizando específicamente el riesgo geológico “sismo”, y considerando las probabilidades de recurrencia, y los periodos cumplidos, estamos ante un riesgo potencial moderado. Sin embargo, las medidas de mitigación apropiadas pueden reducir los daños causados.

Se plantea, por lo tanto, la aplicación del “Ciclo de Desastres”. Un buen manejo del desastre tiene el fin de proteger la vida y asegurar la continuidad de la actividad socioeconómica.

Seguidamente, evaluamos el rol del Dique Los Sauces, como factor potenciador del riesgo “sismo”, identificando el proceso/fuente, el peligro: alud de agua y barro, describiendo el riesgo, su tiempo, la población expuesta y sus consecuencias. Con estos factores definidos, analizamos el Riesgo: probabilidad y severidad. Obteniendo el nivel del riesgo, se analizaron los controles existentes para la mitigación del mismo.

**Palabras Claves:** riesgo geológico, ciclo de desastres, la Rioja Capital.

### **Introducción**

La Ciudad de la Rioja está recostada al este de las sierras del Velasco. El terreno donde se ubicó originariamente, es prácticamente plano, y estaba delimitado el ejido, por accidentes topográficos y los principales cursos de agua (río Tajarar y Canal de Pango). Sin embargo, su crecimiento en las últimas décadas fue notable.

La velocidad del crecimiento, ha impedido la planificación, y el actual asentamiento de la ciudad está geográficamente ubicado sobre una superficie irregular, esto es así si se tienen en cuenta los desniveles del terreno que están formando un plano alabeado, con los mínimos en el sector Norte y Sur y en descenso desde el Oeste (Las Padercitas 657msnm) hacia el Este, (Ruta Nacional 38, 460msnm) en una distancia de 10km.

Se debe considerar también, que el emplazamiento de la ciudad Capital se encuentra en el denominado Abanico Aluvial de La Rioja, proveniente de la vertiente oriental de la sierra del Velasco y es la descarga de la cuenca Huaco Sanagasta. El clima de la región es árido y seco en el llano, incrementando su humedad hacia la sierra, donde las precipitaciones tienen cierta importancia.

#### Diferentes riesgos geológicos y áreas de mayor peligro para cada riesgo analizado

Con ciertas características del emplazamiento geográfico y climatología de la ciudad Capital, podemos identificar la vulnerabilidad de la misma frente a diversos peligros:

INUNDACIONES: al situarse la ciudad en un abanico aluvial, corre un riesgo importante de inundaciones. Asimismo, la vulnerabilidad de la misma frente a grandes tormentas, como normalmente ocurre en épocas estivales, es importante, ya que no se encuentra preparada, y sufre consecuencias severas, especialmente la zona aledaña a los ríos Tajamar y Los Sauces, que aún hoy la atraviesan. La superficie urbanizada se ha extendido y los cauces secos han sido cubiertos por viviendas, mayormente hacia el Sur de la ciudad. Se interpreta que la falta de obras pertinentes, es una de las causas que llevaron a esta situación de riesgo y el principal inconveniente es debido a los desniveles existentes, donde se hacía necesario un mayor movimiento de suelos, no se ejecutó.

REMOCIÓN EN MASA: la vulnerabilidad y la peligrosidad se dan en mayor magnitud en zonas montañosas donde se construyeron caminos. Por ejemplo, el camino desde la Ciudad de La Rioja hacia el Dique Los Sauces, donde se observan deslizamientos gravitacionales en seco, entre los cuales, los de mayor magnitud son las avalanchas de detritos en áreas de máxima pendiente de ladera, con ángulos mayores a 30°. El 30% de la zona presenta pendientes muy fuertes, las cuales se emplazan en el área de La Quebrada por donde discurre el río Los Sauces y la orientación de las laderas en las zonas de Alta a Muy Alta susceptibilidad de riesgo geológico de tipo remoción en masa es predominantemente NE-SE, coincidente con la cara expuesta a la humedad. Las precipitaciones, la erosión por escorrentía y la acción antrópica, constituyen los factores desencadenantes de los procesos de remoción en masa observados. La intervención antrópica, juega un papel importante en los cambios que introduce al relieve, acelerando los procesos erosivos (ÁVILA, Laura Sonia del C. 2016).

EROSIÓN EÓLICA: la erosión eólica actual es leve, teniendo en cuenta el suelo Torriortente típico de la zona. Entre los factores que favorecen los procesos erosivos en este tipo de suelos, se encuentran: deterioro del pastizal natural por el ganado, fuerte explotación del estrato arbóreo natural y períodos de sequías. Sin embargo, el actual riesgo potencial, se da por la acción del hombre, debido al desmonte de grandes superficies de suelo, para la venta de loteos, y la explotación de canteras.

EROSIÓN HÍDRICA: se estima moderada susceptibilidad a erosión hídrica, vinculada con los factores de la erosión eólica, y por la implicancia de las intensas precipitaciones de verano, y las escorrentías estacionales. Es importante observar la falta de obras de conducción en avenidas principales para el escurrimiento del agua de lluvias, razón que tiene como consecuencia socavar los terrenos no preparados y la formación de cárcavas, debido a la tendencia natural a reintegrarse a los antiguos



cauces, evento observado con las fuertes precipitaciones de los últimos años.

**SÍSMICO:** la ciudad de La Rioja, está catalogada como zona sísmica 2, con una peligrosidad sísmica moderada. Además, teniendo en cuenta estudios preliminares, donde se realizó un análisis de la peligrosidad sísmica en la zona de influencia de la “Falla del Velasco”, la cual ha tenido actividad sísmica reciente y afectado a varias localidades del piedemonte oriental de la Sierra de Velasco (abarcando las localidades de San Blas de los Sauces, Aimogasta, Aminga, Anillaco y La Rioja), es que existe la probabilidad de potenciar el riesgo sísmico (SEGEMAR IGRM y Dirección General de Minería de la Provincia de la Rioja, Convenio de Estudio 2008).

- Mapas de ubicación aproximada de las zonas de vulnerabilidad de la Ciudad de La Rioja, considerando los tres mayores riesgos geológicos a los que se encontrarían potencialmente afectada:

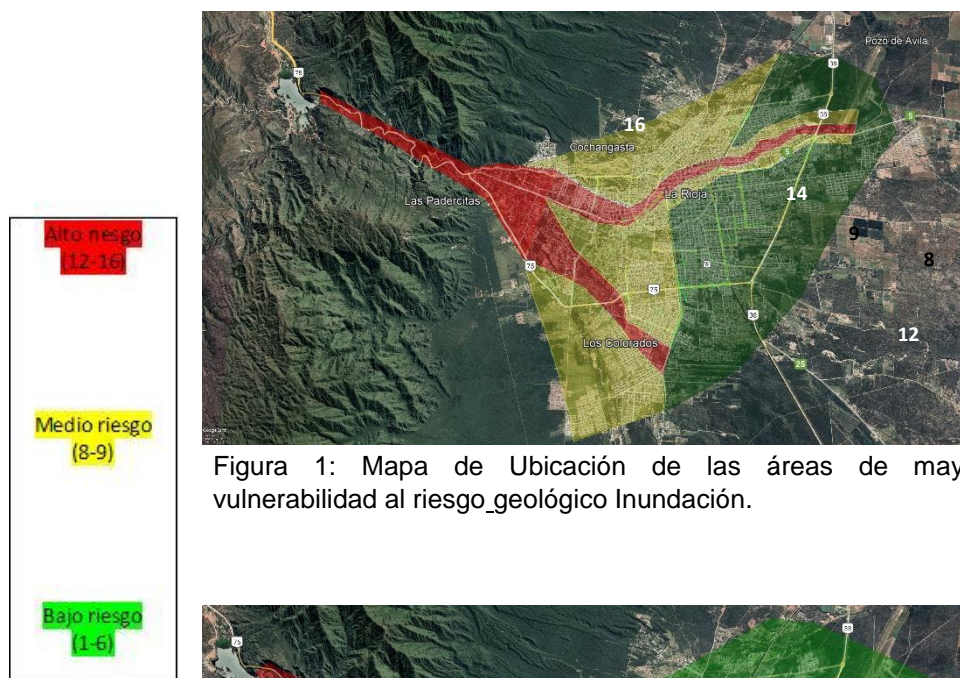


Figura 1: Mapa de Ubicación de las áreas de mayor vulnerabilidad al riesgo geológico Inundación.

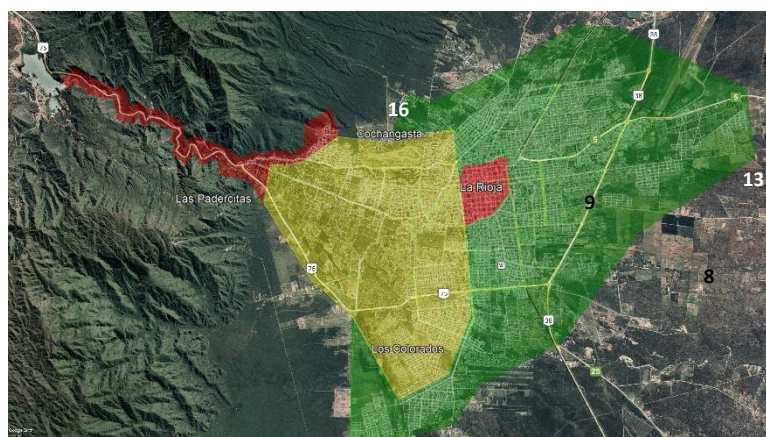


Figura 2: Mapa de Ubicación de las áreas de mayor vulnerabilidad al riesgo geológico Sismo.

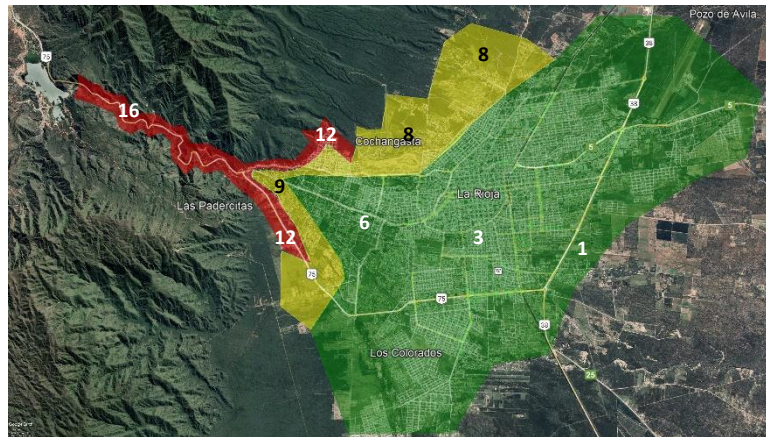


Figura 3: Mapa de Ubicación de las áreas de mayor vulnerabilidad al riesgo geológico Remoción en masa.

### Análisis del riesgo geológico “sismo”

La provincia de La Rioja posee importante actividad sísmica. Este territorio sufrió los efectos devastadores de los terremotos de 1894, 1899, 1957 y 2002. Percibió los terremotos de 1861, en la ciudad de Mendoza (Mendoza), de 1898, en Pomán (Catamarca); de 1977, en Caucete (San Juan); y de 1986 en el Gran Mendoza.

Históricamente la ciudad de La Rioja, ha sido castigada por los sismos. De considerar los registros de los últimos 30 años, se concluye que la zona presenta una continua actividad sísmica superficial con magnitudes entre 4 – 6 grados en la Escala Richter. Debe, además, considerarse las características propias de la misma, como por ejemplo el casco céntrico antiguo con edificaciones en adobe, y de una época donde las estructuras se ejecutaban sin las actuales reglamentaciones, y con edificios en altura, y la zona de la quebrada, de potencial desplazamiento en masa por sismo.

Considerando las probabilidades de recurrencia, y los periodos cumplidos, estamos ante un riesgo potencial moderado. Las estimaciones de ocurrencia de un evento peligroso dado son probabilísticas. Sin embargo, las medidas de mitigación apropiadas pueden reducir los daños causados por los peligros geológicos.

### Aplicación del ciclo de desastres

Un buen manejo del desastre tiene el fin de proteger la vida y asegurar la continuidad de la actividad socioeconómica.

### ANTES

*Prevención:* se debe planificar, y fortalecer instituciones, y comunidades. Requiere organización, administración de recursos y definir responsabilidades, incluyendo el desarrollo de planes de contingencia. El riesgo elegido no puede prevenirse, por lo cual la tarea será evitar que se convierta en una amenaza mayor, llevando a cabo acciones de detección y vigilancia en la aplicación de la normativa INPRES CIRSOC 103 “Reglamento Argentino para Construcciones Sismoresistentes”, en las construcciones existentes y futuras. Control a realizarse en cooperación entre

municipio y colegios profesionales.

*Mitigación:* en el control de las edificaciones antiguas, con planos y materiales no aprobados, realizar las tareas necesarias para su refuerzo. Especialmente, en templos, colegios, hospitales, naves industriales, hoteles, etc., donde hay potencial aglomeración humana. De igual forma, se construirán anclajes de mallas en zonas de derrumbes montañosos (zona Quebrada y piedemonte) y muros de contención, por posibles derrumbes y deslizamientos de suelo. Planificación urbana, evitando las construcciones de barrios en zonas escarpadas o potencialmente riesgosas, previo resultado de simulaciones digitales.

*Preparación:* para llevar a cabo una acción rápida y eficaz, se deben formular y poner en marcha los planes de operación de emergencia desarrollados durante la prevención, adiestrar al personal y equipar los suministros de emergencia. Crear un presupuesto oficial especial para responder ante este evento.

*Alerta:* instalación de un sistema de alerta previa de terremotos con sensores sísmicos fiables que consigan detectar las ondas sísmicas y, posteriormente, tras una rápida valoración, de personal capacitado, activar la señal de alerta (deberá darse durante el movimiento telúrico). Estará a cargo de Defensa Civil, previa valoración, especialmente ante réplicas después de grandes sismos.

## DURANTE

*Respuesta:* ocurrido el evento se deben accionar las actividades de: búsqueda, rescate, socorro y asistencia de personas afectadas. Las acciones deberán ejecutarse según lo diseñado en el plan de emergencia: cortar preventivamente la electricidad y el suministro de agua en sectores afectados para evitar daños mayores, movilizar el sistema de salud de emergencia, bomberos y defensa civil a las zonas afectadas, y un personal de alerta a las zonas no destruidas ante posibles réplicas.

## DESPUES

*Rehabilitación:* reestablecer las condiciones normales de vida mediante la reparación, adecuación y puesta en marcha de los servicios vitales como luz, y agua potable, que hayan sido interrumpidos. Hacer inspecciones de aquellas estructuras que hayan quedado en pie, y de la zona de montaña, que no haya sufrido desplazamientos, para demoler las que estén afectadas.

*Reconstrucción:* reparación de la infraestructura de servicios y estructuras destruidas por el desastre. Reforzar las estructuras que previa inspección, aunque posean daños menores, se determinen viables.

## Rol del dique Los Sauces como factor moderador o potenciador del riesgo “sismo”

El dique Los Sauces, se encuentra ubicado entre los cerros El Peñón y el Cerro de la Cruz. Forma parte del corredor turístico que conduce a Sanagasta y la Costa Riojana; por lo que soporta un intenso tránsito vehicular e importante cantidad de construcciones habitacionales. Construido para almacenar hasta 20 millones de m<sup>3</sup>



de agua, fue inaugurado en 1931. Esta participación antrópica modificó el equilibrio natural, entre la topografía, clima, relieve y geomorfología del lugar, generando en esta zona áreas de alto riesgo de derrumbes y deslizamientos, los que se ven agravados por eventuales incendios forestales, lluvias extraordinarias y sismicidad regional.

Ante el riesgo geológico analizado “Sismo”, el dique Los Sauces es un **factor potenciador del riesgo** para la ciudad de La Rioja. El riesgo está asociado al colapso del muro de contención del embalse, este se analizó de la siguiente manera:

Identificación del proceso/fuente: en este punto se define los procesos y los peligros. La Fuente o situación con potencial de provocar daños, como lesiones o enfermedades, daños a la propiedad, daños al medio ambiente del lugar, o una combinación de estos.

IDENTIFICACION DE PROCESOS / AREA / FUENTES / ACTIVIDADES			
Proceso	Área / Sector	Fuente de Peligro	Actividad / Tarea
Impacto Ambiental	Dique Los Sauces	Inundaciones	Inundacion por colapso del dique

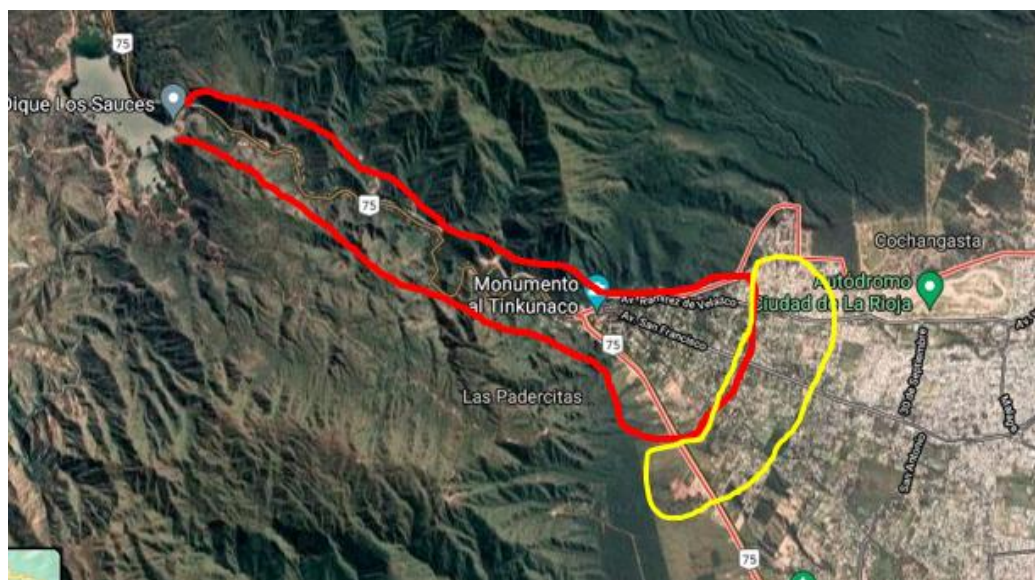


Figura 4: Zonificación de la vulnerabilidad de la Ciudad de La Rioja ante un potencial colapso del dique Los Sauces.

Identificación del peligro: alud de agua y barro

Descripción del riesgo: colapso del muro de contención del dique por movimiento sísmico. Condición de emergencia.

Tiempo: posiblemente potencial.

Población expuesta: población situada sobre ruta 75 y Barrios de la Quebrada, barrios del sur este de la capital. Destrucción total o parcial de viviendas caminos y todo lo comprendido en el área de cobertura del alud.

Descripción del Riesgo: daños a la comunidad y al medio ambiente debido al alud de agua y barro proveniente del dique.

Consecuencia: destrucción de infraestructura urbanas, destrucción de tierra y siembras, muertes de animales domésticos y salvajes, muerte de personas por ahogamiento y atrapamiento.

### ANÁLISIS DE LOS RIESGOS

Sucesos no deseados que surgen como consecuencia de la exposición a los peligros, con las consecuencias asociadas.

PROBABILIDAD: establece el grado de exposición de personas al riesgo por existencia o aparición del peligro.

Categoría	Valor	Frecuencia exposición
Extrema	5	1 vez/día
Alta	4	1 vez/semana
Mediana	3	1 vez/mes
Baja	2	1 vez/año
Insignificante	1	1 vez/5 años

SEVERIDAD: fija el daño máximo que puede ocasionar en las personas/ambiente.

Categoría	Valor	Consecuencia
Extrema	5	Muerte
Alta	4	Amputación, quemadura de tercer grado, enfermedad crónica, lesión incapacitante permanente. Requiere atención médica extensa. Tiempo perdido significativo.
Mediana	3	Huesos rotos, fuerte presión de los tejidos blandos o fisuras, quemaduras de segundo grado, una enfermedad grave o estrés de tejido blando moderado, quemadura de primer grado, mayor corte o abrasión.
Baja	2	Tensión menor de tejidos blandos, corte, abrasión o hematomas, pueden exigir intervención médica. Puede ser registrado, pero sin pérdida de tiempo.
Insignificante	1	Irritación menor. Ninguna intervención médica. No registrable y sin pérdida de tiempo.

Para establecer el nivel preliminar de riesgo se debe ingresar a la tabla fijando la probabilidad y severidad.

		Severidad				
		1 Insignificante	2 Baja	3 Mediana	4 Alta	5 Extrema
Probabilidad	5 Extrema	5	10	15	20	25
	4 Alta	4	8	12	16	20
	3 Mediana	3	6	9	12	15
	2 Baja	2	4	6	8	10
	1 Insignificante	1	2	3	4	5

Entonces se define en la tabla la probabilidad: 1 y la severidad: 5, con esto la SIGNIFICANCIA DEL RIESGO ES 5 (MEDIO).

Una vez obtenido el nivel del riesgo, se analizan los controles existentes para la mitigación del mismo. Entre los controles respecto al riesgo analizado podemos nombrar los siguientes:

- 1- Monitoreo continuo de movimientos telúricos por parte del INPRES.
- 2- Inspecciones y mantenimiento de válvulas y muro, por parte de instituciones del Gubernamentales.

## Conclusiones

El análisis realizado permite establecer el nivel de riesgo que supone a la población la ruptura del muro de contención del Dique de Los Sauces.

A partir de este estudio, es indispensable tener en cuenta otros factores como, por ejemplo, la pendiente que existe entre el dique y la ciudad de La Rioja, siendo de aproximadamente 500m de diferencia, efectivamente el curso de agua, en caso de ruptura de la contención del mismo, se dirigiría hacia la ciudad, de forma rápida e inminente. Por lo que, aquellas zonas aledañas al emplazamiento (barrios de la quebrada), son de mayor riesgo, disminuyendo la peligrosidad en el abanico aluvial de la Ciudad.

Con esta hipótesis, sería necesario conocer la cantidad de población existente en la zona roja de mayor vulnerabilidad, el estado de sus viviendas, la posibilidad actual de los entes del gobierno de evacuar de forma rápida y segura, y como se enfrentaría la pérdida de vidas y la pérdida económica.

Asimismo, resulta de gran importancia, realizar estudios de simulación del evento, que ayudarían a establecer restricción de edificaciones, planes de evacuación, determinación de la magnitud de alerta en escala Richter, y también educar a la sociedad ante este potencial riesgo que nos incumbe. Como medida de mitigación, quizás, se deba plantear la construcción de una obra de desagüe de emergencia, dragado de ríos, mantenimiento y construcción de defensas, zonas de prohibición de intervención humana.



Sin embargo, el sismo, no es el mayor riesgo al que está expuesta la ciudad, la posibilidad de una creciente de las denominadas de diseño, es inminente, y el dique, habiendo llegado al cumplimiento de su vida útil, debería ser un tema principal en la agenda del gobierno y de la sociedad capitalina riojana.

## **Bibliografía**

- Ávila, Laura Sonia Del C. 2016 “EVALUACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE RIESGOS GEOLÓGICOS DEBIDOS A PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL ÁREA PEDEMONTANA DE LA QUEBRADA Y DIQUE LOS SAUCES (LA RIOJA, ARGENTINA)”. Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente N° 36, Bs. As.
- CONICET Mendoza. 2000. “CATALOGO DE RECURSOS HUMANOS E INFORMACION RELACIONADA CON LA TEMATICA AMBIENTAL EN LA REGION ANDINA ARGENTINA”  
<https://www.mendoza-conicet.gob.ar/ladyot/catalogo/cdandes/cap19.htm>
- Gonzalez, María A. y Bejerman, Norberto J. 2004. “PELIGROSIDAD GEOLÓGICA EN ARGENTINA. METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS Y MAPEO. ESTUDIO DE CASOS”. Publicación Especial N° 4 de la Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería
- Mamaní, Manuel y Brito, Raquel. 2015 “CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD CAPITAL DE LA RIOJA, ARGENTINA, 1970-2011. ANÁLISIS DE RIESGOS”. Revista Geográfica 155.
- Renda, Emilio. 2017. “MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE RIESGO”- Programa Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD; Argentina: Ministerio de Seguridad de la Nación. <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/Manual-elaboracion-mapas-riesgo.pdf>
- SEGEMAR IGRM y Dirección General de Minería de la Provincia de la Rioja, Convenio 2008. “PELIGROSIDAD SÍSMICA EN LA SIERRA DE VELASCO”  
<https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/2504>

# **RESUMENES**

## **III ECIDE 2021**

## **El sismo como riesgo geológico y las consecuencias de su impacto en la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca y el Gran Catamarca.**

**Aguirre Belén<sup>(1)</sup> – Amayo, María<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Geología e Hidrogeología ambiental, POSGEMIA. Maestría y especialización en Ingeniería ambiental.

aguirremariabelen@gmail.com

rosarioamayo@gmail.com

### **Resumen:**

El presente trabajo analizara la ciudad de “San Fernando del Valle de Catamarca” y el área interurbana denominada “Gran Catamarca” comprendida por interrelación entre los departamentos Fray Mamerto Esquiú, Valle Viejo y Capital. Con una superficie aproximada de 399 km<sup>2</sup> y una población de 159.703 habitantes, este conglomerado se encuentra a unos 15 km de la localidad de San José de Piedra Blanca (Depto. FME) y a unos 8 km de Valle Viejo (Depto. Valle Viejo)

Dicho estudio pretende estudiar las causas y consecuencias del sismo como riesgo geológico; de la manera en que este pueda constituir un potencial peligro para la población. Consideramos necesario que el estado se involucre mediante capacitaciones principalmente a los profesionales involucrados en el tema, a la incorporación de políticas públicas para preparar a los habitantes en caso de un siniestro estableciendo un plan de prevención sísmica para el área estudiada, ubicando y señalizando zonas seguras o libres de riesgo.

**Palabras Claves:** riesgo, sismo, ciudad.

## **TÉCNICAS DE ANÁLISIS PARA CALIDAD DE COMPOST**

**Alitta, Mónica<sup>(1)</sup> – Munuce, Cecilia<sup>(1)</sup> – Julián, Silvia<sup>(1)</sup> – Agüero, Claudio<sup>(1)</sup> – Bartolomé, Diego<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales, GAIA, UTN FRLR  
palitta2@hotmail.com

### **Resumen:**

La separación en origen de las fracciones de los residuos sólidos urbanos, es ya una práctica común en muchas ciudades del mundo (Rebolledo A., 2012) y de nuestro país, como lo es así también la separación y recuperación de las fracciones útiles. Menos común, pero también con antecedentes de aplicación, es el compostaje domiciliario (Montes Cortez C., 2018).

La Municipalidad de la Ciudad Capital de La Rioja, ha realizado una prueba piloto en un populoso barrio de la periferia en el que ha abordado las dos acciones mencionadas anteriormente, separación diferenciada y compostaje domiciliario. En la plaza barrial se efectúa la recepción de las fracciones, que llevan los vecinos y se los instruye en técnicas de compostaje y vermicompostaje en su domicilio.

El objetivo del proyecto es contribuir en la implementación de un sistema de gestión de residuos domiciliarios, basados en la responsabilidad ciudadana, la recolección diferenciada y del compostaje domiciliario, en la ciudad de La Rioja.

En referencia al compost, la municipalidad ha requerido de la facultad, asistencia técnica para determinar la calidad de los diferentes compost con el objetivo de poder certificarlos para su posterior comercialización. Hasta este momento, se han realizado algunos muestreos y análisis de compost hecho en domicilios, para determinar su calidad y detectar indirectamente la presencia o no de otros residuos incompatibles con el uso posterior.

En esa línea, el laboratorio del GAIA ha desarrollado las técnicas establecidas en la Resolución Conjunta 1/19 Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental y Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, ofreciendo las siguientes determinaciones Físico-Químicas:

### Límites y parámetros de calidad

- Indicadores de Estabilidad y Madurez (CSA – CSA / N total – Índice de germinación)
- Clasificación de Compost--- Clase A /B (pH – Olores – Humedad – Densidad Aparente - Conductividad Eléctrica - Materia Orgánica – C Orgánico – Nitrógeno total – Relación C/N)

Se espera, en una próxima Etapa, desarrollar las técnicas bacteriológicas para determinar el Nivel de Patógenos en los compost.

**Palabras Claves:** Compostaje, gestión municipal, Técnicas analíticas.

## **AJUSTE METODOLÓGICO EN VUELOS CON DRON COMO HERRAMIENTA DE APOYO EN RELEVAMIENTOS AMBIENTALES**

**Bartolomé, Diego<sup>(1)</sup> – Turra, Daniel<sup>(2)</sup> – Alitta, Mónica**

<sup>(1)</sup> GAIA UTN Facultad Regional La Rioja  
diegobartolome1982@gmail.com

**Resumen:** El presente proyecto se desarrolla en el ámbito del Área de Cartografía del GAIA y su aplicación en estudios ambientales.

Como inicio de esta nueva actividad del mencionado Grupo, se ha diseñado un vuelo experimental con drones para determinar las mejores variables de vuelo y ajustar su planificación, con el fin de optimizar la cantidad de fotos y el tiempo necesario que insume una misión considerando que hay disponibles 3 baterías. A tal efecto se seleccionó a priori una zona de vuelo libre, es decir que no requiere autorización ni poseen limitaciones para realizar las maniobras de los aparatos no tripulados, ubicada en proximidades del Autódromo La Rioja.

Los Drones utilizados son un equipo Mavic 2 Pro y un Mavic 2 Zoom equipados con Cámara Digital de gran resolución. El principal equipo utilizado fué el Mavic 2 Zoom ya que posee un sistema operativo de “Way Point” programable, lo que resulta un insumo muy útil a la hora de planificar los vuelos con fines fotogramétricos. Se establecieron las velocidades más convenientes a los fines de realizar la mejor cobertura en el menor tiempo disponible. La altura de vuelo se programó a 100 y 300 metros y el solapamiento entre fotos y líneas de vuelo fué cercano al 70% y 30% respectivamente. Un alto solapamiento en el plan de vuelo es muy importante a la hora de planificar misiones fotogramétricas para construir el mosaico.

Para el procesamiento digital de las fotografías se utilizaron los softwares Open Drone Maps y Qgis, etapa que se encuentra en proceso. Si los resultados obtenidos son satisfactorios, se planea realizar aplicaciones ambientales apoyadas en relevamientos de vegetación para determinar parámetros del ecosistema como abundancia y cobertura, además de realizar otras mediciones directas e indirectas, o aplicarse a relevamientos de otra naturaleza.

La correcta configuración de los parámetros de vuelo es la clave fundamental porque optimiza el rendimiento del equipo y garantiza una buena toma de imágenes y constituye el objetivo de este trabajo.

**Palabras Claves:** Dron, parámetros de vuelo, relevamientos ambientales.

## **FACTORES DE RIESGO EN LA CIUDAD DE LA RIOJA**

**Bartolomé, Diego**<sup>(1)</sup> – **Maldonado, Viviana**<sup>(1)</sup> – **Estrada, Eugenia**<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Seminario de Geología e Hidrogeología Ambiental, Especialización en Ingeniería Ambiental

diegobartolome1982@gmail.com  
vmaldonado@unlar.edu.ar  
euge00014@gmail.com

**Resumen:** El presente trabajo constituye una investigación y recopilación de antecedentes sobre distintos riesgos que enfrenta la ciudad de La Rioja.

La zona estudiada se caracteriza por estructuras geológicas definidas por fallas de orden regional y local que movilizaron bloques del Basamento Cristalino, conformando la Sierra de Velasco. La zona de influencia está cubierta por terrenos sedimentarios de edad cuaternaria, que se disponen en abanico y son reservorio de agua subterránea. El ápice del abanico tiene su origen en la Quebrada de Los Sauces y se extiende hacia el este. La ciudad de La Rioja se encuentra emplazada sobre este abanico aluvial.

Desde el punto de vista de los riesgos geológicos, en la ciudad Capital de La Rioja se observan evidencias de la vulnerabilidad frente a la acción de los diferentes procesos morfodinámicos de orden natural y que carecen en la actualidad de una investigación detallada. Sumado a esto el aumento constante de la intervención de la actividad humana, como lo demuestra la ejecución de las obras de carreteras y asentamientos humanos, aumentan la vulnerabilidad, fomentando posibles áreas de riesgo que pueden generar desastres naturales que afectan a la vida y la propiedad.

Por otra parte, se analiza el Dique Los Sauces como factor potencializador del riesgo en caso de rotura y las medidas de prevención para evitar esta ocurrencia.

Para el presente diagnóstico se seleccionaron amenazas significativas: riesgo de sismos, riesgo de incendio, riesgo de erosión, riesgo por crecimiento demográfico y riesgo de remoción en masa. Del análisis de estos antecedentes surge la elaboración de mapas con distintos niveles de riesgo y medidas de prevención/acción ante la posibilidad de ocurrencia de alguno de ellos.

El presente trabajo se enmarca dentro del Seminario de Geología e Hidrogeología Ambiental de la carrera Especialización en Ingeniería Ambiental de UTN-FRLR.

**Palabras Claves:** Riesgos, La Rioja.



## **GENERACIÓN DISTRIBUIDA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS EN FÁBRICA AGROANDINA**

**Bracco, Horacio**<sup>(1)</sup> – **Bustamante, Agustín**<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Cátedra Proyecto Final, Departamento Electromecánica  
horaciobracco.97@gmail.com  
abustamante.4988@gmail.com

**Resumen:** El presente trabajo tiene por finalidad la aplicación de generación distribuida mediante paneles fotovoltaicos en la fábrica AGROANDINA, ubicada en la ruta N°38 Km 432, Parque Industrial La Rioja. El mismo comprende diseño, cálculo y montaje mediante planos del sistema de generación de energía a través de paneles fotovoltaicos. El proyecto conlleva a un ahorro económico tanto para el usuario como para el sistema en su conjunto. Además, se logra una eficiencia energética mediante el autoconsumo, reduciendo la demanda sobre el sistema, y las pérdidas que eso implica (por transporte y por distribución), logrando una estabilidad en la red y mejorando la calidad de energía. Otro beneficio es la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera. Cabe mencionar, que la provincia de La Rioja a nivel nacional, es una de las que presenta mayor incidencia solar con nubosidades poco frecuentes, lo que para nuestro proyecto es fundamental. El objetivo principal es evaluar la factibilidad de la instalación para producir energía limpia destinada a cubrir parcial o totalmente la demanda energética de la mencionada fábrica, generando un impacto ambiental mínimo. A tal efecto se relevarán datos de radiación solar, demanda energética de la instalación fabril, cálculo y diseño del sistema de paneles fotovoltaicos, estimación de la reducción de Gases de Efecto Invernadero, estimación de presupuestos y recuperación de la inversión.

El presente trabajo se integra en el Proyecto Final de Carrera de los autores para acceder al título de grado en Ingeniería Electromecánica.

**Palabras Claves:** Generación distribuida, paneles fotovoltaicos, Agroandina.

## **SISTEMA DE BOMBEO Y GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE ENERGÍA HIDRÁULICA POR EJE ELÉCTRICO**

**Brizuela, Tomás<sup>(1)</sup> – Luna Vaporakis, Tomás<sup>(1)</sup>**

Proyecto Final, Departamento de Ingeniería Electromecánica  
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Rioja

tomybrizuela299@gmail.com  
tlunavaporakis@gmail.com

**Resumen:** El actual sistema energético del país está basado en la generación de energía a partir de combustibles fósiles como el petróleo, el carbón mineral y el gas. La generación de energía a partir de estas materias primas se está replanteando por razones como la limitada disponibilidad de recursos y la contaminación ambiental que conlleva. Actualmente se busca fomentar la generación de energía eléctrica a través de fuentes de energías renovables.

La finalidad de este proyecto es diseñar un sistema de bombeo en una perforación de agua existente abastecido por energía eléctrica proveniente de energía hidráulica en un dique, la construcción de una micro central hidráulica en dicho dique y, adicionalmente, el suministro de energía eléctrica a las viviendas cercanas de la zona. El lugar geográfico para su aplicación sería en el Dique de Los Indios en la Localidad de Huaco, Departamento Sanagasta, Provincia de La Rioja.

Este sistema contará con un grupo turbina-generador que transformará la energía hidráulica en energía eléctrica, la cual será transportada por una línea de media tensión hasta el grupo motor-bomba que estará en la perforación.

Con ello se pretende ahorrar en el consumo de energía eléctrica por parte de dicha perforación y distribuirla hacia las zonas rurales cercanas a la misma. También, buscamos lograr un uso más exhaustivo de las energías limpias o renovables con el objeto de disminuir la utilización de los combustibles fósiles o energías no renovables.

**Palabras Claves:** Sistema de bombeo, Energía eléctrica e hidráulica, Ahorro energético

## **RELEVAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE LOS EFECTOS AMBIENTALES DE INDUSTRIAS Y AGROINDUSTRIAS EN EL DPTO. CAPITAL LA RIOJA**

**Calbo, Vicente<sup>(1)</sup> – Mercado, Manuel<sup>(1)</sup> – Alitta, Mónica<sup>(1)</sup> – Diaz, Esteban<sup>(1)</sup> – Morzan, Laura<sup>(1)</sup> – Julián, Silvia<sup>(1)</sup> – Molina Gómez, Mariana<sup>(1)</sup> – Agüero, Claudio<sup>(1)</sup> – Aguirre, María B.<sup>(2)</sup> – Vivas, Rosana<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales, GAIA, UTN FRLR

<sup>(2)</sup> Alumnos Especialización Ingeniería Ambiental – GAIA – UTN – FRLR

e-mail: calbovicente@frrl.utn.edu.ar

### **Resumen:**

Presentamos una propuesta de extensión a requerimiento de la Secretaría de Ambiente de La Rioja, formalizada por convenio complementario del 15/07/2021.

El objetivo General que se plantea es generar conocimiento fehaciente y actualizado sobre los efectos ambientales de las industrias y agroindustrias del Departamento Capital de La Rioja en el entorno a través de la información relevada.

Los objetivos específicos son censar y caracterizar las industrias y agroindustrias del Dpto. Capital, relevar información sobre efluentes y residuos generados por estas actividades, caracterizar tipo de efluentes y cantidad vertida, clasificar tipo de residuos y cantidad generada, generar una base de datos interactiva que permita su continuidad en el tiempo, analizar la evolución de los efectos en el tiempo y en la región, proponer acciones destinadas a minimizar los efectos ambientales (reuso, reciclado, economía circular, etc.), concretar la aplicación de una estrategia empresarial preventiva como la Producción más Limpia, tanto en los aspectos organizativos como en los aspectos operativos (tecnologías limpias).

El plazo de ejecución es de un año. El equipo es interdisciplinario y se conforma con docentes de la UTN y con alumnos de la Especialización en Ingeniería Ambiental.

El trabajo insume actividades de gabinete, laboratorio y campo y se apoya en los antecedentes de acciones similares, las que serán revisadas, actualizadas y complementadas.

En esta primera etapa se elaboró una plantilla con datos preliminares sobre generación de Residuos Especiales de las principales industrias, clasificándolos por categoría y volumen generado.

Los resultados obtenidos generarán conocimiento cabal de la situación actual del Parque Industrial de La Rioja y agroindustrias del medio. Esta información será la base para monitorear la evolución a través del tiempo y permitirá a partir de estos conocimientos, elaborar futuros programas, planes de acción, y sustento para proyectos de investigación y desarrollo futuros.

**Palabras Claves:** Caracterización, Efectos, Ambientales, Industrias.

## **INSTALACION DE BALDOSAS SOLARES**

**Mercado, Ariel F.** <sup>(1)</sup> – **Cufre, Federico H.** <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Proyecto Final, Departamento de Ingeniería Electromecánica  
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Rioja.

e-mail: arielalcatel@gmail.com

### **Resumen:**

La finalidad de este proyecto consiste en el cálculo y diseño para la instalación de baldosas solares colocadas sobre el pavimento peatonal en la ciclovía sur de la provincia de La Rioja. La misma comprende un recorrido total de 2,3 km por Avenida Félix de La Colina entre Ruta Nacional 38 y Avenida Ortiz de Ocampo.

Este lugar fue elegido debido a su gran exposición a la luz solar, desde el amanecer al atardecer, y dado que nuestra provincia tiene un alto grado de radiación solar, tanto en verano como en invierno, posee un gran potencial para el desarrollo de esta fuente de energía.

La función de estas baldosas es similar a la de un panel fotovoltaico, obtener energía eléctrica a través de sus células monocristalinas o policristalinas. Estas células convierten la luz solar directamente en energía eléctrica de corriente continua y son el generador del módulo.

Esta energía almacenada nos permitirá iluminar espacios públicos (senda peatonal), alimentar estaciones de carga móvil (para celulares, computadoras, tabletas, relojes inteligentes, etc.), sistemas de alarma o cámaras de seguridad, carteles lumínicos de publicidad, dispositivos calentadores o enfriadores de agua, etc.

La instalación de estas baldosas solares generará grandes beneficios para el medio ambiente y un significativo ahorro energético y de mantenimiento ya que la fuente es permanente y además mejorará la iluminación y el confort en el lugar, como así también la seguridad, especialmente en horario nocturno.

El presente trabajo se integra en el Proyecto Final de Carrera de los autores para acceder al título de grado en Ingeniería Electromecánica.

**Palabras Claves:** Baldosas solares, ciclovía, La Rioja.

## **MODIFICACIONES DIDÁCTICAS REALIZADAS EN EL CONTEXTO DE LA PANDEMIA COVID-19 Y SU INCIDENCIA EN EL DESGRANAMIENTO O ABANDONO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Mercado, Manuel<sup>(1)</sup> – Munuce, Cecilia<sup>(1)</sup> – Palazzi María L.<sup>(1)</sup>, Toledo, Luciana<sup>(1)</sup> - Cáceres, Flavia<sup>(1)</sup> - Suau, Silvina<sup>(2)</sup> – Ferrando, Romina<sup>(2)</sup> – Bravo, Silvia<sup>(3)</sup> – Pesa, Marta<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Facultad Regional La Rioja

<sup>(2)</sup> Facultad Regional Santa Fe

<sup>(3)</sup> Facultad Regional Tucumán

e-mail: mmercadoutnlr@yahoo.com.ar

**Resumen:** La deserción y desgranamiento en las carreras de Ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional lo sufren también otras Universidades de nuestro país y otros países de la región (González Fiegehen, L. E. 2006). Mucho se ha estudiado sobre las causas que producen este fenómeno (Moreno y Chiecher, 2019; García, 2014), y aun el problema persiste. En el año 2020, con la pandemia del COVID-19, los sistemas educativos se vieron obligados a modificar lo planificado para la presencialidad y migrar hacia la virtualidad. En la FRLR, este problema, trajo aparejado el inconveniente del poco conocimiento de las herramientas disponibles de las TIC en un buen porcentaje del cuerpo docente de la Facultad y la falta de experticia en los estudiantes en el uso de estas tecnologías. En la FRT (Facultad Regional Tucumán) en un relevamiento del funcionamiento de las aulas virtuales, entre 2012 y 2015, se detectó que solo la cuarta parte de sus aulas virtuales tenían actividad. En la FRSF (Facultad Regional Santa Fe), en el año 2012, se incorporó el Campus Virtual con el inconveniente que lo utilizaban muy pocas cátedras. Con esta realidad, se desarrolla el presente proyecto que pretende determinar la incidencia de las modificaciones didácticas, por aplicación de las TIC en el contexto de la pandemia, en el abandono y desgranamiento estudiantil en 1° y 2° año de las carreras de Ingeniería Civil de las tres FR. La hipótesis de trabajo es que el desgranamiento y el abandono en estudiantes de Ingeniería Civil de las FR La Rioja, Santa Fe y Tucumán de la UTN, no tuvo modificaciones debido a la migración de la enseñanza a la virtualidad. La investigación propuesta tiene un diseño metodológico de tipo descriptivo, en donde se aplican técnicas cuali-cuantitativas como encuestas y entrevistas en docentes y alumnos de las cohortes 2019 y 2020 de la carrera de Ing. Civil. Las variables a medir serán la disponibilidad, acceso y dominio de las TIC utilizadas tanto en estudiantes y docentes de las materias básicas y se hará un relevamiento de los guarismos de abandono y desgranamiento registrados en las FR. Se espera que, detectados las fortalezas y debilidades en cuanto al uso de las TIC, y especialmente el CVG de la UTN, y su incidencia en la retención estudiantil, esto pueda constituirse en un recurso invaluable a la hora de formular propuestas didácticas innovadoras.

**Palabras Claves:** Modificaciones didácticas – Abandono - Desgranamiento.

## **CALEFACCIÓN POR RADIADORES MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS DEL MICRO HOSPITAL DE ANJULLÓN – LA RIOJA**

**Niz, Alan<sup>(1)</sup> – Cura, Marcos Gabriel<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Cátedra Proyecto Final, Departamento Electromecánica  
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Rioja

e-mail: alanfernando.an@gmail.com

**Resumen:** El presente proyecto consiste en calefaccionar el micro hospital de la localidad de Anjullón, departamento Castro Barros, provincia de La Rioja. Dicha localidad posee bajas temperaturas la mayor parte del año y buena radiación solar que podría aprovecharse como fuente de energía limpia y renovable para calefaccionar a este centro de salud.

El eje del proyecto es la utilización de paneles fotovoltaicos para alimentar un sistema compuesto de caldera y radiadores distribuidos en los sectores que componen dicho hospital.

La premisa de esta idea es la de proveer de un sistema de calefacción sustentable en el tiempo, tanto económica como ambientalmente, considerando las condiciones de radiación solar que se dispone en la zona.

Se prevé realizar los cálculos de celdas FV, inclinación y ubicación óptima de los paneles, balance térmico para determinar la cantidad de energía a introducir en los diversos recintos para alcanzar el confort térmico, cálculo de la red hidráulica, como así también dimensionamiento de los radiadores y especificaciones de la caldera y bomba.

El presente trabajo se integra en el Proyecto Final de Carrera de los autores para acceder al título de grado en Ingeniería Electromecánica.

**Palabras Claves:** Paneles fotovoltaicos, radiadores, Anjullón.



## **AEROGENERADOR EÓLICO PARA EXTRACCIÓN Y POTABILIZACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**Páez, Humberto Nicolás<sup>(1)</sup> - Dávila, Sergio Darío<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Cátedra Proyecto Final, Departamento Electromecánica  
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Rioja

e-mail: nicopaez24@gmail.com

**Resumen:** En el sur de nuestra provincia, los Llanos Riojanos, más precisamente en Mascasin, departamento Rosario V. Peñaloza, nos encontramos con dos problemáticas muy importantes, una de ellas es la obtención de agua potable y, la otra, es el suministro de energía eléctrica. La primera es debido a la presencia de sales que, por su cercanía con las salinas que se comparte con la provincia vecina de San Juan, lleva a la necesidad de realizar tratamientos de potabilización, siendo uno de los más efectivos para estos casos, la ósmosis inversa. Por otra parte, la electricidad también es un problema, ya que el tendido eléctrico provincial en la zona no es de gran potencia.

La confluencia de ambos problemas se hace presente a la hora de obtener el agua, ya que en nuestra provincia se recurre de manera extrema al uso de perforaciones, las cuales captan el agua de las capas subterráneas, mediante electrobombas sumergibles (EBS). Estas bombas requieren de un buen servicio eléctrico, para evitar un deterioro repentino, acortando su vida útil y elevando los costos de mantenimiento.

Es por ello que nuestro proyecto se basa en la investigación de nuevas energías, en este caso un aerogenerador eólico, que logre abastecer de la potencia necesaria para poner en funcionamiento una EBS y una Planta de Ósmosis Inversa, y con ello lograr la independencia energética de la red eléctrica provincial.

La localidad cuenta con una perforación ubicada aproximadamente a 250 metros de la Escuela Rural “Henry Ford” N° 138, lo cual facilita el acceso al recurso. Dicha perforación, llega a fondo de pozo a los 140 m de profundidad, con Nivel Estático a los 22,5 m. Instalando, a una profundidad de 85 m la Electrobomba Sumergible (EBS) de 7,5 HP de Potencia Eléctrica, se obtiene un Caudal de 12.000 l/h, suficiente para cubrir la demanda de toda la población actual (75 habitantes, distribuidos en 23 viviendas). El consumo medio de una población en condiciones sanitarias óptimas es de 250 L/hab/día (ENOHSA), arrojando un total de 18.750 L/día para el total de la población, caudal que podría superarse ampliamente con el sistema propuesto.

La propuesta es técnicamente factible y ambientalmente sostenible dado que, en la zona, la velocidad de los vientos durante todo el año permitiría el funcionamiento de un aerogenerador eólico, proporcionando energía de manera continua y a muy bajo costo de funcionamiento.

El presente trabajo se integra en el Proyecto Final de Carrera de los autores para acceder al título de grado en Ingeniería Electromecánica.

**Palabras Claves:** Aerogenerador eólico, perforación, ósmosis inversa.

## **DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE DISTORSIÓN ARMÓNICA EN SEÑAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LABORATORIOS DE UTN, MEDIANTE ANÁLISIS TEMPORAL Y FRECUENCIAL.**

**Sotomayor, Walter – Conci, Jorge – Carrizo, Pablo - Bustos Rafael, - Luna Estefanía**

Medidas Electrónicas I, Departamento de Ingeniería Electrónica  
Mediciones Eléctricas, Departamento de Ingeniería Electromecánica  
Sistemas de Control Aplicado, Departamento de Ingeniería Electrónica  
Teoría de Circuitos I, Departamento de Ingeniería Electrónica  
e-mail: wadosi@hotmail.com

**Resumen:** Este proyecto tiene el propósito de determinar la deformación de la señal de energía eléctrica con que se alimenta al laboratorio de electrónica de la Facultad Regional La Rioja de la UTN, al producirse la circulación de corrientes reclamadas por cargas existente en ese lugar y que tienen distintos tipos de alinealidades; establecer tipos de los armónicos de corriente y voltaje, los factores que la originan, los efectos nocivos en las redes eléctricas y equipos que alimentan, como también su proporción en relación a los límites de perturbación permitidos.

Es importante, además de su caracterización, producir una evaluación de estas deformaciones a los efectos de poder planificar una distribución o redistribución del equipamiento eléctrico o electrónico presente en ese sector de la Facultad, y minimizar las influencias de esta situación, en la operación de los dispositivos que mencionados y que allí funcionan.

Actualmente, los sistemas eléctricos alimentan una gran cantidad de elementos no lineales, los que generan en las señales de alimentación sinusoidal con una frecuencia de red perfectamente definida, otras ondas de diferente frecuencia, produciendo el fenómeno denominado generación de armónicos. Los armónicos son un fenómeno que causa problemas tanto para usuario como para la entidad encargada de la prestación del servicio de energía eléctrica, y produce diversos efectos nocivos en los equipos afectados a la red.

Este proyecto requiere una intensa actividad de campo y de laboratorio, siendo la primera de ellas la de coordinar con los encargados de laboratorio una metodología de procedimientos a seguir que incluye los siguientes pasos:

- Planificación de procedimiento para conformar el relevamiento de los lugares donde se efectuarán las mediciones que permitan detectar las deformaciones.
- Medición de señales eléctricas mediante instrumentos de visualización temporal y espectral para determinar la situación particular de los parámetros de red en cada tipo de carga.
- Planteo de relaciones para desarrollo de cálculos que posibiliten la valorización de factores de deformación.
- Comparación de factores con parámetros permitidos fijados por normas.
- Evaluación de estado y planteo de acciones correctivas.

La metodología de trabajo a utilizar consiste en técnicas de medición basadas en instrumentación de última generación, y observación del comportamiento de equipos y dispositivos eléctricos y electrónicos, recurriendo a metodologías de graficación temporal y espectral y la realización de cálculos de parámetros para su valoración y evaluación comparativa en relación a reglamentaciones normalizadas, y la aplicación de teorías basadas en Serie de Fourier, generación de armónicas y deformación de ondas.

En base a lo previsto a realizar, se considera que el conocimiento que se prevé desarrollar a partir de la investigación experimental que propone el trabajo a realizar en los laboratorios, proporcionaría una serie de recomendaciones que impactarían en el uso de los sistemas de alimentación energéticos y cargas, como también en la simultaneidad de desarrollos de operaciones en los distintos laboratorios de la Facultad. Además se lograría un relevamiento de la situación de funcionamiento de equipos y dispositivos eléctricos y electrónicos, que suelen usarse como cargas eléctricas por estudiantes y docentes en sus actividades prácticas de aprendizaje académico, como también extracurriculares vinculadas a la investigación y extensión en toda la comunidad educativa; y en general a todos los usuarios de los servicios energéticos interesados en la eficiencia energética. Por las razones mencionadas, este proyecto propone aunar y vincular trabajos y acciones de desarrollo experimental con docentes de asignaturas de la carrera de Ingeniería Electrónica e Ingeniería Electromecánica; un graduado y dos alumnos de la carrera de Ingeniería Electrónica. Lo mencionado en el párrafo anterior tiene repercusión en dos de las carreras que se desarrollan en la facultad Regional La Rioja, abordando temáticas referidas a distintas Áreas del conocimiento curricular en esas carreras, como lo son Área de Electrónica, Área de Teoría de Circuitos, Área de Comunicaciones y Área de Sistemas de Control, en la carrera de Ingeniería Electrónica; y del Área de Electricidad en la carrera de Ingeniería Electromecánica. Las experiencias a realizar podrían ser incorporadas, a actividades de carácter práctico con protocolos de desarrollo didáctico adecuado a los programas y planificaciones de varias de las materias mencionadas anteriormente.

**Palabras Claves:** Distorsión, deformación, alinealidad.

FIN